



**CONSULTORIA ESPECIALIZADA PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE LA SOLUCIÓN
TÉCNICA, ECONOMICA, LEGAL, PREDIAL, SOCIAL Y AMBIENTAL PARA LA
REACTIVACIÓN DEL FERROCARRIL DE ANTIOQUIA COMO TREN MULTIPROPOSITO
ENTRE LA ESTACIÓN ALEJANDRO LÓPEZ EN EL MUNICIPIO DE LA PINTADA Y LA
ESTACIÓN PUERTO BERRIO EN EL MUNICIPIO DE PUERTO BERRIO EN EL
DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.**

ANEXO TÉCNICO

INVITACION ABIERTA No. PFA-IA-01-2017

JUNIO DE 2017

1. ANTECEDENTES

De acuerdo con lo consagrado en el artículo 14 de la Ley 1150 de 2007, modificado por el artículo 93 de la Ley 1474 de 2011, y en especial lo estipulado en la Resolución No. 0002 de 5 de diciembre de 2016, expedida por la Junta Directiva de la sociedad Promotora Ferrocarril de Antioquia, la cual adopta el Manual de Contratación de la Empresa, se elabora el presente Estudio, con el fin de determinar la conveniencia y oportunidad de la realización de una Invitación Abierta, para contratar la CONSULTORIA ESPECIALIZADA PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE LA SOLUCIÓN TÉCNICA, ECONOMICA, LEGAL, PREDIAL, SOCIAL Y AMBIENTAL PARA LA REACTIVACIÓN DEL FERROCARRIL DE ANTIOQUIA, COMO TREN MULTIPROPÓSITO, ENTRE LA ESTACIÓN “ALEJANDRO LÓPEZ” EN EL MUNICIPIO DE LA PINTADA Y LA ESTACIÓN “PUERTO BERRIO” EN EL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.

Fundamentación constitucional y legal del qué hacer de la Entidad y del Proyecto:

La Constitución Política de Colombia alude a los servicios públicos como el concepto inherente a la finalidad social del Estado, al respecto en su artículo 365, dice lo siguiente:

“Artículo 365. Los servicios públicos son inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional.

Los servicios públicos estarán sometidos al régimen jurídico que fije la ley, podrán ser prestados por el Estado, directa o indirectamente, por comunidades organizadas, o por particulares. En todo caso, el Estado mantendrá la regulación, el control y la vigilancia de dichos servicios. Si por razones de soberanía o de interés social, el Estado, mediante ley aprobada por la mayoría de los miembros de una y otra cámara, por iniciativa del Gobierno decide reservarse determinadas actividades estratégicas o servicios públicos, deberá indemnizar previa y plenamente a las personas que en virtud de dicha ley, queden privadas del ejercicio de una actividad lícita.”

Como se colige de la transcrita prescripción constitucional, el transporte en sus diferentes modos, constituye un servicio público inherente a la finalidad social del Estado y su eficiente prestación debe orientarse a la satisfacción de necesidades de todos los habitantes del territorio nacional, es decir, a la prevalencia del interés general.

En igual sentido y de manera complementaria, el artículo 344 de la Carta Política, prescribe las siguientes directrices: *“La dirección general de la economía estará a cargo del Estado. Este intervendrá, por mandato de la ley, en la explotación de los recursos naturales, en el uso del suelo, en la producción, distribución, utilización y consumo de los bienes, y en los servicios públicos y privados, para racionalizar la economía con el fin de conseguir en el plano nacional y territorial, en un marco de sostenibilidad fiscal, el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes, la distribución equitativa de las oportunidades y los beneficios del desarrollo y la preservación de un ambiente sano. Dicho marco de sostenibilidad fiscal deberá fungir como instrumento para alcanzar de manera progresiva los objetivos del Estado Social de Derecho. En cualquier caso, el gasto público social será prioritario.*

El Estado, de manera especial, intervendrá para dar pleno empleo a los recursos humanos y asegurar, de manera progresiva, que todas las personas, en particular las de menores ingresos, tengan acceso efectivo al conjunto de los bienes y servicios básicos. También para promover la productividad y competitividad y el desarrollo armónico de las regiones.”

Así las cosas, la Ley 105 de 1993 en su artículo 1° establece: *“Artículo 1°.- Sector y Sistema Nacional del Transporte. Integra el sector Transporte, el Ministerio de Transporte, sus organismos adscritos o vinculados y la Dirección General Marítima del Ministerio de Defensa Nacional, en cuanto estará sujeta a una relación de coordinación con el Ministerio de Transporte.*

Conforman el Sistema de Nacional de Transporte, para el desarrollo de las políticas de transporte, además de los organismos indicados en el inciso anterior, los organismos de tránsito y transporte, tanto terrestre, aéreo y marítimo e infraestructura de transporte de las entidades territoriales y demás dependencias de los sectores central o descentralizado de cualquier orden, que tengan funciones relacionadas con esta actividad.”

Por su parte la Ley 336 de 1996, tiene por objeto unificar los principios y los criterios que sirven de fundamento para la regulación y reglamentación del transporte público aéreo, marítimo, fluvial, férreo, masivo y terrestre y su operación en el territorio nacional. Esta misma norma, prevé el carácter de servicio público esencial del modo de transporte ferroviario y prescribe que la infraestructura férrea podrá ser concesionada en los términos de las normas vigentes y el concesionario tendrá bajo su responsabilidad efectuar la rehabilitación, mantenimiento, conservación, control, operación de la vía y prestación del servicio de transporte.

En concordancia con las normas antes citadas, la Ley 1862 de 2013 adopta medidas y disposiciones para los proyectos de infraestructura de transporte y define la infraestructura de transporte, como el sistema de movilidad integrado por un conjunto de bienes tangibles, intangibles y aquellos que se encuentren relacionados con este, bajo la vigilancia y control del Estado, el cual se organiza de manera estable para permitir el traslado de las personas, los bienes y los servicios, el acceso y la integración de las diferentes zonas del país y que propende por el crecimiento, competitividad y mejora de la calidad de la vida de los ciudadanos. Está claro entonces, que las líneas férreas y la infraestructura para el control del tránsito, las estaciones férreas, la señalización y sus zonas de exclusión o fajas de retiro obligatorio, entre otros bienes y recursos, integran la infraestructura de transporte en el país.

Sumado a lo anterior, en lo que a proyectos de infraestructura de transporte se refiere, se enmarcan en el Plan Nacional de Desarrollo “**TODOS POR UN NUEVO PAÍS**” 2014 - 2018, Capítulo V. Competitividad e Infraestructura Estratégica, Objetivo 4: Proveer la infraestructura y servicios de logística y transporte para la integración territorial. Este objetivo sobre infraestructura y servicios para la logística y el transporte, tiene asociadas las siguientes estrategias: 1) programa de concesiones 4G; 2) red vial no concesionada; 3) corredores de transporte multimodal; 4) infraestructura logística; 5) infraestructura para la Transformación del Campo; 6) capital privado; 7) acciones transversales; 8) transporte público de calidad; 9) movilidad y desarrollo regional; 10) sistemas inteligentes de transporte; 11) seguridad vial; 12) logística para la competitividad; y, 13) fortalecimiento de la supervisión. De estas, las primeras 7 corresponden a la infraestructura de transporte, y las 6 restantes a los servicios de transporte.

Como se observa, el Proyecto: “Reactivación del Ferrocarril de Antioquia, como tren multipropósito, entre la estación “Alejandro López” en el municipio de La Pintada y la estación “puerto Berrio” en el municipio de Puerto Berrio”, al que pertenece la contratación que se justifica en este documento de Estudio de Conveniencia y Oportunidad, es congruente con varias de las estrategias enunciadas anteriormente, pertenecientes al Objetivo 4: Proveer la infraestructura y servicios de logística y transporte para la integración territorial, del Capítulo V, del Plan Nacional de Desarrollo, como son: 3) Consolidación de corredores de transporte multimodal estratégicos; 4) Infraestructura logística, desarrollo y comercio exterior; 8) Transporte Público de Calidad como eje estructurador de la movilidad; 9) Movilidad como potenciador del desarrollo regional.

Específicamente en lo que a la tercera estrategia “**CONSOLIDACIÓN DE CORREDORES DE TRANSPORTE MULTIMODAL ESTRATÉGICOS**” se refiere, con relación al modo férreo, el Plan Nacional de Desarrollo plantea lo siguiente:

“Se requiere dar un impulso especial en los modos de transporte férreo, fluvial y aéreo, con el fin de consolidar un esquema de transporte multimodal en el país que minimice costos en la operación de transporte. El modo férreo presenta grandes ventajas operativas en cuanto a la optimización de costos por tonelada transportada y menor impacto ambiental con respecto al transporte de carga por carretera. Para aprovechar dichas ventajas y disminuir los costos logísticos, se hace necesario impulsar proyectos férreos sostenibles económicamente y relacionados directamente con proyectos productivos que aseguren la oferta de carga.”

Con este propósito, el sector ha establecido como uno de sus principales objetivos promover la inversión privada en infraestructura ferroviaria para recuperar los corredores con mayor potencial y garantizar la operación de carga y pasajeros. La primera fase de la estrategia consistió en atender puntos críticos y poner en operación los corredores

Bogotá-Belencito y La Dorada-Chiriguana a través de contratos de obra pública. Una vez recuperado el corredor, se procederá a entregar en concesión el corredor férreo central, el corredor Bogotá-Belencito y los trenes de cercanías en la región Bogotá-Cundinamarca con el objetivo ampliar su capacidad y garantizar la operación de carga. Además, se promoverá la participación de capital privado para el desarrollo de proyectos ferroviarios a mediano y largo plazo, como por ejemplo: el ferrocarril del Carare, La Tebaida-La Dorada (túnel cordillera central), Chiriguana-Dibulla y la variante férrea Buga-Loboguerrero, entre otros. De esta forma, el Gobierno nacional espera movilizar recursos del sector privado en el desarrollo de proyectos ferroviarios y aumentar la inversión de \$ 40.000 millones a \$ 300.000 millones anuales, al finalizar el cuatrienio.

El DNP y el MinTransporte priorizarán estas intervenciones a través de la formulación de un Plan Maestro Ferroviario que trace la ruta de desarrollo de mediano y largo plazo, analizando los componentes institucional, financiero, económico, ambiental, técnico y legal. Este plan maestro permitirá el desarrollo de nuevos tramos férreos, la recuperación de aquellos tramos inactivos con mayor potencial de transporte de carga, la implementación de accesos regionales, la conectividad de redes y la promoción de la intermodalidad.

En lo relacionado con la red férrea a cargo del Invias, Ferrovías transfirió a esa entidad la infraestructura férrea, entre ella diversos inmuebles que por su naturaleza fueron declarados patrimonio nacional por el MinCultura.⁵⁰ De acuerdo con la responsabilidad que le asiste al MinCultura y a los entes territoriales, resulta viable que los inmuebles que no se encuentran en operación sean transferidos por el Invias a los municipios donde se encuentren ubicados, teniendo en cuenta la cercanía de los cascos urbanos y dando prioridad a aquellos que por su localización puedan aportar al desarrollo de actividades de índole cultural, educativa, administrativa y turística. Con esta medida, se garantizará el mantenimiento, cuidado y protección de esa infraestructura por parte de las entidades territoriales.

(.....)”

Con fundamento en lo expresado y de acuerdo con la pertinencia evaluada por el gobierno departamental, el Plan de Desarrollo “ANTIOQUIA PIENSA EN GRANDE” 2016 - 2019 en su Línea Estratégica 1: Competitividad e Infraestructura, estableció lo siguiente: “Desde una perspectiva integral que incluye su sostenibilidad y sustentabilidad, el desarrollo aparece hoy estrechamente ligado al concepto de competitividad. En dicho marco, la infraestructura juega obviamente un papel determinante, pero no es el único componente generador de competitividad, ya que ésta considera aspectos tanto económicos como sociales, ambientales, políticos, institucionales y culturales. Por ello, las regiones o territorios que trabajan por alcanzar mayores niveles de desarrollo y bienestar para sus pobladores, se empeñan en ser cada vez más competitivas.”

Así las cosas, el Plan Departamental de Desarrollo “ANTIOQUIA PIENSA EN GRANDE” 2016 - 2019 en su Línea Estratégica 1: Competitividad e Infraestructura, incluye como uno de los “PROYECTOS VISIONARIOS DETONANTES DEL DESARROLLO” al Sistema Férreo y al respecto expone y justifica lo siguiente:

“Un análisis a la infraestructura mediante el Índice Departamental de Competitividad, elaborado por el Consejo Privado de Competitividad y la Universidad del Rosario entre 25 departamentos del país, muestra que para el año 2015 en infraestructura, Antioquia ocupó el tercer lugar como resultado de un bajo desarrollo de la infraestructura de transporte.

Es alarmante el grave atraso de la conectividad vial de Antioquia, a pesar de su ubicación privilegiada a una distancia aproximada de tres horas en avión y dos días en barco de la principal economía mundial, con una gran zona costera sobre el océano Atlántico y a escasos kilómetros del océano Pacífico, las dos principales cuencas del comercio mundial. Antioquia está en mora de beneficiarse más activamente de esta ubicación envidiable; por ello, el reto que nos trazamos es ubicarla como referente de desarrollo regional en Latinoamérica.

El transporte ferroviario en Antioquia fue una innovación tecnológica que contribuyó al desarrollo de la región, gracias al ferrocarril. Hoy, este transporte es cosa del pasado, lo que no ocurrió en otras latitudes. En Antioquia, el abandono del sistema ferroviario no fue complementado con nuevos desarrollos de infraestructura, tales como sistemas multimodales y centros logísticos de transporte. El desarrollo de Antioquia estuvo ligado al auge de su sistema ferroviario. Este modo de transporte presenta grandes ventajas operativas en cuanto a la 108 optimización de costos por tonelada transportada y menor impacto ambiental con respecto al transporte de carga por carretera.

En las bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 se propone “revivir el transporte férreo en Colombia”, por lo que es necesario incluir en la agenda departamental, la puesta en marcha de trayectos claves de corredores

ferroviarios para complementar los sistemas de infraestructura existentes, con el fin de lograr mayores niveles de competitividad. También se plantea que para aprovechar las ventajas del transporte por vía férrea y disminuir los costos logísticos, se hace necesario impulsar proyectos ferroviarios sostenibles económicamente y relacionados directamente con proyectos productivos que aseguren la oferta de carga. El nuevo puerto en Urabá, los nuevos Polos de Desarrollo Habitacionales, la nueva Empresa Agroindustrial de Antioquia son proyectos detonantes del desarrollo que le darán soporte estratégico a la operación de un sistema férreo, que hará más eficiente el transporte de carga hacia los mercados internacionales y nacionales.

La carga transportada en la última década, en Colombia; ha crecido anualmente a una tasa del 8,8%; mientras en el 2002 se movilizaron 119,5 millones de toneladas, en el 2013 se movilizaron 301 millones, principalmente por los modos carretero y ferroviario. Durante el último cuatrienio, el modo carretero fue utilizado en promedio en un 71%, seguido por el modo ferroviario, que movilizó el 27% de la carga, en tanto que los demás modos, fluvial, marítimo y aéreo, no alcanzaron el 2%.

Según la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), el Sistema Ferroviario Nacional cuenta con una longitud de 3.344 km, de los cuales 1.610 km se encuentran a cargo de la ANI, y los restantes 1.734 km a cargo del INVIAS. De la línea férrea a cargo de la ANI, actualmente se encuentran en operación 416 km a través de contratos de concesión (Fenoco y Red Férrea del Pacífico) y 212 km a través de contrato de obra pública, para un total de 628 km en servicio.

Antioquia se empeñará en lograr que en el Plan Maestro Ferroviario que formulará la Nación, incluyan la rehabilitación de los tramos que conectan a Medellín con el Pacífico, el Atlántico y el Magdalena Medio, como parte de la propuesta del Tren bioceánico del Cauca: Buenaventura 109 – Cali – Medellín – Cartagena – Barranquilla. Igualmente, buscaremos la recuperación, rehabilitación y operación de la línea férrea Medellín – Puerto Berrío. Así mismo, se propenderá por la construcción de una línea ferroviaria nueva entre Medellín y la Gran Zona Portuaria de Urabá.

En el Valle de Aburrá haremos que el Tren Multipropósito (pasajeros, carga y basuras) sean también incluidos en la agenda nacional. Adicionalmente, se contribuirá con el sistema masivo de transporte en el área metropolitana, reactivando la línea férrea paralela al metro para mejorar la movilidad de los ciudadanos desde Barbosa hasta Caldas, y en lo posible hasta Amagá. Propiciaremos que el Tren Multipropósito se convierta en una realidad. Estamos seguros que este proyecto nos coloca como sociedad a la altura de los grandes visionarios de Antioquia que nos inculcaron el pensamiento de largo plazo.

También se buscará la implementación de un sistema masivo de transporte que conecte los Valles de Aburrá y de San Nicolás a través del túnel ferroviario contemplado en el Plan Rector de Expansión del Metro.”

1

En consecuencia con lo expresado hasta este punto, la Asamblea Departamental de Antioquia, expidió la Ordenanza No. 06 de 19 de abril de 2016, mediante la cual se concedió autorización al Gobernador del Departamento de Antioquia, para participar en la constitución de entidades para la reactivación del sistema férreo en Antioquia: - hacer los estudios de pre factibilidad, factibilidad; conveniencia técnica, económica o social y/o todos los necesarios tendientes a la reactivación del Sistema Férreo en Antioquia y su integración al Sistema Férreo Nacional -.

Por consiguiente y haciendo uso de la autorización contenida en la citada Ordenanza No. 06 de 19 de abril de 2016, el 29 de junio de 2016 mediante documento privado, se constituyó una sociedad entre entidades públicas, bajo la forma de sociedad por acciones simplificada, denominada Promotora Ferrocarril de Antioquia S.A.S., descentralizada por servicios, del orden departamental, con la autonomía administrativa y financiera, propia de las empresas industriales y comerciales del Estado. El objeto social de la sociedad Promotora Ferrocarril de Antioquia S.A.S. es promover, estructurar y gestionar la realización de los estudios de prefactibilidad, factibilidad, conveniencia técnica, económica o social y/o todos los necesarios tendientes a la reactivación del Sistema Férreo en Antioquia y su integración al sistema Férreo Nacional. Igualmente, la sociedad podrá realizar cualquier actividad comercial o civil, lícita.

¹ Ordenanza Plan de Desarrollo "ANTIOQUIA PIENSA EN GRANDE" 2016 - 2019. Páginas 107 a 109.

Posteriormente, con el ánimo de contar con la administración del corredor férreo al que pertenece el proyecto, cuya contratación de Consultoría por este documento se justifica, el Departamento de Antioquia como entidad territorial a la que pertenece dicho corredor, y el Instituto Nacional de Vías - INVÍAS, celebraron el Convenio Interadministrativo de Cooperación No. 01381 de 2016, cuyo objeto es: Aunar esfuerzos para la reactivación, mantenimiento, conservación, control, operación y prestación del servicio de transporte ferroviario, en el corredor férreo y anexidades que parte de la estación “Alejandro López” (municipio de La Pintada) hasta la estación “Puerto Berrio” (municipio de Puerto Berrio).

En igual sentido, y con el ánimo de aunar esfuerzos técnicos, administrativos, sociales, ambientales, contables, jurídicos, financieros y de riesgos, para la preparación, análisis y revisión de la estructuración integral del proyecto denominado “Sistema Férreo Multipropósito”, la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI y la sociedad Promotora Ferrocarril de Antioquia S.A.S., suscribieron un Convenio Interadministrativo de Cooperación, en febrero de 2017.

Con fundamento en lo expresado, y plenamente facultada por las actividades integrantes de su objeto social, la sociedad Promotora Ferrocarril de Antioquia S.A.S., encuentra pertinente y necesario, de acuerdo con lo establecido en su Manual de Contratación (Resolución de Junta Directiva No. 0002 de 5 de diciembre de 2016), llevar a cabo una Invitación Abierta, para contratar la la CONSULTORIA ESPECIALIZADA PARA LA ESTRUCTURACIÓN DE LA SOLUCIÓN TÉCNICA, ECONOMICA, LEGAL, PREDIAL, SOCIAL Y AMBIENTAL PARA LA REACTIVACIÓN DEL FERROCARRIL DE ANTIOQUIA, COMO TREN MULTIPROPÓSITO, ENTRE LA ESTACIÓN “ALEJANDRO LÓPEZ” EN EL MUNICIPIO DE LA PINTADA Y LA ESTACIÓN “PUERTO BERRIO” EN EL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.

2. OBJETO

El objeto del contrato de la Consultoría Especializada es: “LA ESTRUCTURACIÓN DE LA SOLUCIÓN TÉCNICA, ECONOMICA, LEGAL, PREDIAL, SOCIAL Y AMBIENTAL PARA LA REACTIVACIÓN DEL FERROCARRIL DE ANTIOQUIA, COMO TREN MULTIPROPÓSITO, ENTRE LA ESTACIÓN “ALEJANDRO LÓPEZ” EN EL MUNICIPIO DE LA PINTADA Y LA ESTACIÓN “PUERTO BERRIO” EN EL MUNICIPIO DE PUERTO BERRÍO EN EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA.”

3. ALCANCE

El presente capítulo presenta los alcances y objetivos generales de trabajo que deberá llevar a cabo el consultor y contiene los lineamientos y requisitos que deberá seguir para su misión, las cuales se describirán con mayor detalle en esta sección.

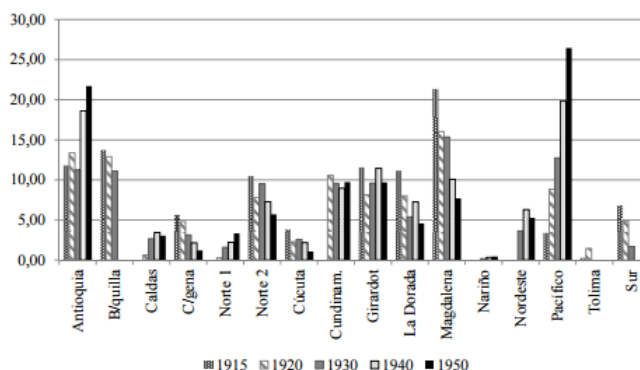
Durante el desarrollo de la Consultoría, todos los productos mencionados en el presente literal y en los anexos que hacen parte de este documento deberán ser aprobados además de la interventoría por la Promotora Ferrocarril de Antioquia S.A.S.

3.1 Análisis Introductorio:

En 1864, en el Gobierno del General Pedro Justo Berrio, se concibió la idea de construir un Ferrocarril que conectara el río Magdalena a Medellín y 10 años después, la Nación firmó el contrato para la Construcción del mismo. Luego de realizar diseños, en 1875 se inició la construcción del Ferrocarril inaugurándose en 1929 cuando terminó el túnel de la Quebrada quedando así unida la ciudad de Medellín con Puerto Berrio mediante una línea férrea de 193 km. En 1933 llegó hasta la estación Alejandro López en la Pintada, punto terminal del ferrocarril en territorio Antioqueño.

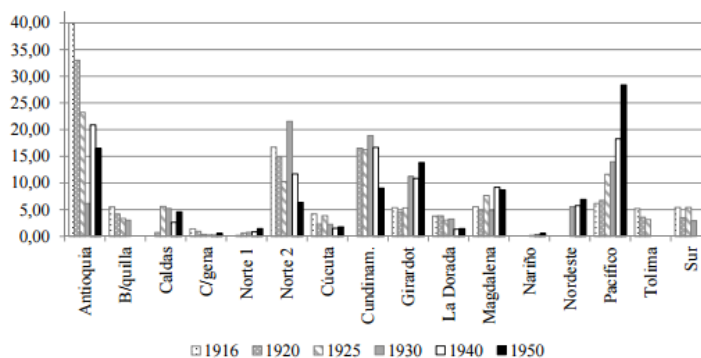
El novedoso sistema de transporte alivió el trabajo requerido para mover las cosechas, pues el comercio comenzó a efectuarse mucho más rápidamente y con costos sustancialmente menores. Entre 1905 y 1919, la carga y los pasajeros transportados por el ferrocarril de Antioquia crecieron considerablemente y con respecto a la región es de destacarse que el ferrocarril de Antioquia también tuvo la mayor participación en el transporte de pasajeros durante dicho periodo.

Carga ferroviaria colombiana, 1905-1950
(Participación de cada ferrocarril en la carga total, %)



Fuente: Anuario Estadístico de Colombia y Memorias del Ministro de Obras Públicas de Colombia, varios años.

Pasajeros en los ferrocarriles en Colombia, 1916-1950
(Participación de cada ferrocarril, %)



Fuente: Anuario Estadístico de Colombia y Memorias del Ministro de Obras Pública de Colombia, varios años.

La Guerra de los 1000 días perjudicó mucho al país dejándolo empobrecido (1899-1902), el país sufrió una gran cantidad de cambios. Con la independencia de Panamá (1903), y la gran indemnización que el país recibió en 1922 se creó y construyó el Banco de la República, y se recuperaron vías férreas. Pese a que desde 1905 hasta 1960 se invirtieron recursos en los ferrocarriles, el gobierno se dedicó prioritariamente a la construcción de carreteras, en especial desde 1930. Desde aquella época, la inversión en el transporte férreo se disminuyó en casi un 90% por lo que el ferrocarril comienza a tener competencia fuerte por parte de otros medios de transporte y por consiguiente una guerra de tarifas.

Comienza entonces el déficit en el ferrocarril sumado a diferentes huelgas generadas por el sindicato en 1947. Adicionalmente, la compra por parte del Ferrocarril de Antioquia en 1951 de dos locomotoras Diésel austriacas, que luego tuvo que vender a Ferrocarriles Nacionales en 1956 y la construcción del Oleoducto Puerto Berrio - Medellín, ya que antes, el petróleo se transportaba por tren, no ayudaron a la estabilidad económica de la empresa, por lo que en 1961 se da por finalizada la Empresa mediante ordenanza del 15 de agosto de 1961, donde se aprueba la venta de la empresa a la Nación.

En la actualidad, en las bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 del Gobierno Nacional se propone "revivir el transporte férreo en Colombia", y por lo tanto se incluyó en la agenda departamental de Antioquia, la puesta en marcha de trayectos claves de corredores ferroviarios para complementar los sistemas de infraestructura existentes, con el fin de lograr mayores niveles de competitividad.

Con base en todo lo anterior, se ha identificado que con el fin de reactivar la operación ferroviaria en Antioquia para lograr mayores niveles de competitividad, La Promotora Ferrocarril de Antioquia requiere de la contratación de un consultor para proponer la solución óptima de transporte ferroviario en el tramo comprendido entre la estación Alejandro López en el Municipio de la Pintada y la estación Puerto Berrio en el Municipio de Puerto Berrio para lo cual, este deberá realizar el estudio de **prefactibilidad** de los tramos comprendidos entre las estaciones del antiguo ferrocarril Alejandro López (Pintada) y Primavera (Caldas) y estación Botero (Santo Domingo) y Estación Puerto Berrio (Denominadas en adelante tramo 1 y 3 respectivamente) y el estudio de **factibilidad avanzada** del tramo comprendido en la estación primavera (Caldas) y la estación Botero (Santo Domingo) (Denominado en adelante como tramo 2).

Figura 1 – Distribución trazado

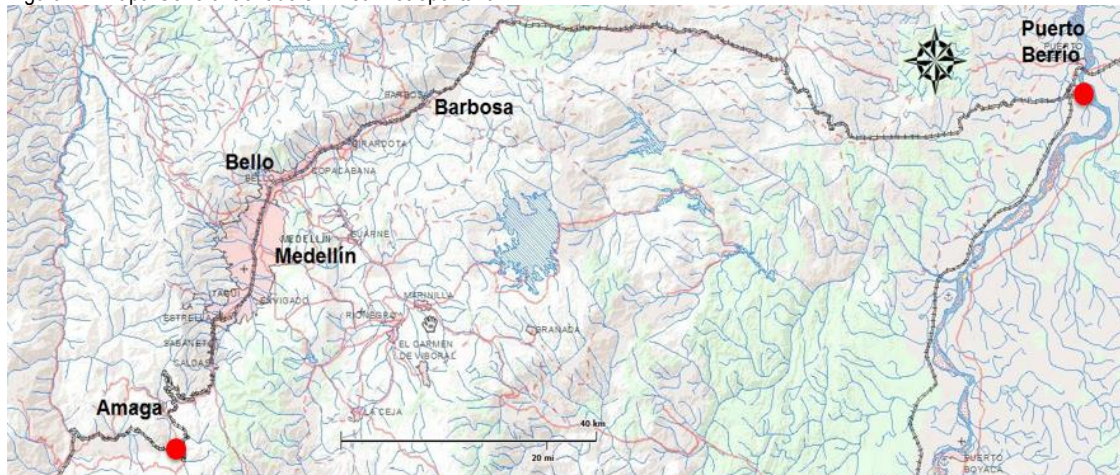
Estación	Alejandro Lopez (K665)	Primavera (PK544)	Ayurá (PK 526)	Caribe (K520)	Bello k 509	Botero k461	Puerto Berrio (K333)
Long total							332 km
Long tramo	121 km	18 km	17 km		48 km	128 km	
Tramo	1		2			3	
Alcance General	Prefactibilidad		Factibilidad			Prefactibilidad	

*km aproximados

Para el tramo 1 y 3, cuyo alcance es prefactibilidad, se deberán analizar diferentes alternativas de trazado, entre las cuales deberá estar el trazado existente de acuerdo a lo indicado en el anexo 1 de este documento.

Para el tramo 2, cuyo alcance es factibilidad avanzada, se deberán analizar como mínimo tres alternativas de trazado, en lo posible utilizando el corredor existente, de acuerdo a lo indicado en el anexo I de este documento. Entre las alternativas a estudiar deberá estar el trazado existente y que fue objeto del estudio denominado "Estructuración Técnica, legal y Financiera del Sistema Férreo Multipropósito" realizado por la firma INECO en el 2010, así mismo deberá considerar la alternativa de trazado que será entregada por la Promotora Ferrocarril de Antioquia, las cuales hacen parte integral de este documento.

Figura 2 – Mapa General trazado en Área Metropolitana



Este Anexo Técnico contiene las exigencias generales que deben cumplir los estudios y diseños a ser desarrollados en la etapa de prefactibilidad y Factibilidad, con el fin de generar la información suficiente para determinar la viabilidad técnica, legal y financiera de la implementación del proyecto en estudio, a través de unos de los mecanismos establecidos en la normatividad sobre la materia. Estos requerimientos son generales para cualquier tipo de estructuración y se podrán solicitar durante el periodo de factibilidad mayor o menor cantidad y profundidad de información.

Para la aplicación del siguiente anexo técnico, se deben tener en cuenta las siguientes definiciones:

Estudios y diseños en factibilidad avanzada : Son los estudios y diseños que debe elaborar el Consultor, los cuales deben contemplar: diseño de la infraestructura requerida para la operación ferroviaria incluyendo el material rodante, los análisis y descripción de las obras a ejecutar, materiales, cantidades de obras, especificaciones de materiales y de construcción, análisis de precios unitarios, presupuestos, identificación y programación de actividades principales y secundarias, definición de tiempos de construcción y de posibles riesgos durante las etapas subsiguientes. Este producto deberá materializarse en resultados tales como planos, documentos y memorias de cálculo, entre otros, que le garanticen a la Entidad información detallada y confiable para preparar los correspondientes procesos contractuales.

De conformidad con lo señalado en el Decreto 1082 de 2015, en la etapa de factibilidad se profundizan los análisis y la información básica con la que se contaba en etapa de prefactibilidad, mediante investigaciones de campo y levantamiento de información primaria, buscando reducir la incertidumbre asociada al proyecto, mejorando y profundizando en los estudios y ampliando la información de los aspectos técnicos, financieros, económicos, ambientales y legales del proyecto.

Para la presentación del proyecto en etapa de prefactibilidad y factibilidad, el Consultor deberá presentar la información indicada en el presente anexo.

Estructurador Integral (E.I.) o EL CONSULTOR: Es el grupo de expertos que elaborará para la Promotora Ferrocarril de Antioquia S.A.S., los estudios de carácter técnico, socioeconómico, ambiental, predial, ambiental, financiero, jurídico y de riesgos del proyecto de infraestructura férrea, de conformidad con lo establecido en el Pliego de Condiciones y sus anexos.

3.2 PREFACTIBILIDAD

La Prefactibilidad se desarrollará para los tramos 1 y 3 y tendrá una duración de hasta seis (6) meses a partir de la fecha de la firma del acta de inicio del contrato.

Debe abarcar el análisis y evaluación, a nivel de prefactibilidad, del corredor en los tramos comprendidos entre las estaciones del antiguo ferrocarril Alejandro López (Pintada) y Primavera (Caldas) y la estación Puerto Berrio en el Municipio de Puerto Berrio (Denominadas en adelante tramo 1 y 3 respectivamente) y de todos los servicios de transporte ferroviario que operan en la zona de influencia de este corredor, tanto para carga (mercancías y residuos sólidos) como para pasajeros. Se espera como resultado información técnica que apoye la identificación de los servicios que resulten socialmente rentables de implementar y operar en el corredor, maximizando el beneficio social asociado a los distintos sistemas de transporte del corredor, junto con la especificación de las tecnologías ferroviarias a utilizar, dimensionando las necesidades de inversión y determinando los indicadores de rentabilidad asociados a cada uno de los servicios. Finalmente, con los resultados se elaboren los documentos para contratar los estudios de la siguiente fase.

El contrato se desarrollará en dos etapas así:

- Etapa I: Estructuración Técnica y Económica
- Etapa II: Estructuración Financiera y Legal

Sin perjuicio a que finalmente se evalúen diferentes fases considerando los costos y las potenciales sinergias que se generan al coexistir los múltiples servicios, junto con las interferencias que provocan unos a otros, cada fase del estudio debe considerar aspectos importantes desde considerar el análisis de complementariedad con los sistemas de buses y automóviles, sistema de transporte masivo, con facilidades de transferencia específicamente diseñadas y procurará la integración operativa y tarifaria. Esto debe entenderse como que las estaciones deben considerar facilidades específicas para una adecuada conectividad con otros modos (sistema de buses, taxis-colectivos y automóviles). Para el caso del transporte de residuos sólidos y carga de vocación ferroviaria, la situación debe analizarse considerando complementación con otros sistemas, interconectados a través de Centros de Intercambio Modal o parques logísticos, por lo que deben concebirse operaciones con capacidad de multimodalidad.

3.2.1 ETAPA I. ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

Esta Etapa tendrá una duración máxima de cuatro (4) meses a partir de la suscripción del acta de inicio y como resultado final se tendrá un proyecto estructurado técnica y económicamente, para pasar a la etapa II de estructuración legal y financiera.

En esta Etapa se atenderán aspectos de diagnóstico, demanda de pasajeros, carga y residuos sólidos, diseño del sistema a nivel de prefactibilidad o alternativas, patología de daños de la estructura férrea actual, aspectos prediales, fajas comprometidas, prediseño de la infraestructura, Diseño funcional o de operación del Ferrocarril en el cual se determina el sistema de operación y el material rodante a utilizar para cada tipo de carga establecida y otros aspectos complementarios como el social, ambiental. Finalmente se establecen los costos del proyecto para incluir en la etapa II.

Todo lo anterior de acuerdo a lo establecido en el Anexo I de este documento

3.2.2 ETAPA II.- ESTRUCTURACIÓN FINANCIERA Y LEGAL

Esta Etapa tendrá una duración de dos (2) meses máximos de acuerdo a lo establecido en el anexo I y en la cual se revisará y determinará el marco institucional, el sistema tarifario, se realizará la estructuración financiera y legal del proyecto con base en los mismos lineamientos de dicha estructuración para la fase de factibilidad.

3.3 FACTIBILIDAD

El estudio de factibilidad se desarrollará para el tramo 2 y tendrá una duración de hasta siete (7) meses a partir de la fecha de la firma del acta de inicio del contrato y de acuerdo a lo que se indique en cada etapa, y estará comprendido entre la estación primavera (Caldas) y la estación Botero (Santo Domingo).

NOTA: Actualmente la Alcaldía de Medellín adelanta un tramo del gran proyecto denominado Parques del Río Medellín, y en el cual contemplaron el espacio correspondiente para la vía férrea dentro del soterrado del tramo 1B a través de su diseño arquitectónico.

Igualmente, el Área Metropolitana del Valle del Aburrá-AMVA adelanta los estudios y diseños para la construcción de la vía distribuidora en los municipios de sabaneta y los estudios y diseños del intercambio vial de la Ayurá en los municipios de Medellín, envigado e Itagüí y el Metro de Medellín adelanta los estudios de la estación multimodal de Acevedo.

El Consultor deberá revisar integralmente el Corredor Férreo con este tipo de proyectos que hacen parte del desarrollo de la Ciudad de Medellín con el fin de armonizar trazados, diseños e implementaciones durante la estructuración y hacer las recomendaciones técnicas, legales y financieras para la construcción del Ferrocarril teniendo en cuenta la línea de tiempo de cada proyecto.

3.3.1 ETAPA I – REVISIÓN DE LA PREFACTIBILIDAD Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

La etapa 1 durará hasta cuatro (4) meses a partir de la fecha de la firma del acta de inicio del contrato

En esta etapa del estudio, el consultor tiene como objetivo el análisis de al menos tres alternativas de trazado, en lo posible utilizando la mayor longitud del corredor existente en cada una de ellas, entre las cuales deberá estar la totalidad del trazado existente y el trazado entregado por la Promotora Ferrocarril de Antioquia, las cuales hacen parte integral de este documento y que permitirán reactivar efectivamente este tramo del corredor férreo entre la estación primavera (Caldas) y la estación Botero (Santo Domingo), teniendo especial atención en considerar todos los aspectos de demanda de pasajeros y de carga que resulten de la revisión, complementación y actualización al estudio de demanda de acuerdo a lo indicado en el anexo III del presente documento.

Este nuevo trazado deberá cumplir con las especificaciones técnicas descritas en este documento y en general toda la normatividad que aplique no solo para el componente técnico, sino también el ambiental y el socioeconómico.

Es de aclarar que el trazado en el sector de parques del río y de Acevedo ya está definido de acuerdo a los diseños que se entreguen por parte de esta Sociedad. Sin embargo, el Consultor en sus estudios puede establecer una mejor alternativa de trazado que no afecte dichos proyectos y que redunde en un mejor beneficio para el sistema y la sociedad, lo cual deberá ser aprobado por parte de esta promotora y de las mesas técnica que se establezcan para tal fin con las partes interesadas.

3.3.1.1 Revisión estudio de prefactibilidad

El consultor deberá revisar y apropiarse de la información suministrada en el Estudio de la Estructuración Técnica, Legal y Financiera del proyecto “Sistema Férreo Multipropósito” realizado por la firma INECO en el año 2010 teniendo en cuenta los aspectos del diagnóstico del corredor existente, el estudio de demanda, la Prefactibilidad técnica del corredor, el prediseño de la infraestructura, diseño funcional, aspectos complementarios (evaluación predial, social y ambiental), costos del proyecto, marco institucional, sistema tarifario, estructuración financiera y todas las recomendaciones que allí se establecen con el fin que sean tenidas en cuenta en los estudios a realizar considerando todos los aspectos que han variado a lo largo de estos años en el área metropolitana, la región y el país.

3.3.1.2 Estudio de Demanda

Se deberá analizar la información disponible para poder realizar las proyecciones de carga (tipo de productos y capacidad requerida), de Residuos sólidos (RSU) y pasajeros en el corredor férreo, para lo cual deberá tener en cuenta los estudios de demanda elaborados hasta la fecha, la última Encuesta Logística Nacional del Departamento Nacional de Planeación, la información entregada por la Promotora y el resultado de la estructuración del sistema férreo multipropósito del Valle de Aburrá realizado por INECO en el 2010 (Información que será suministrada por la Promotora Ferrocarril de Antioquia al Consultor).

Entre los factores importantes que se deberán considerar en el estudio de demanda tenemos la captación de pasajeros en los municipios de área metropolitana y especialmente la captación de pasajeros en la ciudad de Medellín, estimando cuidadosamente la demanda que se proyecta por conexiones con las estaciones del metro que se consideren según el resultado de los estudios. Todo lo anterior deberá coordinarse con el Área Metropolitana del Valle del Aburrá como autoridad de transporte en la región.

Por otro lado, se deberá considerar en el estudio de la demanda toda la carga de vocación férrea que se pueda generar en el Área Metropolitana y su área de influencia teniendo en cuenta la captación de cargas que se pueda generar por la construcción y/u operación de nuevos proyectos viales y férreos en el área de influencia del corredor. El tren del pacífico y los proyectos viales Pacífico 1, Pacífico 2 y pacífico 3 del programa Autopistas para la Prosperidad permitirán conectar a la ciudad de Medellín con la zona sur del país, lo cual representará indudablemente una nueva alternativa de transporte bimodal desde el departamento de Antioquia hacia el puerto de Buenaventura y una importante captación de demanda para la red férrea. De igual manera el proyecto Magdalena 1 que permitirá una conexión más rápida desde Medellín al río Magdalena en Puerto Berrio y de allí a la costa atlántica. El consultor deberá analizar en el estudio de demanda todos los proyectos viales en construcción o en estructuración por parte de la ANI y del INVIAS para considerarlos como posibles generadores de carga para el ferrocarril.

De la misma manera, el consultor deberá revisar, complementar y ajustar la información de demanda de residuos sólidos del área Metropolitana emitida por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

En general, el consultor deberá elaborar el estudio de demanda con base en los requerimientos y lineamientos indicados en el Anexo III del presente documento para el tramo Bolombolo-Caldas (sector primavera), Barbosa-Puerto Berrio y actualizar y complementar el estudio de demanda realizado por INECO entre Caldas (sector primavera)-Botero (Santo Domingo). **En cualquier caso, el estudio de demanda deberá analizar todo el corredor, desde Puerto Berrio hasta la Pintada tanto en Pasajeros, como en residuos sólidos y carga de mercancías.**

3.3.1.3 Análisis de Alternativas desde el punto de vista Geométrico

Con base en los resultados del Estudio de la Estructuración Técnica, Legal y Financiera del proyecto “Sistema Férreo Multipropósito” y de la información adicional que sea necesaria tal como cartografía regional o semi-regional, fotos aéreas, imágenes de satélite existentes, información secundaria y recorridos de campo, el consultor plasmará todas las posibles alternativas para el desarrollo del futuro proyecto demarcando con claridad los diferentes trazados, teniendo en cuenta para ello algunos parámetros mínimos como el de pendientes, velocidad de diseño etc a nivel de prefactibilidad o Fase I.

El estudio de identificación de alternativas desde el punto de vista geométrico de fase I, consiste en la definición de corredores de ruta posibles, utilizando en lo posible el trazado existente, teniendo en cuenta las características del terreno y las condiciones que se espera tener en cuanto a: capacidad y velocidades de operación. Estos deberán ser definidos integrando la geología, geotecnia, hidráulica, hidrología, aspectos ambientales, sociales y prediales y la definición de las obras principales necesarias para garantizar las condiciones de estabilidad, ambientales y económicas del corredor.

Con la utilización de cartografía a escala 1:25.000, el Consultor deberá seleccionar trazados que cumplan con las características deseadas. El Consultor podrá definir todas las alternativas posibles que considere convenientes, pero entre las cuales deberá estar como mínimo el trazado existente y la propuesta entregada por la Promotora Ferrocarril de Antioquia las cuales se evaluarán desde el punto de vista geológico, geométrico, hidráulico, hidrológico ambiental, social, predial y económico y de cuyo resultado se tendrá

como mínimo una (1) alternativa de trazado para el corredor férreo. El Consultor realizará para cada corredor seleccionado, el trazado de la línea de cerros cumpliendo con la pendiente máxima y realizando una descripción detallada de cada uno de los corredores férreos estudiados, incluyendo los aspectos relevantes que los identifiquen y que los diferencian. En la descripción de cada tramo se deberán incluir aspectos tales como tipo de terreno, longitud, pendiente longitudinal, velocidad de estudio preliminar, estimación de obras mayores (puentes, viaductos, túneles, entre otras), zonas inestables, aspectos sociales, ambientales, geológicos, entre otros.

Se deberán establecer las características geométricas de cada corredor, teniendo en cuenta que las especificaciones deberán cumplir las exigencias de una vía doble, trocha dual mediante la implementación de un tercer o cuarto riel según lo establezca el estudio. Las características a considerar son las siguientes:

- Pendiente Máxima.
- Radios mínimos
- Ancho de la sección
- Galibo estructural del corredor.

Con base en la información cartográfica, en cada corredor se deberá clasificar el terreno en (Plano, Ondulado, Montañoso, Escarpado) dependiendo de la pendiente transversal y definir tramos homogéneos por tipo de terreno.

Las disposiciones y alcances que deberá tener en cuenta el consultor para el análisis de alternativas se encuentran relacionado en el Anexo II del presente documento.

Nota: Con base en el estudio de demanda, el consultor analizará la conveniencia de implementar vía doble, trocha estándar y/o trocha dual en cada uno de los tres tramos que son objeto de la presente estructuración. En principio se ha identificado que el servicio mixto del tramo 2 es muy claro por la necesidad que tiene el área urbana del Valle de Aburrá de transportar pasajeros, carga y residuos sólidos, no obstante, en los tramos 1 y 3 no se cuenta con información que permita establecer el tipo de servicio y trocha adecuado a implantar.

3.3.1.4 Debida Diligencia Legal

A continuación, se relacionan los lineamientos y requisitos que deberá seguir el consultor para la Debida Diligencia Legal y en general para la realización de las tareas del Alcance de la Consultoría. Todos los siguientes productos deberán ser aprobados por la Interventoría antes de la entrega definitiva a la Promotora Ferrocarril de Antioquia:

- a. Revisar y presentar informe del marco legal, regulatorio y contractual aplicable al Proyecto, entre otros, las leyes relacionadas con infraestructura y sector transporte, contratación pública y tratados de libre comercio, concesiones públicas y asociaciones público privadas, aspectos tributarios, ambientales, sociales, prediales y régimen presupuestal.
- b. Identificar, analizar integralmente y entregar dentro de la debida diligencia legal las conclusiones y recomendaciones que se requieran para cumplir, como mínimo, con lo establecido en el artículo 7 de la

Ley 1682 de 2013, es decir, la existencia en el área de influencia directa e indirecta del proyecto de:

- a) Las redes y activos de servicios públicos, los activos e infraestructura de la industria del petróleo y la infraestructura de tecnologías de la información y las comunicaciones;
- b) El patrimonio urbano, arquitectónico, cultural y arqueológico;

- c) Los recursos, bienes o áreas objeto de autorización, permiso o licencia ambiental o en proceso de declaratoria de reserva, exclusión o áreas protegidas;
 - d) Los inmuebles sobre los cuales recaigan medidas de protección al patrimonio de la población desplazada y/o restitución de tierras, conforme a lo previsto en las Leyes 387 de 1997 y 1448 de 2011 y demás disposiciones que las modifiquen, adicionen o complementen;
 - e) Las comunidades étnicas establecidas.
 - f) Títulos mineros en procesos de adjudicación, otorgados, existentes y en explotación;
 - g) Diagnóstico predial o análisis de predios objeto de adquisición.
- c. Revisión, en caso de que existan, los contratos existentes que afecten directamente el desarrollo del Proyecto en el corredor. Como parte de la Debida Diligencia legal, el CONSULTOR deberá estudiar los informes de interventoría si existen, y examinar la relevancia para su objeto.
- d. Revisar y presentar informe del estado de los procesos judiciales culminados o en curso que afecten el proyecto, así como las acciones constitucionales presentadas, si las hubiere.
- e. Identificación de los problemas en materia legal, regulatoria, fiscal y contractual, que se hayan presentado en concesiones de red férrea similares en nuestra región y a nivel nacional y propuesta de mecanismos para evitar o mitigar estos problemas en la presente consultoría. Estos podrán estar relacionados con el contrato de concesión, el proceso de licitación u otro acuerdo regulatorio.
- f. Identificar las aprobaciones, licencias y autorizaciones requeridas para el Proyecto, incluyendo aquellos asuntos relacionados con temas administrativos, sociales y ambientales, así como asumir los costos que se generen por la obtención de las licencias, permiso u cualquier otro documento que se requiera para tener las autorizaciones ambientales.
- En línea con esto, y en caso que así se determine, se deberán preparar los documentos legales respectivos con el fin de obtener dichas aprobaciones requeridas por el Gobierno de Colombia para proceder con el proceso de concesión del proyecto, en especial, dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 39 de la ley 1682 de 2013.
- g. Participación en discusiones con la Nación, incluyendo agencias regulatorias, como gobiernos locales o departamentales (en caso de ser necesario), sobre temas de los documentos legales de la Consultoría.
 - h. Para aquellos tramos que tengan o involucren concesiones existentes de cualquier tipo, el CONSULTOR analizará el impacto legal de las alternativas identificadas, relacionando las obligaciones futuras del concesionario respecto a los tramos de red férrea que hay utilizado y no haya repuesto.
 - i. Realizar dentro de la debida diligencia, el estudio de la normatividad vigente y aplicable en materia férrea para el desarrollo del proyecto, incluyendo tratados, acuerdos bilaterales y convenios internacionales suscritos por el Gobierno de Colombia, así como las leyes, decretos y resoluciones aplicables.
 - j. Realizar dentro de la debida diligencia, el estudio de la normatividad vigente y aplicable en materia de transporte vial y férreo, así como los análisis que se requieran de sistemas de transporte público, a fin

de recomendar la mejor solución costo beneficio, para la conexión del valle del aburrá, de acuerdo a los lineamientos que para tal efecto señale la autoridad de transporte del mismo.

- k. Elaborar y presentar el esquema jurídico básico de la alternativa seleccionada, el cual deberá contener, como mínimo:
- Su justificación.
 - El diagnóstico de la situación jurídica de los contratos de concesión o de obra pública vigentes que incluyan en su objeto tramos comprendidos en los trazados de los proyectos contratados.
 - Los objetivos generales y específicos, así como las actividades necesarias para su logro.
 - La identificación de los responsables de las actividades mencionadas en el literal anterior.
 - Metodología y fases de implementación.
 - Los riesgos de la implementación.
 - Cronograma de actividades y productos a entregar.
 - Modelo de asociación o de integración de los actuales contratos de concesión y/u Obra Pública en caso de que existan.
- l. Establecer los procedimientos y requisitos necesarios para la vinculación de capital privado de acuerdo con la alternativa seleccionada de carácter financiero y comercial.
- m. Rendir concepto sobre los instrumentos jurídicos que permitan la restitución de los tramos férreos utilizados por concesiones actuales y/o contratos de obra pública en ejecución.

3.3.1.5 Listado de productos específicos a esta área

El CONSULTOR preparará los siguientes productos que deberán ser aprobados por la Interventoría y la Promotora del Ferrocarril de Antioquia S.A.S.

Debida Diligencia legal: El CONSULTOR entregará la debida diligencia al finalizar la ETAPA I teniendo en cuenta, entre otros los numerales del presente capítulo, así como otros aspectos que considere relevantes.

NOTA: La debida diligencia podrá ser objeto de ajustes posteriores a su entrega, cuando sea necesario para complementar su contenido a la alternativa seleccionada durante la Etapa III.

3.3.1.6 Otras consideraciones a tener en cuenta en el Análisis de Alternativas

Diagnóstico del corredor actual (Alternativa obligatoria)

Una de las alternativas a considerar obligatoriamente en este estudio se refiere al corredor actual para determinar definitivamente si mediante una rehabilitación y/o mejoramiento y/o reconstrucción en la infraestructura el corredor podrá alcanzar un nivel de eficiencia y seguridad aceptable para la demanda estimada y proyectada o si por el contrario se hace absolutamente necesario intervenir el corredor mediante la construcción de algunos tramos adicionales (alternativa del metro) o mediante otro trazado diferente como solución del transporte ferroviario en la red de Antioquia.

Para determinar la funcionalidad del corredor, el consultor deberá revisar, complementar y elaborar el diagnóstico preliminar con base en las disposiciones que se enuncian en el Anexo II, ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA EL TRAMO 2 y la información de diagnóstico entregada al consultor por parte de la Promotora Ferrocarril de Antioquia SAS, sin que lo anterior excluya al consultor de realizar otros análisis técnicos y complementar la información proporcionada para ejecutar satisfactoriamente el diagnóstico.

Recomendación de Alternativa de Trazado óptima

La alternativa recomendada, será el resultado de la evaluación interdisciplinaria, de todas las áreas de estudio de los diferentes corredores de ruta estudiados. El consultor deberá comentar las ventajas y desventajas del corredor o corredores de ruta seleccionada e incluir las posibles limitaciones que este o estas puedan tener desde el punto de vista geométrico.

Planos de entrega para el Análisis de Alternativas

Todos los planos que resulten del estudio y la elaboración de esta sección deberán cumplir lo que establece el Anexo II del presente documento.

Socialización de Alternativas con las autoridades ambientales

Con la información preparada para el análisis de los corredores el CONSULTOR solicitará un pronunciamiento de la autoridad ambiental sobre la necesidad de licencia ambiental para establecer si es necesario o no presentar DAA de acuerdo a los trazados que se presenten. El Consultor deberá desarrollar la mejor estrategia para no tener que presentar DAA y asegurar de manera previa el otorgamiento de los permisos necesarios para la construcción por parte de la autoridad ambiental competente una vez el resultado de esta Consultoría se materialice como proyecto.

En caso de requerir DAA se deberá contemplar lo estipulado en el presente documento y su elaboración se desarrollará en forma paralela con la etapa I y se iniciará una vez haya transcurrido un (1) mes de la etapa I, plazo en el que se tendrán listas las alternativas y tendrá una duración máxima de tres (3) meses.

El consultor deberá realizar todos aquellos estudios, análisis, requerimientos o solicitudes que las autoridades ambientales competentes decidan considerar que sean necesarias para la aprobación del trazado de la alternativa seleccionada por la Promotora Ferrocarril de Antioquia SAS.

NOTA:

En caso de que la autoridad competente requiera DAA, la Promotora revisará con el Consultor los ajustes contractuales requeridos en el componente ambiental.

3.3.2 ETAPA II – ESTUDIOS Y DISEÑOS EN FACTIBILIDAD AVANZADA

La Etapa II deberá empezar a ejecutarse una vez la alternativa seleccionada sea aprobada por parte de la Interventoría y la Promotora Ferrocarril de Antioquia SAS, esto es a los 30 días de firmada la orden de inicio, y tendrá una duración máxima de seis meses (6.0) contados a partir de la firma de la orden de inicio.

En esta etapa del proyecto, el consultor elaborará los estudios a **nivel Fase II** de la alternativa seleccionada con base en lo analizado en la ETAPA I de la consultoría.

Elaboración de los Estudios Técnicos y Diseños de la Alternativa seleccionada

El consultor realizará y finalizará los demás estudios técnicos requeridos, de acuerdo al Anexo II en las áreas de ingeniería, de acuerdo a los lineamientos y requisitos detallados en los respectivos Anexos del presente Alcance de la Consultoría:

1. Ingeniería: Comprende entre otros, los estudios a nivel de factibilidad avanzada de Topografía, Diseño Geométrico, Hidráulica, Hidrología, Geología, Geotecnia, Estructuras Especiales, Infraestructura y Superestructura ferroviaria, Material Rodante y Modelo operacional teniendo en consideración la normatividad aplicable descrita en el Anexo IV.
2. Ambiental: Incluye la identificación de posibles contingencias, metodologías para la elaboración de estudios de impacto ambiental a ser realizados por el contratista, identificación de permisos y la cuantificación de todos los costos asociados al proyecto, siguiendo las normas aplicables en Colombia.
3. Social: Incluye la identificación de posibles contingencias y el desarrollo de metodologías para la elaboración de estudios de impacto social a ser realizados por el contratista. También incluye la elaboración de estudios relacionados con el tema social que no estén directamente relacionados con el tema predial. Este trabajo se hará siguiendo las normas aplicables en Colombia.
4. Predial: Incluye la identificación de posibles contingencias, necesidades de programas de reasentamiento y compra de predios y sus costos. Esto incluirá metodologías para la elaboración de programas de reasentamiento a ser realizados por el contratista y análisis de registro de predios, siguiendo las normas aplicables en Colombia.

Todos los productos de esta etapa deberán ser aprobados por la Interventoría antes de ser presentados a la promotora del Ferrocarril de Antioquia.

3.3.3 ETAPA III – ESTRUCTURACIÓN FINANCIERA Y LEGAL

La Etapa III deberá empezar a ejecutarse una vez hayan transcurrido tres (3) meses de la etapa II y tendrá una duración máxima de tres (3) meses.

3.3.3.1 ESTRUCTURACION FINANCIERA Y LEGAL

A continuación se relacionan los lineamientos y requisitos que deberá seguir el consultor para la Estructuración Financiera y legal. Todos los siguientes productos deberán ser aprobados por la Interventoría antes de ser presentados a la promotora del Ferrocarril de Antioquia.

El objetivo principal del trabajo en materia financiera es la definición de una estructura financiera para la alternativa escogida en la Etapa I, que permita maximizar los beneficios para la sociedad y la Nación, que optimice el uso de los recursos fiscales y que garanticen su viabilidad y bancabilidad con el sector financiero. De acuerdo con los estudios técnicos y diseños de la alternativa seleccionada, se deberán incluir en la estructuración las alternativas de financiación, el esquema y estimación inicial de plazo, la estructura de ingresos, proyecciones de pasajeros, proyecciones de residuos sólidos, proyecciones de

carga, proyecciones de inversiones en material rodante para atender la demanda de pasajeros, Residuos sólidos y carga proyectada, costos de operación, costos de conservación y mantenimiento de la infraestructura y del equipo y todos los demás aspectos necesarios para la estructuración.

Esto incluye a su vez, la evaluación y diseño, administración y cuantificación del impacto de los riesgos de la alternativa seleccionada, así como sus posibles mitigantes. El Consultor deberá llevar a cabo las siguientes tareas:

3.3.3.1.1 *Debida diligencia financiera*

- Presentar un documento de Análisis comparativo “Benchmark”, del proyecto multipropósito Ferrocarril de Antioquia, identificando mejores prácticas internacionales en el diseño, construcción y operación de sistemas férreos de este tipo, el cual deberá ser aprobado por la Interventoría y la Promotora. Este documento deberá presentar, sin limitarse, las siguientes variables de análisis y deberán analizarse mínimo tres (3) experiencias (Uno por continente) de sistemas férreos con condiciones similares a las del Proyecto objeto del contrato:
 - Análisis de mercado y reconocimiento del negocio y su entorno.
 - Análisis del crecimiento y comportamiento de demanda y operaciones férreas con condiciones similares a las del Proyecto frente a las entregadas de acuerdo con lo establecido en las Obligaciones Específicas establecidas en el presente documento.
 - Variables socioeconómicas y su impacto a nivel Local, Regional, Nacional e Internacional.
 - Comparativo de variables de impacto financiero, tales como ingresos regulados e ingresos no regulados (los que se identifiquen y demás que solicite la Promotora Ferrocarril de Antioquia), inversiones, costos de operación, administración y mantenimiento mayor y rutinario.
 - Análisis de los insumos de ingresos del Estudio Tarifario, según se establece en las Obligaciones Específicas establecidas en el presente documento.
 - Análisis de posibles fuentes de ingresos alternativos
 - Análisis de revisión, verificación de los costos de los insumos técnicos. Comparándolos con otras experiencias internacionales.
 - Análisis comparativo especificando ventajas y desventajas de las mejores prácticas en la construcción y operación férrea.
 - Hacer los análisis que la Promotora ferrocarril de Antioquia determine pertinentes y se soliciten durante la vigencia del contrato.

3.3.3.1.2 *Análisis de posibilidades de financiación del proyecto.*

Presentar un documento de Análisis de las diferentes alternativas de financiación del Proyecto. Este documento deberá presentar, sin limitarse, las siguientes variables de análisis:

- Efectuar un análisis de la capacidad de financiamiento con que cuenta el país, a través del mercado financiero y de capitales inclusive, teniendo en cuenta las necesidades actuales y la demanda futura de recursos para el financiamiento de proyectos de infraestructura, y esto, frente a las demandas de los demás sectores de la economía.
- Analizar experiencias de financiación de proyectos de infraestructura férrea en Colombia, principalmente aquellos en los que se vincula capital privado.
- Analizar experiencias internacionales de financiación de proyectos de infraestructura y la posible aplicabilidad al presente proyecto.

- Dentro del análisis, el Consultor no debe limitarse únicamente a las posibilidades existentes en el mercado para este tipo de proyectos. Debe también evaluar, proponer y cuantificar todas las alternativas que encuentre viables y se identifiquen durante este proceso.
- Esta labor de investigación incluirá un análisis de las opciones de financiación y de las condiciones de estas (plazo, tasa, garantías, montos, método de amortización, etc.).
- Analizar la regulación y situación actual de los mercados de capitales para evaluar la posibilidad de financiar la alternativa seleccionada mediante mecanismos como emisión de bonos o titularizaciones, entre otros.
- En su análisis de escenarios, el Consultor identificará y discriminará su trabajo teniendo en cuenta la etapa del Proyecto (pre-construcción, construcción y operación). Presentará y analizará los costos de financiación de las diferentes alternativas de financiación a nivel local e internacional para proyectos de infraestructura férrea. Para tal efecto, el CONSULTOR incluirá el análisis de opciones tales como ECAS, A/B loans, multilaterales, gobierno a gobierno, bancos de desarrollo, bonos, titularizaciones en el mercado local e internacional, private placements, monoliners entre otras.
- Hará parte del trabajo global del Consultor identificar aspectos de explotación económica no detectados anteriormente; deberá considerar y evaluar el impacto de dichos aspectos en las posibilidades de financiación del proyecto, y permitir que el modelo financiero tenga la flexibilidad de integrar o no dichos aspectos. Entre estos ingresos adicionales, que podrán servir para apalancar el Proyecto se encuentran desarrollos inmobiliarios en las zonas conexas al corredor férreo, explotación turística de las zonas aledañas, valorización de la tierra aledaña al corredor férreo etc. El Consultor Integral deberá propender por utilizar la experiencia internacional para estos efectos. El Consultor Integral también tendrá en cuenta e incluirá, en su análisis de alternativas de financiación, los recursos públicos de impuestos como la valorización predial.

3.3.3.1.3 *Elaboración del/los modelo(s) financiero(s)*

Objetivo: Desarrollar un modelo financiero parametrizado y flexible que, a partir de la información de ingresos, inversión y costos de operación valorados, formule las proyecciones financieras para el proyecto y construya los Estados Financieros proforma: Balance General, Estado de Resultados, Flujo de Caja y Estado de Fuentes y Usos y definir la tasa de descuento adecuada para la evaluación del proyecto.

- El Consultor deberá organizarse para que todos los insumos técnicos (demanda, costo de la obra, costo de mantenimiento, costos de operación, material rodante y equipo férreo requerido, mantenimiento y reposición de equipo férreo, etc.) puedan ser incorporados en el(los) modelo(s) financiero(s) que arroje los resultados requeridos y permita hacer análisis de escenarios.
- Para la elaboración del/los modelo(s) financiero(s), el Consultor tendrá en cuenta tanto los parámetros estándares requeridos según la práctica internacional para archivo en formato Excel (".xis" o ".xlsx") de este tipo de proyectos, como los lineamientos para el modelo financiero que le será entregado por la Promotora. Estos elementos deberán estar debidamente formulados, libres de protección, integrados en el sentido que toda la información de entrada deberá estar incluida en el archivo, así como manipulables por parte de los funcionarios que se designen para tal efecto por parte de la Promotora Ferrocarril de Antioquia. El modelo deberá poderse correr en tiempo real y será obligación del consultor capacitar a los funcionarios que sean designados por la Promotora Ferrocarril de Antioquia sobre el manejo del modelo, sin perjuicio de que el Consultor está obligado en todo momento a realizar escenarios y corridas que se le soliciten a discreción de la Promotora en los tiempos solicitados por la Promotora.
- Para la elaboración del(los) modelo(s) financiero(s), el Consultor deberá expedir previamente los siguientes conceptos:

- Presentar el documento de análisis de alternativas de financiación de acuerdo con lo establecido en el literal anterior, e incluir el resultado de fuentes de financiación, tanto internas como externas, y analizando las de más largo plazo y presentar los escenarios tenidos en cuenta en el análisis.
 - Presentar concepto debidamente sustentado, en relación con las condiciones financieras para adelantar el proceso contractual requerido, en coordinación con las condiciones legales y técnicas definidas en el proceso de estructuración y aprobadas por la Interventoría y la Promotora.
 - En caso de existir, elaborar los documentos de entendimiento que permitan sustituir los derechos contractuales vigentes correspondientes a contratos actuales y su verificación con los flujos financieros proyectados, acompañando la negociación respectiva.
 - Presentar concepto en relación con la necesidad o no de realizar modificaciones en la regulación en materia férrea con la correspondiente propuesta, si a ello hay lugar.
 - Presentar el análisis tributario aplicable al Proyecto de acuerdo a la normatividad vigente y al negocio férreo (incluyendo impacto en la documentación contractual para la construcción y operación y en el modelo financiero), tanto de impuestos Nacionales como locales.
- Realizar las proyecciones financieras periódicas en pesos corrientes que incluyan por lo menos los siguientes componentes: balance general, flujo de caja, estado de resultados, indicadores financieros aplicables a este tipo de proyectos, servicio de deuda, seguros, inversiones, costos y gastos, análisis de fuentes y usos, flujo de caja libre del proyecto, financiación, tasas de interés, además de las que considere aplicables, convenientes y oportunas para este tipo de proyectos.
 - Análisis de fuentes de ingresos adicionales, por ejemplo, la explotación comercial.
 - Realizar el análisis tributario aplicable a la alternativa seleccionada de acuerdo a la normatividad vigente (incluyendo impacto en la documentación para la concesión en caso de ser esta la alternativa y en el modelo financiero de ser aplicable).
 - Realizar el análisis de seguros aplicable a la alternativa seleccionada (incluyendo impacto en la documentación para la concesión en caso de ser esta la alternativa y en el modelo financiero).
 - Incluir diferentes fuentes de financiación, tanto internas como externas, y analizando las de más largo plazo.
 - Considerar las limitaciones fiscales del Gobierno Nacional, Departamental, Municipal y de todas las Entidades involucradas en el Proyecto.
 - Buscar los mecanismos para reducir el impacto fiscal, conservando el atractivo del proyecto para la participación privada.
 - Reflejar el impacto financiero y de demanda de la alternativa seleccionada.
 - Realizar el análisis y propuesta de tasa de descuento idónea para el proyecto, de acuerdo con las condiciones de mercado vigentes, sin perjuicio de realizar escenarios con la tasa generada por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público.
 - El Consultor, basado en su modelo o modelos financieros, realizará diferentes tipos de análisis y mostrará los resultados de los mismos en el Modelo Financiero de la alternativa seleccionada, así como en el Informe Final. Dichos análisis tendrán en cuenta lo siguiente:
 - i. Simulación y evaluación de resultados de la Alternativa Seleccionada, incluyendo tarifas, costos técnicos, costos de operación, costos de mantenimiento de equipos férreos, condiciones de la deuda, estructura de capital, variables macroeconómicas, cronograma de inversión, valor de los predios y todas las demás variables que podrían afectar la rentabilidad y/o la posibilidad de tener un proyecto financiable.
 - ii. Correr escenarios críticos con el fin de evaluar el comportamiento del modelo en situaciones donde se afectan una o más variables. Para estos efectos deberá usar

simulaciones de Monte Carlo u otra metodología que permita medir el impacto de los riesgos del proyecto y el costo de mitigarlos tanto para el sector privado como para el sector público.

- iii. Efectuar otros análisis complementarios que resulten necesarios y que sean requeridos por la supervisión de esta consultoría para evaluar la viabilidad financiera del Proyecto.
 - iv. Calcular la rentabilidad esperada del Proyecto y del inversionista
 - v. Calcular el impacto financiero de la alternativa.
- En caso que así se determine en el resultado del ejercicio financiero, el consultor deberá acompañar a la Promotora en las reuniones para la revisión del modelo financiero y pasivos contingentes ante el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, o antes cualquier otra entidad nacional o internacional, con el fin de obtener la aprobación correspondiente, en caso tal que se requieran recursos públicos y que vayan a ser suministrados por el Gobierno nacional.

3.3.3.1.4 *Diseño y análisis de la estructura financiera*

- El Consultor realizará diferentes tipos de análisis y mostrará los resultados de los mismos en el Modelo Financiero del Proyecto, así como en el Informe de Estructuración. Dichos análisis tendrán en cuenta lo siguiente:
 - Simulación y evaluación de resultados ante cambios en niveles de demanda, tarifas, ingresos no regulados, costos de inversión, costos de operación y mantenimiento, condiciones de la deuda, cambios en el capital, variables macroeconómicas, cronograma de inversión, valor de los predios y todas las demás variables que podrían afectar la rentabilidad y/o la posibilidad de tener un proyecto financiable.
 - Correr escenarios críticos con el fin de evaluar el comportamiento del modelo en situaciones donde se afectan una o más variables. Para estos efectos deberá usar simulaciones de Monte Carlo u otra metodología que permita medir el impacto del proyecto y los riesgos asociados y el costo de mitigarlos tanto para el sector privado como para el sector público, donde se genere un análisis de sensibilidades en las variables más relevantes de los escenarios críticos.
 - Efectuar otros análisis complementarios que resulten necesarios para evaluar la viabilidad financiera del Proyecto.
 - Este diseño deberá propender por incentivar la obtención de recursos del mercado de capitales e/o inversionistas institucionales. En caso que el Consultor sugiera una emisión de títulos del proyecto, deberá estimar la calificación que estos podrían recibir en el mercado de capitales.
 - Calcular la rentabilidad esperada del Proyecto y del inversionista
 - Diseñar la estructura financiera óptima de tal forma que se minimicen los aportes de la Nación y/o del Gobierno Departamental y el proyecto sea viable y financiable.
 - El diseño a su vez, buscare incluir esquemas de fiducia para la administración de los recursos, estructuración de garantías y proponer la capacidad financiera mínima que deberán tener los futuros oferentes interesados, según apliquen.
- Como resultado, dicho diseño determinará los requerimientos de aportes de capital para el proyecto. De igual forma, en caso que el Proyecto se concesione y genere superávits, deberá contemplar la posibilidad que el tiempo de la concesión sea variable o que el concesionario reconozca pagos a favor de la Promotora y/o Nación y/o Departamento según se establezca por parte de la Promotora.

3.3.3.1.5 *Diseño y Análisis del Negocio*

- Presentar un Análisis Estratégico, que describa el diagnóstico definitivo de la Estructuración Integral con sus diferentes fases de preconstrucción, construcción y etapa de operación, el cual debe contener mínimo, pero sin limitarse, una estrategia que integre el tren multipropósito del valle de aburra con los centros logísticos del Valle del Aburra y la región, los posibles centros de transferencia de carga y de residuos al interior de los municipios del Valle del Aburra, el metro de Medellín, el ferrocarril del pacifico y Puerto Berrío, que permita al Gobierno la decisión de una planeación a corto, mediano y largo plazo y que incorpore los impactos sociales, económicos, ambientales.
- Identificar las razones que motivarían a los diferentes Usuarios de servicios de transporte para utilizar el ferrocarril, para esto deberá:
 - Adelantar reuniones de socialización del proyecto con empresas de carga, mercancías, residuos sólidos y pasajeros que permitan presentar alternativas para la viabilidad del proyecto.
 - Presentar los resultados de las reuniones de coordinación y acuerdo con los terceros involucrados en el proyecto, como: Privados, Metro de Medellín, EPM, Prestadores de Servicio de transporte, Gobernación, Municipios, CAR, ANLA etc.
 - Entre los resultados se esperan cartas de intención de las empresas movilizadoras de carga, mercancías, residuos sólidos, pasajeros entre otras, o la suscripción de memorandos de entendimiento, en este proceso deberá ser concertado con la Autoridad de Transporte del Área Metropolitana del valle del Aburra y las demás autoridades que se requieran y se realizará de conformidad con la estrategia que se defina por parte de la Promotora.

3.3.3.1.6 *Evaluación de riesgos del proyecto*

- Identificar, tipificar, asignar, cualificar, calificar, valorar, cuantificar y diseñar mecanismos de mitigación y compensación de los riesgos para el Proyecto.
- Describir dentro de la matriz de riesgo, la respectiva justificación de la calificación de cada riesgo y su respectiva regulación dentro del contrato.
- Determinar el valor de las contingencias generadas por el proyecto, tanto para el privado como para el público, con base en un modelo probabilístico, con la metodología establecida por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público, de las variables que puedan llegar a tener un impacto en el desarrollo del Proyecto, bajo el marco regulatorio correspondiente. En caso de presentarse riesgos que no cuenten con una metodología aprobada por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público -MHCP, el Consultor Integral deberá presentar unas cifras de valoración de dichos riesgos conforme a una metodología adecuada para este.
- En caso de ser solicitado por la Promotora, realizar los respectivos paneles de expertos de riesgos requeridos por la Entidad para tener los insumos necesarios para la valoración del riesgo respectivo. Lo anterior, de acuerdo con la metodología vigente publicada por el Departamento Nacional de Planeación.
- Realizar los ejercicios y simulaciones solicitadas por la entidad con el objeto de analizar posibles escenarios y aplicar diferentes tipos de análisis y metodologías solicitadas por la entidad y/o por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público y el Departamento Nacional de Planeación.
- Considerar dentro de los mecanismos de mitigación de riesgos del Proyecto, instrumentos financieros del mercado de capitales o pólizas o seguros según el caso.
- Elaborar el documento correspondiente en el que se describan, justifiquen y soporten debidamente todos los ejercicios realizados en materia de riesgos.

- Realizar el Análisis de Elegibilidad y el Análisis Multicriterio, teniendo en cuenta los documentos guía del Ministerio de Hacienda y Crédito Público en caso de requerirse recursos públicos por parte de la Nación.
- Considerar en el modelo financiero y en cada valoración de pasivos contingentes los lineamientos en materias de tasas, riesgos y de proyecciones macroeconómicas definidos por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público. El modelo deberá propender por un esquema que entregue a la Nación solo aquellos riesgos que pueda y deba asumir, de acuerdo con los esquemas modernos aplicables en el mundo sobre la distribución de estos riesgos.
- Realizar el respectivo acompañamiento a las entidades respectivas para la revisión y justificación del análisis de riesgos y realizar los ajustes correspondientes solicitados por las mismas, con el fin de la obtención de la aprobación correspondiente.

El modelo financiero y la valoración de pasivos contingentes deberá tener en cuenta, entre otros, los lineamientos en materias de tasas, riesgos y de proyecciones macroeconómicas definidos por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público. El modelo deberá propender por un esquema que entregue a la Nación solo aquellos riesgos que pueda y deba asumir, de acuerdo con los esquemas modernos aplicables en el mundo sobre la distribución de estos riesgos.

3.3.3.1.7 Otros aspectos a realizar

- El Consultor elaborará, si resulta pertinente de acuerdo a las alternativas de financiación y ejecución del proyecto y según solicitud realizada por la Promotora, la evaluación socioeconómica del proyecto y el proyecto de documento CONPES o cualquier otro tipo de documento que se requiera para ser presentado ante las entidades gubernamentales pertinentes para su discusión. La evaluación socio económica deberá presentarse en los términos indicados por la Promotora.

3.3.3.2 RECOMENDACION DEL ESQUEMA DE CONTRATACION DEL PROYECTO

El consultor preparará un análisis de justificación del mecanismo para contratar la alternativa escogida de acuerdo al análisis de riesgos, a través de:

- i) Contrato de obra pública, o
- ii) Contrato de Asociación Publico Privada (APP) o
- iii) Esquema de contratación mixto (Obra pública para la construcción de la infraestructura y APP para la adquisición de material rodante y operación del proyecto).

Para lo anterior, El Consultor utilizará la **metodología del comparador público privado** establecido por el Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

Listado de productos específicos a esta área

El CONSULTOR preparará los siguientes productos que deberán ser aprobados por la Interventoría y la Promotora Ferrocarril de Antioquia S.A.S:

- Realizar el cálculo del Valor por Dinero y el Comparador Público Privado, de acuerdo con la metodología establecida por el Departamento Nacional de Planeación y de acuerdo con la Normatividad Vigente.
- Entregar los documentos soportes del cálculo de dicha metodología.
- Realizar el análisis y la valoración de riesgos requerida para el cálculo de los riesgos privados y los riesgos públicos.
- Realizar los escenarios y modelaciones solicitados para verificar efectos sobre el Valor por Dinero.
- Modelo Financiero
- Realizar el respectivo acompañamiento a las entidades respectivas para la revisión y justificación del Comparador Público Privado y realizar los ajustes correspondientes solicitados por las mismas, con el fin de la obtención de la aprobación correspondiente.

Otras presentaciones técnicas a la Promotora Ferrocarril de Antioquia SAS relacionadas con el avance de los trabajos y principales aspectos para discusión con Entidades del Gobierno Nacional, departamental, Gobiernos extranjeros (se estima que será necesario realizar presentaciones al menos una vez al mes).

3.3.3.3 Estructuración Jurídica.

A continuación, se relacionan los lineamientos, requisitos y productos que deberá seguir y entregar el Consultor Especializado a fin de conformar la Estructuración Jurídica, y en general para la realización de las tareas de la presente Actividad de Estructuración. Los siguientes productos deberán ser aprobados por la Promotora.

1. Presentar ajustada la debida diligencia legal realizada en la Etapa I.
2. Presentar propuestas para revisión y aprobación de la Promotora para definir los términos y condiciones del proceso de selección (pliego de condiciones) para escoger el futuro contratista de obra y/o Concesionario, según se defina en esta estructuración integral, de tal forma que se garantice la selección objetiva, se eviten los precios artificialmente bajos y se protejan los intereses del Estado.
3. Presentar propuestas para revisión y aprobación de la Promotora, para definir los términos contractuales del contrato de obra, concesión y/o cualquier otra forma de participación que se defina en esta estructuración, incluyendo, pero sin limitarse a ello, las alternativas de ingresos, retribuciones, asignación de riesgos y las contraprestaciones o compensaciones a que haya lugar.
4. Elaborar los documentos jurídicos necesarios para la formulación, estructuración e implementación del proyecto, para revisión y aprobación de la Promotora tales como:
 - a. Cartas de intención, memorandos de entendimiento, convenios interadministrativos, estudios previos, matriz de riesgos, proyecto de pliegos, pliegos de condiciones, contrato de obra pública, contrato de Concesión bajo el Esquema de Asociación Público Privada, Contrato de Alianza y en general cualquier documento precontractual o contractual que resulte necesario para implementar el proyecto.
 - b. Estudios previos, matriz de riesgos, proyecto de pliegos, pliegos de condiciones, contrato y en general cualquier documento precontractual o contractual que resulte necesario para contratar la interventoría del Contrato de Construcción, Concesión bajo el esquema de Asociación Público Privada y/o cualquier otra forma de participación que se establezca.
 - c. Los proyectos normativos requeridos para la implementación del proyecto, como, por ejemplo, decretos, resoluciones, documentos CONPES y los demás que sean requeridos durante la ejecución del contrato de Consultoría.
 - d. Las solicitudes que deban formularse ante entidades u organismos del orden nacional, departamental o municipal para la obtención de las autorizaciones requeridas para cumplir con los objetivos del proyecto.

e. Los acuerdos o convenios con terceros públicos o privados, incluyendo memorandos de entendimiento, que la Promotora requiera para garantizar la ejecución del Contrato de construcción y/o Concesión bajo el esquema de Asociación Público Privada o bajo cualquier otro esquema que permita sacar adelante el proyecto.

5. Presentar para efectos de la bitácora del proyecto el informe que sustente los aspectos de fondo del proyecto de Contrato de obra y/o Concesión bajo la modalidad de Asociación Público Privada, así como de la minuta del Contrato de Interventoría.
6. Prestar la asesoría y apoyo necesario a la Promotora en todos los aspectos jurídicos relevantes para la estructuración integral del proyecto, incluyendo el seguimiento de los cambios normativos a nivel nacional e internacional y actualizaciones técnicas a que haya lugar hasta la fecha de presentación de las propuestas.
7. Prestar la asesoría, acompañamiento y apoyo necesario a la Promotora durante todo el proceso de selección para la escogencia del futuro contratista y/o concesionario, incluyendo, elaboración de conceptos y recomendaciones, así como la preparación de respuestas escritas a las preguntas realizadas durante todo el proceso de selección para revisión y aprobación de la Promotora.
8. El consultor diseñará y ejecutará un plan de mercadeo para el proyecto con el fin de adelantar el proceso de selección respectivo.
9. El Consultor identificará interesados potenciales y redactará un reporte preliminar que especifique las cualidades idóneas de dichos inversionistas, así como el raciocinio para incluirlos en su plan de mercadeo
 Como parte del reporte y si la Promotora lo considera conveniente, se incluirá un cronograma o calendario tentativo para la realización de una gira de promoción. Este producto será dispuesto para la aprobación previa de la Promotora. Este plan de mercadeo tomará la forma de un road show en donde se tendrán diálogos con potenciales inversionistas y financiadores nacionales e internacionales en aras de atraer su participación al proceso de licitación.
10. El contratista suministrará a la Promotora toda la información con el fin de implementar un cuarto de datos, físico o virtual para la presentación de la información relevante del proyecto. Así mismo ayudará a la implementación del cuarto de datos si así se lo solicita la Promotora.
11. Revisar el contenido legal de toda la información que se ponga a disposición de los interesados, así como de los futuros oferentes.
12. Revisar cualquier proceso administrativo relacionado con el Proyecto, iniciado por algún tercero durante la estructuración y/o implementación, y presentar a consideración de la Promotora, los argumentos legales para responder a los mismos.
13. Participar con la Promotora y la Nación en discusiones con inversionistas interesados y redacción de cualquier aclaración de los documentos de la licitación, preparando respuestas a cualquier tipo de pregunta (financiera, técnica, jurídica, predial, social, ambiental y procedimental), para revisión de la Promotora, el consultor especializado deberá consultar con los expertos técnicos para verificar que los aspectos técnicos han sido cubiertos.
14. Participar con la Promotora en los procesos de selección del Proyecto y de la Interventoría, así como la revisión de la documentación remitida por los futuros oferentes del Proyecto si así se requiere.
15. Proveer conceptos y asesoría legal, durante cualquiera de las Etapas del proceso. Esto principal pero no exclusivamente, para mitigar cualquier impacto derivado de una reclamación por parte de un futuro oferente que pueda ser realizado en cualquiera de las Etapas del Proyecto.
16. Proveer soporte legal y financiero a la Promotora durante la ejecución o vigencia del contrato y sus obligaciones.
17. Proveer el soporte legal necesario que se requiera para aquellos tramos o áreas incluidas en el objeto que tengan o involucren contratos de obra y/o concesiones existentes, el Consultor analizará el impacto legal de las alternativas identificadas, relacionará las obligaciones futuras del contratista y/o concesionario respecto a los tramos o áreas a recibir en el transcurso del contrato y/o concesión, acompañará a la Promotora en las negociaciones con los contratistas y/o concesionarios existentes en el caso de que las alternativas identificadas y/o la estructura propuesta por el Consultor especializado lo requieran y diseñará y entregará una estrategia legal para estas negociaciones a consideración de la Promotora.

18. Establecer los procedimientos y requisitos necesarios para la vinculación de capital privado que permitan cumplir con las actividades jurídicas de carácter financiero y comercial.
19. Rendir concepto sobre los instrumentos jurídicos que permitan sustituir los derechos contractuales vigentes correspondientes a las concesiones actuales existentes.
20. Apoyar el análisis financiero y de riesgos, desde el punto de vista jurídico y de impacto fiscal en términos de los seguros requeridos para el Proyecto, en particular en la realización del modelo financiero.
21. Prestar la asesoría y apoyo necesario para la elaboración de la interventoría del contrato de obra y/o de concesión en todos los aspectos jurídicos, técnicos y financieros relevantes.
22. Certificar la debida diligencia y los trabajos realizados, indicando que la misma se ajustó a la normatividad aplicable y se garantiza el patrimonio público.
23. De aplicarse un contrato de concesión, realizar el estudio de la normatividad vigente y aplicable en materia tributaria y seguros que permita una adecuada asignación y estimación de los mismos dentro del Contrato de Concesión bajo el esquema de Asociación Público Privada.
24. Realizar el análisis de la política de manejo de riesgo contractual del estado para procesos de participación privada en infraestructura sector férreo, indicando si conforme a su experticia y experiencia y conforme a la magnitud del proyecto se requieren realizar ajustes a dicha política estatal. En caso de no existir alguna política estatal, y que se determine la participación privada, el Consultor deberá proponer los aspectos más relevantes e inmediatos para la misma.
25. Acompañar y realizar los ajustes que se requieran de los estudios, comparador público privado y contratos, entre otros documentos, que solicite al MHCP, el DNP y cualquier otra entidad u organismo para lograr la aprobación del proyecto en caso de requerirse.
26. Realizar un análisis de las fuentes de retribución para el proyecto férreo, que incluya como mínimo los servicios de carga, RSU, tarifas de pasajeros entre otros que se puedan establecer, así como un estudio de los permisos requeridos para establecer dichas fuentes de retribución.
27. Realizar un estudio tributario y fiscal del proyecto férreo que incluya los impuestos aplicables al proyecto y a los usuarios, así como los impuestos a cargo del contratista y/o concesionario actualizado con las reformas tributarias que surjan durante la vigencia de la consultoría.
28. Prestar la asesoría y apoyo necesario a la Promotora en todos los aspectos jurídicos relevantes para la estructuración del proyecto.
29. Los entregables para la Estructuración Legal deben reflejar el desarrollo de las anteriores actividades y las evidencias documentales de las mismas, sin que se limiten a los que a continuación se relacionan.

El Consultor debe presentar los documentos que a continuación se relacionan y que surjan de los resultados de su labor indicados en los puntos señalados anteriormente, y que como mínimo contenga los siguientes:

- a. Actas de Reuniones
- b. Actas de acuerdo
- c. Cartas de intención
- d. Memorandos de entendimiento
- e. Proyectos de Convenios interadministrativos
- f. Proyectos de Ley y documentos CONPES en caso de requerirse
- g. Diagnóstico jurídico del proyecto con las recomendaciones que permitan agilizar su viabilidad.
- h. Estudio normativo, incluyendo la revisión y análisis del marco legal, regulatorio contractual (nacional e internacional) vigente y aplicable al proyecto en el modo férreo y carretero.
- i. Debida diligencia legal
- j. Certificación de la debida diligencia legal, indicando que el proyecto se ajusta al marco legal aplicable y no genera ningún documento patrimonial al Estado.
- k. Documentos requeridos para los procesos de selección requeridos para seleccionar el contratista y/o Concesionario y el Interventor del proyecto que surja de la estructuración de este Proyecto, incluyendo, Estudios previos, Matriz de riesgos, Proyecto de pliego de

Condiciones, Pliego de condiciones, Minuta del Contrato (obra y/o Asociaciones público privadas).

4 ENTREGABLES/PRODUCTOS ESPECÍFICOS DEL CONSULTOR

El siguiente listado corresponde a los entregables que deberá proporcionar el Consultor durante su misión. Se aclara que no todos los entregables están relacionados con un pago, pero su incumplimiento será objeto de sanción. La tabla que determina los pagos se encuentra en el documento de Estudios Previos. Se subraya también que los Anexos I al IV mencionan entregables y/o productos cuyo objeto final es alimentar, aclarar y/o completar el presente listado y que podrán constituir entregables intermedios:

De la Metodología y organización de los trabajos

El consultor proporcionará y presentará una metodología de trabajo y cronograma donde describa la forma en que pretende organizarse para cumplir con las tareas previstas en cada una de las etapas de prefactibilidad y factibilidad y con base en el cronograma previsto para la ejecución total de la consultoría incluyendo lo siguiente:

- El Consultor deberá organizar su estructura de trabajo para que en el caso particular del estudio de demanda de todo el corredor no interfiera con los datos que se necesitan como insumo mínimo necesario para determinar la alternativa más favorable en la zona del Área Metropolitana del Valle de Aburrá que comprende desde tramo Estación Primavera PK 544 en el Municipio de Caldas y la estación Botero PK 460 en el Municipio de Santo Domingo y que deberá entregarse a los 30 días de firmada la orden de inicio.
- Este producto se deberá entregar a los siete (7) días calendario después de la firma del acta de inicio del contrato.

La metodología se deberá entregar siete (7) días después de la firma de la orden de inicio.

a. Organigrama General del proyecto

El organigrama general del proyecto debe diferenciar la prefactibilidad y factibilidad y debe contener mínimo lo siguiente:

- Frentes de trabajo mínimos requeridos.
- Las líneas de mando y coordinación.
- Los niveles de decisión.
- El número de los profesionales y demás recurso humano ofrecido en la oferta y requerido para la ejecución de los trabajos.
- Las funciones del personal que interactuará con La Promotora durante la ejecución del contrato.
- Descripción breve de las políticas de manejo de personal relacionadas con seguros de trabajo, seguridad social y seguridad industrial.
- Al organigrama general deberá anexarse un documento en el que el consultor manifieste, de manera expresa, que cuenta con la coordinación de una oficina central que, entre otros aspectos, le presta soporte de orden técnico, legal, administrativo, financiero y contable.

b. Metodología para la ejecución de las actividades objeto del contrato.

Corresponde al documento mediante el cual el consultor describirá detalladamente la metodología a seguir para la ejecución de la consultoría, tanto para la etapa de prefactibilidad como para la etapa de factibilidad y en cada una de las etapas del contrato establecidas en el Apéndice Técnico, frentes de trabajo y actividades del proyecto.

La metodología para la ejecución de la consultoría debe ser presentada y ejecutada bajo el enfoque de Gerencia de Proyectos considerando los aspectos organizacionales, equipos, relación contractual, comunicaciones e interrelación con la Promotora y su propio equipo, procesos, procedimientos, y controles técnicos y administrativos.

Este documento debe incluir la estructura del Consultor de acuerdo con el organigrama propuesto, el método con el cual desarrollará los trabajos, así como el plan de manejo de seguridad industrial, salud ocupacional y la vinculación del personal no calificado de la región incluyendo las personas en condición de desplazamiento.

En el documento es necesario precisar:

- Metodología a utilizar para la revisión y apropiación del estudio de prefactibilidad existente de corredor y la estrategia a utilizar para enlazar los estudios de prefactibilidad y factibilidad objeto de esta contratación, en especial en el estudio de demanda.
- La metodología a utilizar para: La determinación de la demanda, la identificación de las fuentes de información utilizadas para la modelación y determinación de la demanda, el análisis comparativo de la demanda con y sin proyecto, la zonificación para el análisis del proyecto, la identificación de clientes potenciales, productos, orígenes y destinos, la elaboración de matrices O - D por producto y por sentido, la presentación de escenarios (Alto - Media - Bajo), la identificación de centros de acopio, y de transferencia, la elaboración de un modelo de asignación de flujo y la interacción con la Autoridad regional de transporte, Área Metropolitana del Valle del Aburrá.

Así mismo deberá indicar cuál es la estrategia a seguir para que el cronograma del estudio de demanda de todo el corredor no interfiera con los datos que se necesitan como insumo mínimo necesario para determinar la alternativa más favorable en la zona del Área Metropolitana del Valle de Aburrá que comprende desde tramo Estación Primavera – PK 544 en el Municipio de Caldas y la estación Botero PK 460 en el Municipio de Santo Domingo.

- Características sobresalientes de la metodología propuesta para desarrollar cada una de las actividades indicadas en el programa detallado de la consultoría.
- Organización y control, exponiendo la forma como organizará todas las actividades para cumplir con el contrato. Debe tratar sobre los alistamientos, establecimiento en terreno, frentes de trabajo para cada tramo, cuadrillas o corredores de trabajo, sistemas de comunicación, documentación técnica, cantidad y calidad del personal y los equipos a utilizar, transportes, localización de oficinas y campamentos y, en general, todo lo concerniente con la administración del contrato.
- Mecanismos para analizar, evaluar e implementar los rendimientos propuestos para ejecutar la consultoría en el plazo contractual y los registros de consultoría.

- Procedimientos para el mantenimiento y control de cantidad, calidad y estado de equipos y herramientas requeridos para la ejecución de las actividades programadas en el plazo indicado.
- Estrategia de como presentar a la ANLA las posibles alternativas de trazado con el fin de que no sea necesario realizar Diagnóstico Ambiental de alternativas (DAA) ya que muy seguramente la mayoría del trazado existente se va a rehabilitar y/o reconstruir.

Estudio de prefactibilidad

De la Etapa I – Estructuración técnica y económica

Los productos de esta etapa se deberán entregar de acuerdo a lo indicado a continuación:

- Análisis de alternativas, diagnóstico y situación base proyectada: A los cuarenta (45) días calendario después de la firma del acta de inicio del contrato.
- Estudio de demanda: El estructurador deberá entregar el resultado para la prefactibilidad de acuerdo al tiempo establecido en factibilidad sin ir en detrimento del resultado necesario para la selección de la mejor alternativa.
- Diseño del sistema a nivel de prefactibilidad, patología de la estructura férrea, análisis predial, inventario de las invasiones a lo largo del corredor y cálculo de franja comprometida: A los noventa (90) días calendario después de la firma del acta de inicio.
- Prediseño de la infraestructura y diseño funcional: A los ciento veinte (120) días calendario después de la firma del acta de inicio.
- Aspectos complementarios y costos del proyecto: A los ciento veinte (120) días calendario después de la firma del acta de inicio.

De la Etapa II – Estructuración financiera y legal

Los productos de esta etapa se deberán entregar de acuerdo a lo indicado a continuación:

- Marco institucional y evaluación tarifaria: A los ciento cincuenta días (150) días calendario después de la firma del acta de inicio del contrato.
- Estructuración Financiera y Legal: A los ciento ochenta días (180) días calendario después de la firma del acta de inicio del contrato.

Estudio de Factibilidad

De la Etapa I – Revisión de la prefactibilidad y Análisis de Alternativas

Los productos de esta etapa se deberán entregar de acuerdo a lo indicado a continuación:

- Revisión estudio de prefactibilidad: A los sesenta (60) días calendario después de la firma del acta de inicio del contrato y treinta (30) días calendario después de la entrega de la alternativa de trazado.
- Análisis de alternativas: A los treinta (30) días calendario después de la firma del acta de inicio.
- Estudio de demanda a los ciento veinte (120) días calendario después de la firma del acta de inicio
- Debida diligencia legal: A los sesenta (60) días calendario después de la firma del acta de inicio.

De la Etapa II - Estudios y Diseños en Factibilidad Avanzada

El consultor realizará y finalizará los estudios técnicos requeridos, de acuerdo al Anexo IV en las áreas de (i) ingeniería, (ii) ambiental, (iii) social, entre otros.

- Estos productos se deberán entregar de acuerdo a lo indicado a continuación:
 - Estudio de Topografía: A los sesenta (60) días calendario después de la firma del acta de inicio del contrato y treinta (30) días calendario después de la entrega de la alternativa de trazado.
 - Estudio de Diseño Geométrico: A los sesenta (60) días calendario después de la entrega de la alternativa de trazado.
 - Estudio de Hidráulica, Hidrología y Socavación: A los sesenta (60) días calendario después de la entrega de la alternativa de trazado.
 - Estudio Geotécnico y Geológico: A los sesenta (60) días calendario después de la entrega de la alternativa de trazado.
 - Estudio Ambiental, Social y Predial: A los noventa (90) días calendario después de la entrega de la alternativa de trazado.
 - Diseño de Túneles, puentes y viaductos: A los ciento (120) días calendario después de la entrega de la alternativa de trazado.
 - Inventario y relocalización de redes de servicios públicos A los ciento veinte (120) días calendario después de la entrega de la alternativa de trazado.
 - Infraestructura y superestructura de la vía: A los ciento cincuenta (150) días calendario después de la entrega de la alternativa de trazado.
 - Presupuestos y programación: A los ciento cincuenta (150) días calendario después de la entrega de la alternativa de trazado.
 - Cronograma de ejecución del proyecto, informe final y presentación resumen: A los ciento sesenta (150) días calendario después de la entrega de la alternativa de trazado.

De la Etapa III – Estructuración financiera y legal

- Debida diligencia financiera, Análisis de las posibilidades de financiación: A los ciento cincuenta (150) días calendario después de la firma del acta de inicio.
- Elaboración de los modelos financieros, Diseño y análisis de la estructura financiera a los ciento ochenta (170) días calendario después de la firma del acta de inicio.

- Diseño y análisis del negocio, Evaluación de riesgos del proyecto, Otros aspectos a realizar A los doscientos (190) días calendario después de la firma del acta de inicio.
- Recomendación del esquema de contratación del proyecto, Estructura Jurídica: A los doscientos diez (210) días calendario después de la firma del acta de inicio.

Del informe final de estructuración

El Consultor deberá entregar un informe ejecutivo donde resuma la estructuración realizada y lo entregado en cada una de las etapas para prefactibilidad y factibilidad según corresponda y realizará con base en los resultados una presentación ejecutiva en formato prezi y .ppt donde plasme los resultados encontrados en la parte técnica, financiera y legal.

5 INSUMOS ENTREGADOS AL CONSULTOR

El consultor deberá revisar los siguientes estudios e información toda vez que se requieren para una óptima estructuración del proyecto.

Tabla No. 1 – Insumos entregados al Consultor

Para la Prefactibilidad	Para la Factibilidad
Inventario corredor férreo realizado por el INVIAS en donde se localizó el eje de la vía, los paramentos existentes con base en escritura e inventario y estado (puentes, alcantarillas etc.)	Estudio de Estructuración técnica, legal y financiera del sistema férreo multipropósito - INECO 2010.
	Resultados del estudio para la “Elaboración del proyecto urbanístico, paisajístico y arquitectónico definitivo para el Parque del Río en la ciudad de Medellín en el sector correspondiente al Municipio de Medellín (Alcaldía de Medellín y/o Sociedad Parques del Río).
	Propuestas de trazado
	Diseño de la estación de transferencia de Caribe realizado por Empresas Varias de Medellín (EPM-EVM)
	Estudio de Demanda para una nueva línea férrea entre las estaciones Caribe e Industriales – (Metro-UNAL).
	N° Contrato: 417-2017 del Área Metropolitana del Valle del Aburrá. Contratista: INTEGRAL DISEÑOS E INTERVENTORÍAS S.A.S Objeto: Realizar los estudios y diseños para la construcción de la vía distribuidora en los municipios de sabaneta y envigado departamento de Antioquia.
	N° Contrato: 481-2017 del Área Metropolitana del Valle del Aburrá. Contratista: Consorcio intercambio vial la Ayurá Objeto: realizar los estudios y diseños del intercambio vial de la Ayurá en los municipios de Medellín, envigado e Itagüí.
Datos para la demanda de Pasajeros y RSU entregados por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.	
Diseño en prefactibilidad de la Estación Multimodal de Acevedo realizada por el Metro de Medellín.	

El Consultor deberá revisar integralmente el Corredor Férreo con este tipo de proyectos que hacen parte del desarrollo de la Ciudad de Medellín con el fin de armonizar trazados, diseños e implementaciones durante la estructuración y hacer las recomendaciones técnicas, legales y financieras para la construcción del Ferrocarril teniendo en cuenta la línea de tiempo de cada proyecto.

6 DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD

Todos los datos e información recibida por parte de la Promotora Ferrocarril de Antioquia SAS, así como los resultados del trabajo de Debida Diligencia y consultoría, deberán ser tratados de manera confidencial y deberán ser utilizados únicamente en relación con la ejecución de las tareas mencionadas en el presente

Alcance de la Consultoría y las Términos y Condiciones Contractuales. Los derechos de propiedad intelectual derivados de la ejecución de las tareas descritas en el presente Alcance de la Consultoría y las Términos y Condiciones Contractuales, serán asignados a la entidad contratante. A excepción de los documentos que harán parte del cuarto de datos los contenidos de materiales escritos obtenidos y utilizados para la ejecución de esta consultoría no deberán ser compartidos con ningún tercero sin la previa autorización escrita por parte la Promotora Ferrocarril de Antioquia.

7 PRODUCTOS A PRESENTAR Y SU CORRESPONDIENTE REMUNERACIÓN

A continuación, se discrimina el porcentaje que sobre el valor total de la oferta económica presentada por el proponente adjudicatario del presente contrato de consultoría se reconocerá como remuneración a cada uno de los productos a presentar por el consultor, tanto para los tramos de prefactibilidad como para el de factibilidad.

Tabla No. 2 Porcentaje de remuneración sobre productos

P	Prefactibilidad	% de pago	Fecha de entrega	Factibilidad	% de pago	Fecha de entrega
1	Informe 1: Análisis de Alternativas, Diagnóstico y Situación base Projectada	20%	Cuarenta y cinco (45) días*	Metodología, alternativas de trazado	20%	Treinta (30) días*
2	Informe 2: Estudio de Demanda	10%	-	Estudio de Demanda	10%	Ciento veinte (120) días**
3	Informe 3: Diseño del Sistema a nivel de prefactibilidad, Patología de la estructura ferrea, Analisis predial, Inventario de las invasiones, Calculos de faja	10%	Noventa (90) días*	Topografía, Diseño Geométrico, calidad de la geometría de la vía	10%	Treinta (30) días**
4	Informe 4,5, 6 y 7: Prediseño de la infraestructura, Diseño Funcional, aspectos complementarios y costos del proyecto	20%	Ciento veinte (120) días*	Hidráulica, Hidrología y Socavación, Geotecnia y Geología, Túneles, Estudio social, predial y ambiental, Puentes y viaductos, Redes de servicios públicos	20%	Ciento veinte (120) días**
5	Informe 8 y 9: Marco institucional y evaluación tarifaria	20%	Ciento cincuenta (150) días*	Infraestructura y superestructura de vía, diseño de plataforma, Diseño de Estaciones, edificaciones y plataforma de carga, Sistema de distribución de energía, seguridad, señalización y control, Patios y talleres, Sistema de comunicación, Sistema de Recaudo, PCO, Operación y Mantenimiento, Material Rodante, análisis de componente de Mto y operación, recomendaciones, presupuesto y programación, cronograma de ejecución	20%	Ciento cincuenta (150) días**
6	Informe 10: Estructuración financiera y legal, informe y presentación final	20%	Ciento ochenta (180) días*	Estructuración Financiera y Legal	20%	Ciento ochenta (180) días**

* A partir de la firma de la orden de inicio

** A partir de la entrega y aprobación de la alternativa de trazado.

8 PLAZO DE EJECUCIÓN

El Consultor ejecutará el proyecto de acuerdo al plazo establecido a continuación:

8.3 PREFACTIBILIDAD

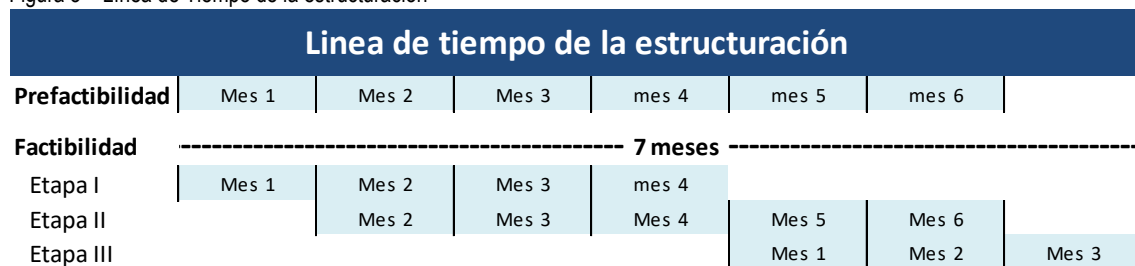
ETAPA	PLAZO
Etapa I: Estructuración Técnica y Económica	4 meses a partir de la orden de iniciación del contrato
Etapa II: Estructuración Financiera y Legal	2 meses a partir de la aprobación de la Etapa I
TOTAL:	6 meses a partir de la orden de inicio del contrato

8.4 FACTIBILIDAD

ETAPA	PLAZO
Etapa I: Revisión prefactibilidad y análisis de alternativas	4 meses a partir de la orden de iniciación del contrato
Etapa II: Estudios y diseños en factibilidad avanzada	6 meses a partir de la orden de iniciación del contrato e inicia a la entrega de la alternativa seleccionada.
Etapa III: Estructuración financiera y legal	3 meses y empieza tres (3) meses después de iniciada la etapa II.
Total	7 meses a partir de la orden de inicio del contrato

Hay que observar que la planeación para la ejecución de las Etapas mencionadas, consideró un traslapo de los tiempos individuales de las Etapas.

Figura 3 – Línea de Tiempo de la estructuración



9 PERSONAL MÍNIMO OBLIGATORIO

A continuación, se relaciona el personal mínimo obligatorio requerido para la ejecución de la consultoría especializada tanto en la etapa de prefactibilidad como en la etapa de factibilidad.

Tabla No. 3 Personal mínimo requerido

Descripción	PREFACT		FACTIBILIDAD	
	Cant	Tiempo (Meses)	Cant	Tiempo (Meses)
PERSONAL PROFESIONAL				
PERSONAL ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA				
Director de Estructuración	1	6,00	1	7,00
Subdirector Técnico 1	1	6,00	0	7,00
Subdirector Técnico 2	0	0,00	1	7,00
Especialista Suelos y Geotecnia	1	6,00	1	7,00
Experto en Infraestructura ferroviaria	1	6,00	1	7,00
Experto en señalización y control ferroviario	1	6,00	1	7,00
Experto en electrificación	1	6,00	1	7,00
Experto en superestructura ferroviaria	1	6,00	1	7,00
Experto en tracción ferroviaria	1	6,00	1	7,00
Experto en operaciones ferroviarias	1	6,00	1	7,00
Arquitecto	1	6,00	1	7,00
Especialista Diseño Geométrico	1	6,00	1	7,00
Especialista Estructuras y Puentes	1	6,00	1	7,00
Especialista Hidráulica	1	6,00	1	7,00
Especialista Geología	1	6,00	1	7,00
Especialista en redes	1	6,00	1	7,00
Especialista Túneles	1	6,00	1	7,00
Especialista en Demanda de Carga	1	6,00	1	7,00
Especialista en Demanda de pasajeros	1	6,00	1	7,00
Experto en Residuos Sólidos	1	6,00	1	7,00
Especialista en Transporte y Tránsito	1	6,00	1	7,00
Especialista Ambiental	1	6,00	1	7,00
Especialista Social	1	6,00	1	7,00
Especialista Predial	1	6,00	1	7,00
Especialista en costos, programación y presupuestos	1	6,00	1	7,00
Especialista en Topografía	1	6,00	1	7,00
Especialista en evaluación de amenaza y riesgo	0	6,00	1	7,00
PERSONAL ESTRUCTURACIÓN FINANCIERA Y JURÍDICA				
Subdirector financiero	1	6,00	1	7,00
Asesor en valoración y riesgos financieros	0	6,00	1	7,00
Especialista financiero	1	6,00	1	7,00
Profesional financiero	1	6,00	1	7,00
PERSONAL ESTRUCTURACIÓN LEGAL				
Experto legal en estructuraciones	1	6,00	1	7,00
Especialista legal	1	6,00	1	7,00
PERSONAL TÉCNICO				
Topógrafo	2	6,00	1	7,00
Inspectores	2	6,00	1	7,00
Cadeneros	2	6,00	1	7,00
Auxiliares de Ingeniería	2	6,00	2	7,00
Secretaría	1	6,00	1	7,00
Laboratorista	1	6,00	1	7,00
Dibujante	1	6,00	2	7,00

En la planeación para la ejecución de las Etapas se consideró un traslape de los tiempos individuales de las Etapas.

DIRECTOR DE ESTRUCTURACIÓN

Tendrá que acreditar su experiencia como mínimo en dos (2) proyectos como líder y/o director y/o Coordinador y/o Gerente de Proyectos de: Proyectos de Infraestructura de Transporte a nivel internacional o en Colombia, que haya alcanzado, cada uno, un valor de transacción igual o superior a US \$ 100 millones que a su vez se haya ejecutado en los últimos diez (10) años.

SUBDIRECTOR FINANCIERO

Tendrá que acreditar su experiencia como mínimo en (2) proyectos como líder y/o director financiero en estructuración de proyectos de Infraestructura de Transporte a nivel internacional o en Colombia, que haya alcanzado, cada uno, un valor de transacción igual o superior a US \$ 100 millones que a su vez se haya ejecutado en los últimos diez (10) años.

EXPERTO LEGAL EN ESTRUCTURACIONES

Tendrá que acreditar su experiencia como mínimo en (2) proyectos como líder y/o experto legal en estructuraciones de proyectos de Infraestructura de Transporte y/o en estructuraciones legales de proyectos de Infraestructura de Transporte a nivel internacional o en Colombia, que haya alcanzado, cada uno, un valor de transacción igual o superior a US \$ 100 millones que a su vez se haya ejecutado en los últimos diez (10) años.

SUBDIRECTOR TÉCNICO

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo un (1) proyecto como director de consultoría de diseños en proyectos ferroviarios, en Colombia y/o a nivel internacional, que involucren al menos 80 kilómetros-vía, y que a su vez se haya ejecutado en los últimos diez (10) años.

ESPECIALISTA EN SUELOS Y GEOTECNIA

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo un (1) proyecto como Especialista en Suelos y Geotecnia, en infraestructura carretera o ferroviaria, en Colombia y/o a nivel internacional, que involucren al menos 50 km-vía, y que a su vez se haya ejecutado en los últimos diez (10) años para carreteras o ferrocarriles.

EXPERTO EN INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo tres (3) proyectos como Especialista o Experto en Estudios y/o Diseños de la infraestructura y la superestructura de un corredor ferroviario, en Colombia y/o a nivel internacional, que involucren juntos al menos 80 kilómetros-vía, y que a su vez se hayan ejecutado en los últimos veinte (20) años.

EXPERTO EN SEÑALIZACIÓN Y CONTROL FERROVIARIO

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo tres (3) proyectos como Especialista o Experto en Estudios y/o Diseños de señalización y control ferroviario, en Colombia y/o a nivel internacional, que involucren al menos 50 kilómetros-vía, y que a su vez se hayan ejecutado en los últimos veinte (20) años.

EXPERTO EN ELECTRIFICACIÓN

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo tres (3) proyectos como Especialista o Experto en Estudios y/o Diseños electrificación ferroviaria, en Colombia y/o a nivel internacional, que involucren al menos 50 kilómetros-vía, y que a su vez se hayan ejecutado en los últimos veinte (20) años.

EXPERTO EN SUPERESTRUCTURA FERROVIARIA

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo tres (3) proyectos como Especialista o Experto en Estudios y/o Diseños de la infraestructura y la superestructura de un corredor ferroviario, en Colombia y/o a nivel internacional, que involucren juntos al menos 80 kilómetros-vía, y que a su vez se hayan ejecutado en los últimos veinte (20) años.

EXPERTO EN TRACCIÓN FERROVIARIA

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo tres (3) proyectos como Especialista o Experto en Estudios y/o Diseños de tracción ferroviaria, en Colombia y/o a nivel internacional, que involucren al menos 50 kilómetros-vía, y que a su vez se hayan ejecutado en los últimos veinte (20) años.

EXPERTO EN OPERACIÓN FERROVIARIA

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo tres (3) proyectos como Especialista o Experto en Estudios y/o Diseños de Operación ferroviaria, en Colombia y/o a nivel internacional, que involucren al menos 80 kilómetros-vía, y que a su vez se hayan ejecutado en los últimos veinte (20) años.

ARQUITECTO

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo dos (2) proyectos como Arquitecto en Diseños de plataformas y/o edificios para sistemas ferroviarios, en Colombia y/o a nivel internacional, y que a su vez se hayan ejecutado en los últimos veinte (20) años.

ESPECIALISTA EN DISEÑO GEOMETRICO

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo un (2) proyecto como Especialista en Diseño Geométrico de Vías férreas, en Colombia y/o a nivel internacional, de al menos 50 kilómetros, y que a su vez se haya ejecutado en los últimos diez (10) años.

ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS Y PUENTES

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo un (2) proyecto como Especialista en estructuras y puentes de concreto y/o metálicos en proyectos de infraestructura de transporte carreteros o ferroviarios y que a su vez se haya ejecutado en los últimos diez (10) años.

ESPECIALISTA EN HIDRÁULICA

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo un (1) proyecto como Especialista en Hidráulica, de diseños de carreteras o ferrocarriles, en Colombia y/o a nivel internacional, de al menos 50 kilómetros en calzada equivalente de dos carriles, y que a su vez se haya ejecutado en los últimos diez (10) años.

ESPECIALISTA EN GEOLOGIA

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo dos (2) proyectos como Especialista en Geología, de diseños y/o construcción de carreteras o ferrocarriles, en Colombia y/o a nivel internacional, de al menos 50 kilómetros en calzada equivalente de dos carriles, y que a su vez se haya ejecutado en los últimos diez (10) años.

ESPECIALISTA EN REDES

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo dos (2) proyectos como Especialista en redes de servicios, en diseños y/o construcción de carreteras o ferrocarriles, en Colombia y/o a nivel internacional, que se hayan ejecutado en los últimos diez (10) años.

ESPECIALISTA EN TÚNELES

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo dos (2) proyectos como Especialista o Experto en túneles carreteros y/o ferroviarios, en Colombia y/o a nivel internacional, que se hayan ejecutado en los últimos veinte (20) años.

ESPECIALISTA EN DEMANDA DE CARGA

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo tres (3) proyectos como Especialista o Experto en Estudios de demanda de Carga para Operación ferroviaria, en Colombia y/o a nivel internacional, que se hayan ejecutado en los últimos veinte (20) años.

ESPECIALISTA EN DEMANDA DE PASAJEROS

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo tres (3) proyectos como Especialista o Experto en Estudios de demanda de pasajeros para Operación ferroviaria, en Colombia y/o a nivel internacional, que se hayan ejecutado en los últimos veinte (20) años.

ESPECIALISTA EN RESIDUOS SOLIDOS

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo tres (3) proyectos como Experto en Residuos Sólidos, en diseños y/o construcción de rellenos sanitarios y estaciones de transferencia de residuos sólidos en Colombia y/o a nivel internacional, que se hayan ejecutado en los últimos veinte (20) años.

ESPECIALISTA EN TRANSPORTE Y TRÁNSITO

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo un (3) proyecto como Especialista en Transporte y Tránsito para operación ferroviaria, en Colombia y/o a nivel internacional y que a su vez se haya ejecutado en los últimos diez (10) años.

ESPECIALISTA AMBIENTAL

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo dos (2) proyectos como Especialista ambiental, de diseños y/o construcción de carreteras o ferrocarriles, en Colombia y/o a nivel internacional, de al menos 50 kilómetros en calzada equivalente de dos carriles, y que a su vez se haya ejecutado en los últimos diez (10) años.

ESPECIALISTA SOCIAL

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo dos (2) proyectos como Especialista social, de diseños y/o construcción de carreteras o ferrocarriles, en Colombia y/o a nivel internacional, de al menos 50 kilómetros en calzada equivalente de dos carriles, y que a su vez se haya ejecutado en los últimos diez (10) años.

ESPECIALISTA PREDIAL

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo dos (2) proyectos como Especialista predial, de diseños y/o construcción de carreteras o ferrocarriles, en Colombia y/o a nivel internacional, de al menos 50 kilómetros en calzada equivalente de dos carriles, y que a su vez se haya ejecutado en los últimos diez (10) años.

ESPECIALISTA EN COSTOS, PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo un (1) proyecto como Especialista en Presupuesto, de diseños de infraestructura carretera o ferroviaria, en Colombia y/o a nivel internacional, que involucre menos 50 kilómetros en calzada equivalente de dos carriles, y que a su vez se haya ejecutado en los últimos diez (10) años.

ESPECIALISTA EN TOPOGRAFÍA

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo un (1) proyecto como Especialista en Topografía, de diseños de carreteras o ferrocarriles, en Colombia y/o a nivel internacional, de al menos 50 kilómetros en calzada equivalente de dos carriles, y que a su vez se haya ejecutado en los últimos diez (10) años.

ESPECIALISTA EN EVALUACION DE AMENAZA Y RIESGO

Tendrá que acreditar su experiencia en mínimo dos (2) proyectos como Especialista o Experto en evaluación de amenaza y riesgo en proyectos carreteros y/o ferroviarios, en Colombia y/o a nivel internacional, que se hayan ejecutado en los últimos diez (10) años.

10. RECURSOS NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DEL CONTRATO

La ejecución del Contrato requiere el aporte y la coordinación de recursos humanos y físicos por parte del Consultor. El Consultor deberá en todo momento contar con los recursos humanos y físicos en cantidad, capacidad y disponibilidad suficientes para dar cumplimiento a sus obligaciones contractuales.

En caso que la Promotora Ferrocarril de Antioquia SAS considere que estos recursos humanos y físicos son insuficientes para cumplir con estas obligaciones, éste podrá solicitar al Consultor el reemplazo, incremento o complementación del recurso, sin que esto le genere al Consultor derecho de solicitar remuneración adicional estos conceptos por parte de la Promotora Ferrocarril de Antioquia SAS.

RECURSOS HUMANOS

Los recursos humanos se componen de todo el personal que el Consultor pudiera requerir para cumplir con sus obligaciones completa, oportuna y cabalmente.

El equipo de trabajo debe mantenerse vinculado durante todo el plazo de la correspondiente consultoría. Adicionalmente, debe contar con el Personal Obligatorio Adicional, con el cual el consultor debe contar y que debe ser acreditado en los términos establecidos en el Pliego de Condiciones y sus Anexos.

RECURSOS FÍSICOS

El Consultor deberá proveer los recursos físicos necesarios para desarrollar sus obligaciones contractuales. Estos recursos deben contemplar como mínimo, pero sin limitarse a los siguientes aspectos:

- (a) Oficinas e instalaciones: Será obligación del Consultor, por cuenta propia y/o alquiler, conseguir y mantener en operación las oficinas e instalaciones que se requieran.
- (b) Equipos de cómputo y equipos para apoyo a la gestión administrativa: El Consultor deberá proveer los equipos de cómputo de última generación necesarios para la dotación de las oficinas, incluyendo computadores de escritorio (que cumplan con los requisitos de software y hardware necesarios para el desarrollo de la Consultoría), computadores portátiles, servidores, scanners, fotocopiadoras, impresoras, cámaras fotográficas y de video de última tecnología, equipo de comunicaciones, botas y equipo de seguridad industrial para visitas de campo e Internet inalámbrico.
- (c) Equipos de comunicaciones: El Consultor deberá proveer los equipos de comunicaciones necesarios para la transmisión de voz y datos en tiempo real entre los profesionales integrantes del equipo de trabajo que lo requiera y la Promotora Ferrocarril de Antioquia SAS.

Se deberá garantizar todo el tiempo la comunicación móvil con el supervisor del proyecto en la Promotora Ferrocarril de Antioquia SAS.

(d) Pasajes aéreos y terrestres de acuerdo con las necesidades de la consultoría para cumplir con sus obligaciones contractuales.

La Consultoría deberá contar con los recursos técnicos para el desplazamiento de su personal a la zona del Proyecto y eventualmente a reuniones que se lleven a cabo con el Gobierno nacional.

(e) Vehículos: Alquiler o adquisición de los vehículos que la Consultoría considere necesarios para la correcta ejecución de las actividades descritas en este documento.

OBLIGACIONES ESPECIALES DEL EQUIPO CONSULTOR

El Consultor deberá mantener presencia permanente en el país, para cumplir con las reuniones y actividades previstas en el cronograma.

El Consultor deberá cumplir con sus términos establecidos en su propuesta y serán supervisadas permanentemente por el supervisor del contrato.

El incumplimiento de las obligaciones por parte de un experto dará lugar a que el contratante exija el cambio del experto del equipo del Consultor.

Se incurrirá en este incumplimiento cuando previo requerimiento por escrito para asistir a una reunión o adelantar una tarea consagrada en los TERMINOS DE REFERENCIA no se cumpla en el plazo estipulado.

El incumplimiento probado mediante tres (3) comunicaciones escritas por parte del contratante será causal de la terminación anticipada del contrato y no dará lugar a ningún pago ni indemnización al consultor, y al reclamo de las garantías y multas estipuladas en el contrato por parte del contratante.

Así mismo, la firma, Consorcio, unión temporal, etc., escogida para la celebración del Contrato de que trata este documento, deberá certificar que la ejecución del Contrato no se verá afectada en cuanto a las obligaciones y tiempo de dedicación mínima a las cuales se han obligado con otros trabajos que adelanten simultáneamente con el desarrollo de esta consultoría.

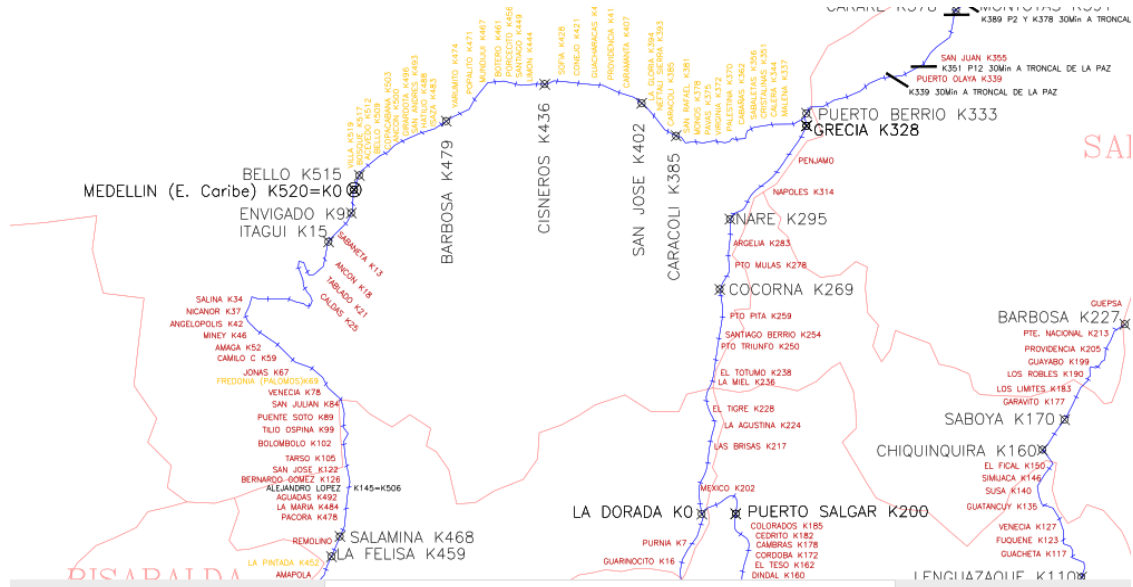
CAMBIOS

La Promotora Ferrocarril de Antioquia podrá en cualquier momento, dentro del alcance general del contrato, mediante notificación escrita dirigida al Contratista, ordenar cambios o adiciones a las especificaciones.

Si el Contratista, por alguno de los cambios ordenados, encuentra que se presentan inconvenientes para el desarrollo del contrato, deberá informarlo por escrito a la Promotora. Las partes convendrán el ajuste equitativo en el precio del contrato o en el plazo de entrega o en ambos según el caso, si diera a lugar, y el contrato se modificará mediante acta bilateral.

En el caso de requerir el Contratista el cambio del personal propuesto inicialmente, deberá sustentarse tal situación y presentar en reemplazo personal idóneo de las mismas características al propuesto para la respectiva evaluación de la Promotora.

MAPA DE LA RED FERREA DE ANTIOQUIA



ANEXO I – ESTUDIO PREFACTIBILIDAD TRAMO 1 Y 3

El presente estudio debe abarcar el análisis y evaluación, a nivel de prefactibilidad, del corredor en los tramos comprendidos entre las estaciones del antiguo ferrocarril Alejandro López (Pintada) y Primavera (Caldas) y la estación Puerto Berrio en el Municipio de Puerto Berrio (Denominadas en adelante tramo 1 y 3 respectivamente) y de todos los servicios de transporte ferroviario que operan en la zona de influencia de este corredor, tanto para carga (mercancías y residuos sólidos) como para pasajeros. Se espera como resultado información técnica que apoye la identificación de los servicios que resulten socialmente rentables de implementar y operar en el corredor, maximizando el beneficio social asociado a los distintos sistemas de transporte del corredor, junto con la especificación de las tecnologías ferroviarias a utilizar, dimensionando las necesidades de inversión y determinando los indicadores de rentabilidad asociados a cada uno de los servicios. Finalmente, con los resultados se elaboren los documentos para contratar los estudios de la siguiente fase.

ALCANCE DE LA PREFACTIBILIDAD

El consultor efectuará los estudios y prediseños para la prefactibilidad del proyecto, lo cual debe conducir entre otros objetivos:

- A la recuperación del derecho de la ferrovía nacional en el Departamento de Antioquia, específicamente en el tramo 1 comprendido entre la estación Alejandro López (La Pintada) y la estación primavera (Caldas) y tramo 3, comprendido entre la estación Puerto Berrio (Puerto Berrio) y la estación Botero (Santo Domingo).
- A realizar el trazado en planta y en perfil de nuevas alternativas de líneas férreas, y a la identificación y recomendación de rehabilitación de las vías férreas actuales, teniendo como criterio la coexistencia de dos anchos de vía (la yárdica y la estándar o internacional de 1.435 mm).
- La recomendación de la adquisición de material rodante, de equipos de telecomunicaciones necesarios y de señalización apropiados, ubicación de estaciones nuevas, apartaderos y talleres; la operación, administración y mantenimiento del Sistema Férreo Multipropósito, confeccionar los presupuestos de las obras requeridas y necesarias para operar en las diferentes etapas de implementación del proyecto, de tal manera que se corran los escenarios financieros para las mismas, para la toma de decisiones.

El consultor deberá desarrollar como mínimo, sin limitarse a ellas y a lo establecido en el anexo I, análisis de Alternativas,, las siguientes actividades generales:

- Levantamientos topográficos
- Investigación de redes de servicios públicos existentes y proyectadas
- Complementar los estudios de tránsito existentes
- Estudio geotécnico
- Estudio hidrológico
- Evaluación y valoración de impactos ambientales
- Factores socio – culturales
- Prediseño Vial
- Determinación de áreas de los predios comprometidos
- Definición de actividades, presupuesto, programa de construcción, flujo de fondos y ficha para banco de proyectos.

- Estudios de demanda de pasajeros, carga y de residuos sólidos y transporte de estos (tecnología y zonas de transferencia)
- Definición de material rodante
- Las descritas y requeridas en los literales de la etapa II: Estructuración Técnica y Económica y la etapa III: Estructuración Legal y Financiera en el anexo Especificaciones técnicas.
- Realizar un inventario del estado actual del corredor férreo que permita conocer la condición técnica de los diferentes tramos de la vía, con lo cual se debe realizar la ivaloración de la adecuación de la vía férrea, así como la recuperación de la misma por invasiones en diferentes puntos a lo largo del corredor y valorar el impacto ambiental que se generará.
- Proponer las inversiones, las cuales deben ser progresivas (fases de inversión) y acordes con el potencial crecimiento de la demanda, estableciendo hitos para la iniciación de cada una de las fases de inversión, y desarrollando en forma concordante la infraestructura y la adquisición de material rodante. Todo ello con base en los resultados del estudio de factibilidad en el tramo 2.

Para la estructuración financiera se debe considerar la vinculación de capital privado, y minimizar la participación de los recursos públicos, de conformidad con las restricciones fiscales, teniendo en consideración las normas legales vigentes, y los documentos de política económica y social emitidos por el CONPES, relacionados con los sistemas de transporte masivo de pasajeros. La estructuración debe permitir alcanzar tasas internas de retorno atractivas para la inversión del capital privado, considerando las variables macroeconómicas actuales y proyectadas; las tasas de crédito y las condiciones del mercado de capitales; y la capacidad de pago de los usuarios, entre otras variables.

Para la estructuración legal debe considerar las normas vigentes para la contratación pública, transporte de pasajeros, transporte de carga, compra de predios, protección del medio ambiente, participación ciudadana y demás aplicables a esta clase de proyectos tanto nacionales como locales. En esta parte de la estructuración se diseñará la estimación, tipificación, asignación de riesgos y distribución de responsabilidades a las partes contratantes.

El consultor debe así mismo, analizar el marco institucional actual y propondrá el esquema apropiado para el desarrollo del proyecto, generando los documentos que se requieran para adelantar los ajustes a que haya lugar.

El contrato se desarrollará en dos etapas así:

- Etapa I: Estructuración Técnica y Económica
- Etapa II: Estructuración Financiera y Legal

Sin perjuicio a que finalmente se evalúen diferentes fases considerando los costos y las potenciales sinergias que se generan al coexistir los múltiples servicios, junto con las interferencias que provocan unos a otros, cada fase del estudio debe considerar aspectos importantes desde el punto de vista de pasajeros y carga. Desde la perspectiva de los pasajeros, la integración debe considerar el análisis de complementariedad con los sistemas de buses y automóviles, sistema de transporte masivo, con facilidades de transferencia específicamente diseñadas y procurará la integración operativa y tarifaria. Esto debe entenderse como que las estaciones deben considerar facilidades específicas para una adecuada conectividad con otros modos (sistema de buses, taxis-colectivos y automóviles). Para el caso del transporte de residuos sólidos y carga de vocación ferroviaria, la situación debe analizarse considerando complementación con otros sistemas, interconectados a través de Centros de Intercambio Modal o parques logísticos, por lo que deben concebirse operaciones con capacidad de multimodalidad.

ETAPA I.- ESTRUCTURACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

Esta fase tendrá una duración máxima de cuatro (4) meses a partir de la suscripción del acta de inicio y como resultado final se tendrá un proyecto estructurado técnica y económicamente, para pasar a la etapa II de estructuración legal y financiera.

En esta fase se atenderán los siguientes aspectos:

1. Análisis de alternativas:

Se entiende por "Análisis de Alternativas" todos los estudios que permitan la identificación, caracterización, análisis y evaluación de al menos tres alternativas, entre las cuales deberá estar el trazado existente, considerando criterios técnicos, operativos, ambientales, sociales y de riesgo pero siempre tratando de utilizar en lo posible el corredor existente. Dicho análisis se realizará de acuerdo a lo indicado en el Anexo II de este documento.

2. Diagnóstico y situación base proyectada:

El Consultor deberá realizar, con base en la revisión de antecedentes y estudios existentes, un diagnóstico preliminar desde el punto de vista técnico, legal y financiero del proyecto, a fin de confirmar los alcances de la actualización de estudios, de lo cual elaborará el Informe No. 1. En este diagnóstico se debe incluir un análisis preliminar del marco institucional para determinar la situación actual en la que debe desenvolverse el proyecto a fin de establecer un plan de trabajo hacia la obtención de reformas que faciliten un ambiente positivo para su realización.

Se debe realizar el diagnóstico de cada uno de los servicios que se encuentran en funcionamiento hoy en día, tanto para carga, residuos sólidos y para pasajeros, considerando los beneficios y costos actuales y las potencialidades de desarrollo y crecimiento para cada uno de ellos en las condiciones actuales y proyectadas. También se hace necesario analizar las condiciones actuales en las cuales coexisten estos servicios, y en particular se requiere revisar la demanda, distribución y asignación de costos que se imputa a cada servicio.

Se deben revisar y analizar los Planes de Inversión aprobados y que se encuentran en desarrollo para la Empresa de los Ferrocarriles del Estado, en particular aquellos proyectos que serán ejecutados en el área de influencia del estudio, junto con determinar el impacto que tendrán estas inversiones en la operación de los servicios en análisis. Adicionalmente, se deben considerar los planes de inversión en los distintos modos de transporte en el área de influencia del corredor.

Con lo anterior, se debe determinar la situación actual y la situación base proyectada, siendo esta última la situación base del estudio, estableciendo claramente cuál es el alcance y área de influencia de los servicios en análisis.

La situación base proyectada debe considerar proyecciones de demanda potencial, que sea posible de capturar por el modo ferroviario considerando el nivel de servicio proyectado para cada uno de los servicios de transporte, como también se debe explorar las proyecciones de demanda inducida como consecuencia de la implementación de nuevos servicios de transporte de pasajeros en el corredor.

3. Estudios de demanda de pasajeros:

Para el caso de los pasajeros fuera del área metropolitana, el análisis y dimensionamiento del mercado potencial del corredor es clave y debe considerar a lo menos: al modo bus (en sus distintos estándares de servicio), al servicio ferroviario y al transporte aéreo para el mercado del área de influencia. El mercado potencial del corredor debe desagregarse por horario, por origen-destino y tipo de servicio. Complementariamente, debe caracterizarse el vector nivel de servicio para las dimensiones de la demanda potencial: precio, tiempos totales de viaje, frecuencia, distancia y sistema de acceso/egreso desde el modo principal, con sus características de nivel de servicio

Para el caso específico del área metropolitana, teniendo en cuenta las novedades de los últimos años con la implementación de proyectos de corredores de transporte masivo, de mediana capacidad, el crecimiento de la población, la economía, y la conurbación de las ciudades en la región metropolitana, entre otras variables, es necesario actualizar los estudios disponibles de acuerdo a su calidad, como son por ejemplo: El estudio de demanda como resultado de la Estructuración Técnica, legal y Financiera del Sistema Férreo Multipropósito por la firma INECO en el 2010, los estudios desarrollados para el sistema de transporte masivo y mediana capacidad de la ciudad de Medellín y por el Plan Maestro de Movilidad para la Región Metropolitana del Valle de Aburrá. Las proyecciones de la demanda se deben hacer con un horizonte de 20 años al menos y se deben proponer por lo menos tres escenarios.

4. Estudio de demanda de carga de mercancías:

Para el caso del transporte de carga, el análisis y dimensionamiento del mercado potencial del corredor es clave y debe considerar a lo menos: al modo camión (camión simple y pesado), al modo fluvial y al servicio ferroviario de carga. El mercado potencial del corredor debe desagregarse por horario, por origen-destino y tipo de carga. El dimensionamiento de los movimientos de contenedores que se realiza entre el puerto de Buenaventura y el área metropolitana, así mismo con el puerto del Magdalena en Puerto Berrio, puesto que es una demanda potencial para el servicio ferroviario. Complementariamente, debe caracterizarse el vector nivel de servicio para las dimensiones de la demanda del corredor: precio (tarifas), tiempos totales de viaje, frecuencia, distancia para la cadena total de transporte, es decir, incluyendo las faenas de carga/descarga en puntos iniciales o intermedios.

El consultor deberá investigar las necesidades de transporte de los productos desde y hacia la región con base en estudios nacionales e información primaria. Así mismo deberá contemplar otros proyectos que puedan apalancar el proyecto en un futuro de ser desarrollados, como son los proyectos de cuarta generación, la navegabilidad del río Magdalena, los proyectos contemplados en la Directrices Metropolitanas del Valle del Aburrá, tales como los Centros Logísticos. Los resultados de este estudio servirán para estimar la cantidad de carga que podría transportar el Sistema Férreo Multipropósito.

5. Estudio de gestión de residuos sólidos:

El consultor deberá realizar un estudio a lo largo de los tramos 1 y 3 del corredor que arroje como resultado las alternativas de solución al sistema de recolección de residuos sólidos, el acopio de residuos sólidos en estaciones de transferencia ferroviarias, tecnologías de las estaciones de transferencia, localización de dichas estaciones, vehículos para el transporte de los residuos sólidos y disposición final de estos residuos sólidos ya sea en los rellenos sanitarios proyectados en el corredor férreo de carácter regional o en el relleno sanitario la Pradera en el Municipio de Don Matías, utilizando el Sistema Férreo Multipropósito como medio para su transportación y el impacto ambiental de la utilización de estas tecnologías. Así mismo, éste estudio el consultor lo complementará con alternativas de reclasificación de materiales, para la recuperación de artículos como papel, plástico, metales, entre otros, que permitan manufacturar nuevos productos y por tanto generar ingresos adicionales para el proyecto.

Para el caso específico del área metropolitana, El consultor deberá revisar, ajustar y complementar el estudio de demanda como resultado de la Estructuración Técnica, legal y Financiera del Sistema Férreo Multipropósito realizado por la firma INECO en el 2010, y en compañía de las Autoridades competentes y operadores de acuerdo a los estudios y proyecciones por ellos realizados, ajustar la solución al sistema de recolección de residuos sólidos, el acopio de residuos sólidos en estaciones de transferencia ferroviarias, tecnologías de las estaciones de transferencia, revisar la localización de dichas estaciones con base en las ya proyectadas o proponer nuevas si es necesario, vehículos para el transporte de los residuos sólidos y disposición final de estos residuos sólidos en el relleno sanitario la Pradera en el Municipio de Don Matías, utilizando el Sistema Férreo Multipropósito como medio para su transporte y el impacto ambiental de la utilización de estas tecnologías. Así mismo, revisará y ajustará el aprovechamiento o reclasificación de materiales, para la recuperación de artículos como papel, plástico, metales, entre otros, que permitan manufacturar nuevos productos y por tanto generar ingresos adicionales para el proyecto.

NOTA: el establecimiento de los volúmenes de carga y/o pasajeros debe provenir de aforos, de investigaciones de originadores de carga y de demanda de transporte siempre en “in situ”. No es recomendable modelar solamente bajo proyecciones teóricas que suelen ofrecer diversos modelos como el EMM3 u otros.

En cualquier caso el estudio de demanda deberá analizar todo el corredor, desde Puerto Berrio hasta la Pintada de acuerdo a los requerimientos del Anexo III.

El resultado de este estudio se materializará como el Informe No. 2 – Análisis de alternativas, diagnóstico y situación base proyectada.

El consultor deberá realizar los estudios necesarios, de acuerdo con las variables técnica, ambiental, económica y legal, para definir adecuadamente alternativas de trazado para la línea férrea multipropósito y la ubicación de las estaciones de pasajeros, carga y transferencia de residuos sólidos.

No obstante, las propuestas del consultor para el trazado y para la ubicación de las estaciones, deberán ser concertadas y definidas por la Interventoría, la Promotora Ferrocarril de Antioquia y el Comité Técnico del proyecto que se designe para ello.

6. Diseño del sistema a nivel de Prefactibilidad

Es necesario elaborar alternativas conceptuales, considerando el ancho de trocha (teniendo en cuenta su interacción con la red nacional y el paso por el valle del aburra), la oferta de servicios de transporte urbano y suburbano y su integración, y los resultados de la actualización de la demanda; el nivel de servicio, la necesidad de disponer en algunos trayectos de doble vía, la potencial operación de trenes de carga, de residuos sólidos y de turismo, la necesidad de conexiones con sistemas de transporte masivo de mediana capacidad u otros centros de origen de viajes, garantizando que la localización de las estaciones contengan conexiones con los cascos municipales, además de facilitar la integración del transporte público.

Dichas premisas urbanas deben garantizar además que el ferrocarril permita desarrollar velocidades de alrededor de 100 km/h, para lo cual es necesario revisar varias alternativas entre las cuales deberá estar el trazado existente y para el mismo se deberá analizar una mejora del alineamiento horizontal y vertical del actual corredor férreo. Es fundamental efectuar el análisis de los cruces con otras vías rurales o urbanas para establecer los pasos que se deben cerrar, o ejecutar a nivel o desnivel, para lo cual debe consultar estudios ejecutados o en ejecución que adelanta las diferentes autoridades territoriales y definir dentro del marco institucional y legal la responsabilidad de la ejecución de las estructuras o sistemas de paso, para incluirlas o no en los costos y evaluaciones financieras del proyecto.

Para lograr este objetivo, es necesario adelantar los levantamientos topográficos, en las zonas donde sea necesario como complemento a la cartografía del corredor y la localización del eje definitivo de la vía según la mejor alternativa posible. Adicionalmente, el Consultor deberá tener en cuenta las redes de servicio actuales y proyectadas suministradas por las diferentes entidades prestadoras del servicio, públicas y privadas.

7. Patología de daños de la estructura férrea.

Para la línea existente, el Consultor deberá realizar un levantamiento de daños y/o actualizar los estudios disponibles, diferenciando los daños para tramos de 100 m.

8. Análisis predial

Llevar a cabo los estudios correspondientes de las fajas comprometidas para el desarrollo del objeto del presente contrato de acuerdo con los requisitos establecidos.

9. Inventario de las invasiones a lo largo del corredor férreo:

Comprende el levantamiento georreferenciado de las mejoras localizadas sobre la faja de la línea férrea determinando el número de construcciones y su uso en los costados de la vía; basado en la información catastral, que reposa en las oficinas de catastro Departamental y municipal de cada uno de los municipios por los cuales atraviesa para su actualización.

10. Cálculo de fajas comprometidas:

Comprende el cálculo de las cantidades de áreas construidas y libres que se requieran para la construcción de la obra, realizando la investigación de propietarios, incluyendo propuestas de lineamientos o instrumentos a ser utilizados para la negociación, expropiación o demás que se requieran para liberar las fajas, sobre una base del levantamiento catastral.

Como resultado de estas actividades se presentará el Informe No.3

11. Prediseño de la infraestructura:

Con base en la alternativa de diseño seleccionada, se debe elaborar un anteproyecto que incluirá prediseños de las vías férreas de la línea principal y de las desviaciones necesarias para servir las estaciones de transferencia de residuos sólidos y las de mercancías e instalaciones conexas tales como estaciones, patios, talleres y equipamientos necesarios para la operación del tren de carga y el de residuos sólidos, y debe servir para establecer el presupuesto de inversión del proyecto, dentro del cual se debe considerar además los sistemas de señalización, telecomunicaciones y demás necesarios para la operación férrea.

Como resultado de esta actividad **se presentará el Informe No.4**, que contendrá los siguientes aspectos acompañados de gráficos, esquemas, planos y memorias de cálculo:

- a) **Prediseño de la plataforma:** Establecer las características y especificaciones de las obras de mejora de la infraestructura, entre otros, los siguientes ítems: saneamiento de la infraestructura férrea (incluyendo variantes), consolidación y mejora de la rasante, obras de protección de la plataforma para prevenir la acción de las aguas pluviales, estabilidad de terraplenes y nivelación de la plataforma, como alcantarillas, cunetas, muros de contención, filtros, y los demás considerados por el Consultor.
- b) **Estudio de Geología y Geotecnia**, en donde se debe incluir la identificación de las diferentes fuentes de materiales disponibles en las zonas de trabajo, con su respectiva caracterización y

suministro de la información necesaria para la gestión de permisos. Adicionalmente, identificar los botaderos y depósitos de materiales disponibles.

- c) **Infraestructura y superestructura de la vía férrea:** Definición de las características necesarias para permitir y/o soportar los diferentes propósitos contemplados.
- d) **Instalaciones de seguridad:** De acuerdo con el sistema propuesto, el Consultor deberá especificar las instalaciones apropiadas para garantizar las condiciones de seguridad, confiabilidad y capacidad de vía, necesarios considerando los siguientes aspectos:

- Enclavamientos. El Consultor deberá definir la tecnología a utilizar, los elementos de vía que deben ser controlados, las instalaciones y las obras de protección contra vandalismo.
- Sistemas de señalización. El sistema propuesto, debe tener en cuenta: la frecuencia de los trenes, la distancia entre estaciones (cantones) y la velocidad máxima de los trenes.
- Telemando (Puesto de mando y regulación del tráfico o centro de control y regulación del tráfico de trenes). Tipo de control, instalaciones y demás accesorios.
- Sistemas de protección de trenes. Determinar el sistema de protección automática de los trenes. (Anuncio y frenado de los trenes)
- Sistemas de protección de pasos a nivel. Los que se establezcan en los corredores ferroviarios.
- Telecomunicaciones. Determinar todo lo referente a: Telefonía de explotación (sistemas selectivos centralizados y sistemas tipo Tren Tierra) y telefonía de gestión (sistemas convencionales de telefonía para atención de clientes, información, ventas de tiquetes, fax, etc.)
- Alimentación de energía para las instalaciones mencionadas. El Consultor deberá definir mediante que redes de energía se dará alimentación a todas las instalaciones descritas anteriormente, incluyendo los sistemas de protección por fallo en el suministro.
- Cerramientos del derecho de vía
- Otras que considere el Consultor.

- f) **Pasos a nivel:** El Consultor presentará un estudio y prediseños de los pasos a nivel o desnivel que incluya los siguientes temas:

1. Supresión de pasos a nivel.
2. Implementación de pasos a nivel.
3. Pasos a nivel y dispositivos de control de tráfico.
4. Pasos a desnivel y responsabilidad de su construcción.
5. Equipamiento y protección, de acuerdo con el sistema propuesto y las normas que regulen la materia, según que se trate de zona urbana, municipal o interurbana, de acuerdo con el esquema propuesto y la localización de los pasos a nivel autorizados.
6. Construcción de vías paralelas para resolver los tráficos peatonales y vehiculares sobre la vía férrea.
7. Señalización preventiva e informativa.

En todo caso se tendrá en cuenta la necesidad de asegurar la calidad e integridad del servicio.

- f) **Estaciones de pasajeros.** El Conjunto de las Estaciones de Pasajeros del Ferrocarril fueron declarados Monumentos Nacionales mediante Decreto 0746 del 24 de abril de 1996, con el objetivo de que las edificaciones se conservaran.

Por lo anterior, el consultor deberá revisar si por sus condiciones y forma las estaciones actuales son adecuadas para su funcionamiento o que en efecto se requieren plataformas con otras especificaciones. Si es así, los edificios existentes podrían ser anexos para sitios culturales, de promoción turística, de cafés, tiendas, etc.

El Consultor presentará los prediseños y ubicación específica de las estaciones nuevas y paraderos que sean considerados necesarios en el corredor férreo. Para ello deberá tener en cuenta como mínimo los siguientes factores:

- Coexistencia con otros modos de transporte como el carretero y los proyectos de ciudad que adelanta el Área Metropolitana y la Alcaldía tales como el Intercambiador de Ayurá, el desarrollo de la regional sur entre la estrella y Ayurá, el proyecto parques del río y aquellos desarrollos futuros que se adelanten en el área metropolitana.
- Coexistencia con los trenes de pasajeros, turísticos, carga y de residuos sólidos.
- Accesos y salidas de los pasajeros a la estación o paradero.
- Acceso y bajada de los pasajeros a los Trenes
- Acceso y bajada de los pasajeros a otro modo de transporte público (Masivos y/o buses y/o taxis).
- Instalaciones de seguridad y comunicaciones.
- Controles de acceso y taquillas
- Andenes de estacionamiento
- Parqueaderos automotores, motos y bicicletas
- Obras de cerramiento
- Relaciones urbanas de conectividad con su entorno inmediato y con los cascos municipales.
- Accesibilidad a personas con movilidad reducida.
- Otros considerados por el Consultor.

- g) **Estaciones de transferencia y disposición de residuos sólidos:** El Consultor presentará los prediseños de estaciones de transferencia considerados como necesarios en el corredor ferroviario, para dar solución al manejo de los residuos en el corto, mediano y largo plazo de los municipios por los cuales transcurre de estos dos tramos. Para ello deberá tener en cuenta como mínimo los siguientes factores:

- Áreas disponibles para esta actividad dentro de los límites económicamente viables.
- Ramales de la plataforma férrea principal, que llegue hasta la estación de transferencia.
- Prediseño de la estación de transferencia de acuerdo con la mejor práctica para el manejo de los residuos sólidos en ambientes urbanos y/o suburbanos y/o rurales incluyendo la definición de la tecnología adecuada a implementar.
- Instalaciones y equipos necesarios para realizar la transferencia al Sistema Férreo Multipropósito incluyendo la definición de la tecnología adecuada a implementar.

- Análisis de las tecnologías existentes para las estaciones de transferencia y el transporte férreo de residuos sólidos, recomendando la más adecuada al proyecto y su impacto en la estructura de ingresos y costos.
 - Tecnología de las herramientas, equipos y vehículos necesarios para el transporte de los residuos hasta su disposición final, de acuerdo a los requerimientos ambientales para esta actividad.
 - Prediseño de las operaciones y maniobras necesarias de los camiones recolectores para la disposición inicial de embarque.
 - Prediseño de las operaciones y maniobras necesarias de los trenes para embarcar los contenedores de residuos sólidos.
 - Crecimiento y demanda de generación de residuos sólidos en los municipios de los tramos en estudio (1 y 3)
 - Generación de escombros y sitios de disposición.
 - Los demás necesarios para complementar el estudio.
- h) **Estaciones de carga de mercancías:** El Consultor presentará los prediseños de estaciones de embarque y desembarque de mercancía considerados como necesarios en los corredores ferroviarios. Para ello deberá tener en cuenta como mínimo los siguientes factores:
- Áreas disponibles para esta actividad dentro de lo dispuesto en los objetivos estratégicos de las directrices de cada municipio
 - Ramales de la plataforma férrea principal, que llegue hasta la estación de embarque y desembarque de mercancías.
 - Prediseño de la zona de transferencia de carga en los puertos secos para el embarque y desembarque de acuerdo con la mejor práctica en el manejo contenedores y otros tipos de embalajes.
 - Instalaciones y equipos necesarios para realizar la carga y descarga al Ferrocarril multipropósito.
 - Prediseño de las operaciones y maniobras necesarias de los camiones para la disposición de descarga.
 - Prediseño de las operaciones y maniobras necesarias de los trenes para carga de mercancías.
- i) **Talleres de mantenimiento y reparación de equipos:** El Consultor presentara los estudios y prediseños de las instalaciones y equipamientos necesarios para la realización de los trabajos de mantenimiento y reparación del material rodante remolcado y tractivo adicionalmente, deberá identificar los sitios donde deben ser ubicadas las nuevas instalaciones para tal fin teniendo en cuenta las establecidas en el tramo 2. Este estudio incluirá al menos los siguientes factores:
- Situación de las instalaciones existentes, equipamiento necesario y dimensionamiento. Esquemas y planos.
 - Talleres o áreas adicionales.

- Equipos para mantenimiento y reparación de material rodante
- Almacén de repuestos.
- Instalaciones de aire comprimido, energía eléctrica, red de acueducto y alcantarillado, red contra incendio, instalaciones de comunicaciones y seguridad, disposición de aceites y grasas, suministro de combustibles, sección de lavado y aseo, etc.
- Zonas de ingreso y salida de trenes y vehículos auxiliares por dos extremos de los talleres
- Evaluar los equipos de talleres que posee el Metro de Medellín para ver la posibilidad de tener sinergias en el uso óptimo de estos equipos.
- Los demás que considere el Consultor.

- j) **Programa de mantenimiento de la infraestructura:** El Consultor presentará un programa de mantenimiento periódico y rutinario de la infraestructura por actividades, y determinando los recursos necesarios para llevarlo a cabo. En este sentido debe incluir las acciones preventivas, predictivas y correctivas para el ciclo de vida de la infraestructura, así como intervenciones mayores, o de media vida u “overhaul”.

12. Diseño funcional

Se requiere determinar el sistema de operación del tren para estimar la cantidad y clase del material rodante tractivo y remolcado, así como la tecnología actual que se proponga utilizar. De igual manera la organización, sistemas de mantenimiento y reparación, así como el sistema de control operacional.

Como resultado de esta actividad se presentará **el Informe No.5**, que contendrá los siguientes aspectos acompañados de especificaciones, gráficos, esquemas, planos, memorias y demás material de soporte de lo propuesto:

- A. Sistema operativo:** Documento contentivo del sistema de operación a emplear, considerando frecuencias, horarios y demás variables que permitan atender la demanda de pasajeros, carga y residuos sólidos, la cantidad de material tractivo y de material remolcado, y demás elementos propios de la operación, tal como el sistema de recaudo y la tecnología aplicable.
- B. Material rodante:** De acuerdo con las características del sistema propuesto, el Consultor presentará el equipo básico idóneo para la operación con sus especificaciones técnicas y de servicio fundamentales, al menos las siguientes:
- i. Material motor (unidad motriz):
- Sistema de tracción. (Diesel - eléctrica, Eléctrica) según normas europeas (EN)
 - Potencia a la tracción.
 - Dimensiones: Longitud total, altura total, ancho total
 - Peso.
 - Conjuntos eléctricos rotativos. (Generador principal, auxiliar, motor de tracción), según normas europeas (EN)
 - Tipo de enganche, determinar el esfuerzo tractor KN para los diferentes vehículos de pasajeros, mercancías y residuos, acordes con el trazado de la vía, tipo de vehiculo a definir,

criterios sobre enganches de las normas EN y diseños normalizados de enganches a nivel mundial.

- Cálculo de tipo y Diámetro de ruedas, según normas europeas (EN), considerando la geometría de la vía, diseño del vehículo (distancia entre pivotes) diseño del bogie (tipo suspensión y distancia entre ejes de un bogie y entre ejes de bogies adyacentes o consecutivos, procurando diseños normalizados de ruedas a nivel mundial).
- Diseño y selección del Tipo de bogies, según normas europeas (EN)
- Tipo de combustible que sea compatible con el medio
- Diseño y selección del Tipo de Transmisión según normas europeas (EN).
- Diseño y selección del Tipo de suspensión, según un compromiso ente los criterios del modo de uso carga/pasajeros/ basuras y las recomendaciones de las normas europeas (EN).
- Recomendaciones del Bastidor y criterios de aceptación según normas EN, para el bastidor del bogie así como para todos sus componentes.
- Sistema de neumático (aire), que el diseñador realice los cálculos del sistema y dimensione el sistema sobre los caculos de las normas EN. Se recomienda tener en cuenta una holgura superior a la norma.
- Sistema de frenado según criterios de aceptación de normas EN para los casos de transporte pasajeros/ carga combinados.
- Velocidad máxima del vehículo acorde con la velocidad de la línea ferroviaria.
- Aceleración media acorde con los cálculos de la línea ferroviaria..
- Autonomía mínima.
- Distancia de frenado criterios de aceptación de normas EN para los casos de transporte pasajeros/ carga combinados y las condiciones del trazado.
- Estudio de seguridad ferroviaria para los diferentes condiciones de cagar de la norma EN
- Análisis de la conicidad equivalente y estabilidad del vehículo para el trazado
- Análisis de frecuencias naturales de la vía y vehículo para interfase vía vehículo.
- Definición de gálibos para el trazado, vía –túnel-estaciones- talleres y patios con base en geometría de la vía, el vehículo, estaciones, túneles y los parámetros de las normas EN
- Capacidad de carga ton por eje de la vía para vehículos de pasajeros, mercancías y residuos.
- Diseño y selección del Tipo de bogies, según normas europeas (EN), considerando la geometría de la vía, diseño del vehículo (distancia entre pivotes) diseño del bogie (tipo suspensión, bogie tipo mixto para carga y pasajeros) y distancia entre ejes de un bogie y entre ejes de bogies adyacentes o consecutivos, procurando diseños normalizados de bogies que se ajusten a los cálculos de la vía, dinámica del vehículo, frecuencias naturales , normalizados o estandarizados a nivel mundial
- El diseñador deberá realizar un estudio de la dinámica del vehículo teórico, para el trazado y La suspensión que considere, deberán permitir obtener una comodidad dinámica que cumpla con lo dispuesto en las normas UIC 513, UIC 518 y 519 o sus equivalentes en normas EN.
- El diseño del sistema de frenado deberá ser tal que toda avería local a un bogie, de orden mecánico, eléctrico, hidráulico o neumático, susceptible de producirse sobre el tren solo implique, a lo sumo, la puesta fuera de servicio del bogie fallado.
- El diseñador deberá realizar un estudio de seguridad que permita determinar el tipo de independencia de los sistemas de frenos, en el mando y la ejecución, contribuyendo a la realización del resultado en frenado urgente (independencia bogie por bogie, eje por eje, etc).

ii. Material remolcado (coches de pasajeros)

Para cada punto siguiente aplican los mismos comentarios del literal i:

- Dimensiones Longitud, altura, ancho
- Estructura (Vigas, recubrimientos, silletería, panorámicos, accesorios, puertas, piso)
- Peso tara.
- Peso total.
- Sistema neumático.
- Sistema de frenado.
- Tipo de boogies.
- Tipo de enganche.
- Altura de enganche.
- Diámetro de rueda.
- Capacidad (pasajeros sentados, de pie)
- Altura de embarque en el andén.
- Galibo de embarque en el andén.

iii. Material remolcado (transporte de mercancías)

Para cada punto siguiente aplican los mismos comentarios del literal i:

- Dimensiones longitud, altura, ancho
- Estructura de la plataforma.
- Peso tara.
- Peso total.
- Sistema neumático.
- Sistema de frenado.
- Tipo de boogies.
- Tipo de enganche.
- Altura de enganche.
- Diámetro de rueda.
- Capacidad de la plataforma
- Altura de embarque en el andén.
- Galibo de embarque en el andén.

iv. Material remolcado (transporte de residuos sólidos)

Para cada punto siguiente aplican los mismos comentarios del literal i:

- Dimensiones longitud, altura, ancho
- Estructura del contenedor
- Peso tara.
- Peso total.

- Sistema de cerrado
- Tipo de aseguramiento con la plataforma del tren
- Capacidad del contenedor
- Altura de embarque en el andén.
- Galibo de embarque en el andén.

C. Mantenimiento del material rodante: Se establecerá un programa de mantenimiento y reparaciones, Este programa se establecerá de acuerdo a la norma NF EN 50.126, en el cual se indicarán:

- Las asignaciones de fiabilidad, disponibilidad y mantenimiento para los subconjuntos en cuestión y según una descomposición funcional del material móvil tal como se indica en la norma NF F 01-305 u otra norma equivalente.
- Un análisis de los efectos de las averías, generando un cuadro que indique el efecto de las fallas principales sobre el funcionamiento en operación,
- Los cálculos provisionales de fiabilidad y disponibilidad, incluido el resultado que permita definir los posibles impactos en el diseño, fabricación y mantenimiento, en particular lo referente a la redundancia de algunos equipamientos, la puesta en paralelo, la utilización de equipos desmontables o desconexión de sistemas y equipos en condiciones definidas.
- Un análisis preliminar de los riesgos y de los peligros que permitan definir y clasificar por nivel de criticidad (marginal, crítico o catastrófico) todos los riesgos frente a los pasajeros y /o del medio ambiente.
- Una síntesis de estos análisis se deberá presentar en forma de una matriz que combine los niveles de posibilidades y los niveles de criticidad de estos riesgos según la norma EN 50 126.
- Programa de mantenimiento preventivo., debe indicarse las frecuencias por kilómetros – horas de operación en caso de funcionar con odómetros, recorridos del vehículo de pasajeros, de carga o locomotora, indicando las actividades para la equivalencia de mensual trimestral, semestral anual quinquenal y revisión general u overhaul.
- Debe indicarse las horas a emplear por los técnicos así como la cantidad de técnicos en cada actividad y los recursos requeridos, con la finalidad de estimar y valorar el personal que realizara el mantenimiento.
- Mantenimiento correctivo. deben discriminarse en conjunto las actividades de sustitución de componentes por desgaste natural, así como acciones previstas de sustitución de partes por vandalismo.
- Plan de reparaciones accidentales. Documento para dar directrices de reparación típicas después de colisiones, descarrilamientos en patios, fallas en línea que ocasionen accidentes, entre otras.
- Planta del personal necesario. Definirlo a partir de las horas empleadas en las actividades de mantenimiento descritas anteriormente.
- Inventarios de repuestos. hacer listado por sistemas y equipos principales indicando los repuestos típicos para los primeros 5 años de operación del sistema con la criticidad y las cantidades mínimas recomendadas acorde con el tamaño de la flota y las experiencias en sistemas similares.
- Sistema de administración: Se establecerá una estructura orgánica para administrar el sistema, definiendo cantidad y perfiles del personal, que permitan establecer costos de administración del sistema.

13. Aspectos complementarios:

Corresponden a actividades que se deben atender para el desarrollo del proyecto por aspectos normativos y que generan costos.

Como resultado de esta actividad se presentará el **Informe No.6**, que contendrá los siguientes aspectos acompañados de especificaciones, gráficos, esquemas, planos, memorias y demás material de soporte de lo propuesto:

- a. **Análisis predial:** La meta es utilizar el corredor o derecho de vía existente en aquellos puntos donde sea viable técnica y económicamente, sin embargo, es necesario definir la faja requerida y el ancho de vía que se requerirá de acuerdo al diseño conceptual y funcional y al anteproyecto, para determinar la necesidad de adquirir terrenos, de igual manera verificar las situaciones de ocupación de la vía, la necesidad de predios para intersecciones, y de áreas complementarias o de desarrollo conexo, en inmediaciones de las estaciones.
- b. **Análisis ambiental:** En caso que el trazado elegido sea el existente, el impacto ambiental es menor, sin embargo, el consultor debe revisar los aspectos ambientales, identificando aquellos que sean posibles obstáculos y formular las soluciones para el adecuado desarrollo del proyecto. Definirá las actividades (obras de control y mitigación ambiental, entre otras), para prevenir afectaciones tales como, aumentos de contaminación sonora en áreas residenciales, al igual que el impacto sobre la seguridad de la ciudadanía que habita o circula en inmediaciones de la línea férrea o utilizará el sistema. Realizar la versión preliminar del diagnóstico ambiental de alternativas, Identificar, definir y evaluar los impactos o afectaciones que se pueden generar sobre los recursos naturales y el medio ambiente (Físico, biótico y social), teniendo en cuenta las disposiciones del POMCA (Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del río Aburrá) en el cual se definen áreas de protección para la preservación ambiental; analizará las medidas de protección ambiental para mitigar el efecto de los centros de transferencia de residuos sólidos y el transporte de estos.

En caso que sea que el corredor elegido sea un corredor que en su mayoría no transcurra por el corredor existente el Consultor, con los trazados determinados, realizará a consulta a la autoridad ambiental de la necesidad o no de licencia ambiental

- c. **Análisis de la situación social:** Se deben definir las acciones de carácter social necesarias para recuperar el derecho de vía y generar cultura ciudadana para el paso del tren y prevenir accidentalidad y de carácter social con las comunidades directamente afectadas por el proyecto con la finalidad de estimar los costos sociales del proyecto y el impacto ambiental de las estaciones de transferencias de residuos sólidos, recomendado medidas que mitiguen o minimicen dicho impacto.

14. Costos del Proyecto:

El consultor deberá, entre otros, definir los siguientes costos que forman parte de la estructura del proyecto de acuerdo a su cronograma de implantación:

- i. **Costos de construcción, rehabilitación y mejoramiento de la infraestructura.** Con base en los prediseños se calcularán cantidades de obra a nivel de ítem de construcción, y de acuerdo con las especificaciones a utilizar; se establecerán los precios unitarios de cada uno, con su respectivo análisis, y con estos dos elementos se elaborará el presupuesto de inversión

por este concepto. De igual manera se elaborará la programación de obra mensualizada, teniendo como meta el desarrollo progresivo del proyecto, acorde con los crecimientos estimados de la demanda, definiendo los eventos o hitos que darán inicio a la ejecución de inversiones. Se confeccionará igualmente el flujo de inversión mensualizado.

- ii. **Costos de mantenimiento de la infraestructura.** Con base en el plan de mantenimiento se calcularán cantidades de obra a nivel de ítem de mantenimiento, y de acuerdo con las especificaciones a utilizar; se establecerán los precios unitarios de cada uno, con su respectivo análisis, y con estos dos elementos se elaborará el presupuesto de mantenimiento

por este concepto. De igual manera se elaborará la programación de mantenimiento anual, acorde con los estándares de calidad y niveles de servicio que se vayan a exigir. Se confeccionará igualmente el flujo de inversión anualizado.

- iii. **Costos de equipos y material rodante.** Con base en el diseño funcional del sistema se calcularán las cantidades de equipos y material a nivel de ítem, de acuerdo con las especificaciones a utilizar; se establecerán los precios unitarios de cada uno de acuerdo con precios de mercado, con su respectivo análisis o soportes de cotizaciones, y con estos dos elementos se elaborará el presupuesto de inversión por este concepto. De igual manera se elaborará la programación de adquisiciones, teniendo como meta el desarrollo progresivo del proyecto, acorde con los crecimientos estimados de la demanda. Se confeccionará igualmente el flujo de inversión mensualizado.

- iv. **Costos de mantenimiento de equipos y material rodante.** Con base en el plan de mantenimiento de equipos y material rodante se calcularán los costos, de acuerdo con las especificaciones a utilizar; se establecerán los precios, con su respectivo análisis, y con estos dos elementos se elaborará el presupuesto de operación y mantenimiento de equipos y material rodante. De igual manera se elaborará la programación de mantenimiento anual, acorde con los estándares de calidad y niveles de servicio que se vayan a exigir. Se confeccionará igualmente el flujo de inversión anualizado.

- v. **Costos de equipos de comunicaciones y señalización.** Con base en el diseño funcional del sistema se calcularán las cantidades de equipos de comunicaciones y señalización (incluyen los sistemas de control de tráfico ferroviario) a nivel de ítem, de acuerdo con las especificaciones a utilizar; se establecerán los precios unitarios de cada uno de acuerdo con precios de mercado, con su respectivo análisis o soportes de cotizaciones, y con estos dos elementos se elaborará el presupuesto de inversión por este concepto. De igual manera se elaborará la programación de adquisiciones, teniendo como meta el desarrollo progresivo del proyecto, acorde con los crecimientos estimados de la demanda. Se confeccionará igualmente el flujo de inversión mensualizado.

- vi. **Costos de mantenimiento de comunicaciones y señalización.** Con base en el plan de mantenimiento de equipos de comunicaciones y señalización se calcularán los costos, de acuerdo con las especificaciones a utilizar; se establecerán los precios, con su respectivo análisis, y con estos dos elementos se elaborará el presupuesto de operación y mantenimiento de equipos y material rodante. De igual manera se elaborará la programación de mantenimiento anual, acorde con los estándares de calidad y niveles de servicio que se vayan a exigir. Se confeccionará igualmente el flujo de inversión anualizado.

- vii. **Costos de operación y administración del sistema.** Con base en la estructura orgánica y en el diseño funcional definidos se calcularán los costos mensuales y anuales de la administración, de recaudo y de operación del sistema, que incluirán los costos de personal, de bienes y servicios necesarios para el funcionamiento del sistema. Se confeccionará igualmente el flujo de inversión anualizado.

- viii. **Costos de adquisición de predios.** Con base en el análisis predial y avalúos comerciales promedio se calcularán los costos de adquisición de terrenos. Se confeccionará igualmente el flujo de caja de este costo conforme a la programación de obra y requerimientos.
- ix. **Costos de mitigación y manejo ambiental.** Con base en el análisis ambiental y las actividades requeridas se calcularán los costos del DAA o plan de manejo ambiental según la alternativa escogida. Se confeccionará igualmente el flujo de caja de este costo conforme a la programación de obra y requerimientos propios del tema.
- x. **Costos del plan de gestión social o comunitario.** Con base en el análisis de la situación social se calcularán los costos de las campañas necesarias para atender estos aspectos, que pueden estar relacionados con la recuperación del derecho de vía y las tareas de cultura ciudadana para convivir con el funcionamiento del proyecto. Se confeccionará igualmente el flujo de caja de este costo conforme a la programación de dichas actividades.
- xi. **Costos de consultoría.** Para llevar el proyecto a nivel de estudios y diseños en factibilidad avanzada el contratista del proyecto incurrirá en costos de consultoría que deben ser estimados para incorporarlos a la evaluación del proyecto. Se confeccionará igualmente el flujo de caja mensual de este costo.
- xii. **Otros costos.** El consultor deberá establecer la presencia de otros costos que afecten el proyecto, calcularlos e incluirlos en este análisis

Como resultado de este tema se presentará el **Informe No.7**, que contendrá los aspectos anteriores acompañados de memorias de cálculo y demás material de soporte.

ETAPA II.- ESTRUCTURACIÓN LEGAL Y FINANCIERA

Esta fase tendrá una duración de dos (2) meses máximo contados a partir de la fecha de aprobación de los Informes 1 a 7 de la etapa I por parte de la Interventoría y la Promotora y deberá tenerse en cuenta los lineamientos y alcances establecidos en la etapa III del estudio de factibilidad para el tramo II. En General:

- a) **Marco Institucional:** Se debe analizar las competencias actuales de las distintas entidades nacionales, o locales con relación al sistema férreo, para definir las responsabilidades sobre la ejecución del proyecto. El Ministerio de Transporte es el ente rector del sector, el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y la Gobernación de Antioquia son los propietarios de los bienes, la Agencia Nacional de Infraestructura -ANI es la administradora de las concesiones del sector transporte incluyendo las ferroviarias, los municipios ejecutan sus Planes de Ordenamiento Territorial, que incluyen los programas para el desarrollo de su infraestructura de transporte y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá es la autoridad de transporte de la región. Todo lo anterior debe ser compatible para el desarrollo del proyecto de Sistema Férreo Multipropósito y por lo tanto el consultor debe, después de analizar la situación formular las conclusiones y recomendaciones para desarrollar el marco institucional del proyecto. En el análisis debe tener en cuenta todas las normas, leyes, reglamentos, acuerdos, ordenanzas, decretos u otras relacionadas, que se encuentren vigentes en la Nación, Departamento y municipios.

Como resultado de este tema se presentará el **Informe No.8**, que contendrá la evaluación del marco institucional, las conclusiones y recomendaciones para desarrollar el proyecto.

- b) **Sistema tarifario:** El consultor efectuará las alternativas de cálculo de la tarifa técnica, con base en diferentes escenarios de recuperación de los costos de operación del ferrocarril, de los costos de construcción de la infraestructura, y de los costos del material rodante de acuerdo al cronograma de implantación de las diferentes fases del proyecto, considerándolos en un todo o parcialmente. De igual

manera se calculará la tarifa comercial que dependerá del análisis socioeconómico que determine la capacidad de pago de los usuarios (pasajeros, empresas que transportan mercancías y Empresas transportadoras de residuos sólidos). Las tarifas serán insumos para la estructuración financiera.

El Consultor deberá desarrollar una metodología de cálculo tarifario, forma de recaudo, mecanismos de control sobre éste y efectos sobre los costos de transporte, la eficiencia y los estándares de operación del corredor férreo. La forma de pago contemplada y el recaudo para el caso de pasajeros deben ser compatibles con la Tarjeta que utilizan los sistemas de transporte masivo. El análisis que se realice deberá tener en cuenta, como mínimo, tres diferentes escenarios y realizar comparaciones con tarifas nacionales. También dentro de su análisis debe contemplar factores de cercanía y facilidad para los usuarios, los cuales pueden incidir en la determinación del costo o cobro de oportunidad.

Como resultado de este tema se presentará el **Informe No.9**, que contendrá la evaluación tarifaria y las memorias de cálculo.

- c) **Estructuración Financiera:** El consultor para la estructuración financiera del proyecto deberá adelantar las siguientes actividades.
- I. **De los estudios y análisis** efectuados en las actividades y fase anteriores se precisarán los costos y programa de inversión del escenario básico y los ingresos con base en la tarifa comercial, los cuales se proyectarán en el horizonte del proyecto.
 - II. **Plan de financiamiento:** Conllevará el estudio e investigación de diversas fuentes internas y externas de crédito o capital posibles de aplicar al proyecto, incluyendo un análisis de los términos y condiciones de financiamiento, o la perspectiva de utilizar fuentes como el cobro de contribución de valorización o plusvalía.
 - III. **Se elaborará el modelo financiero** cuyas proyecciones deben incluir:
 - Balance general, flujo de caja del proyecto y del inversionista, estado de pérdidas y ganancias, periodos de recuperación de la inversión e indicadores financieros.
 - Resultados de la estructuración técnica, las proyecciones de gastos e ingresos, de impuestos, y del servicio de la deuda, entre otras variables.
 - Las fuentes de financiación internas y externas
 - Rentabilidad del proyecto y del inversionista
 - Limitaciones presupuestales de los aportes estatales de cualquier fuente, buscando limitar el impacto fiscal
 - Alternativas de financiamiento del aporte estatal, con base en la normatividad vigente
 - Alternativas de ingresos adicionales por uso de la vía férrea por otros transportadores de carga o de turismo o desarrollos comerciales conexos a las estaciones.
 - El modelo debe ser gerencial de manera que permita análisis inmediatos para decisiones de la Promotora y estará acompañado de un documento explicativo de su construcción y procedimiento de aplicación.
 - IV. **Análisis financiero:** Una vez construido el modelo financiero y efectuado el análisis del escenario básico, se efectuará el análisis de sensibilidad del proyecto frente a variaciones tales como cambios de tarifa, progresión de las inversiones, o reducción de la demanda, entre otras posibilidades. Se incluirá la evaluación de los riesgos financieros y determinará el monto del aporte estatal, así como su cronograma de desembolsos, de igual manera permitirá fijar la tarifa comercial de referencia, definir los aportes de capital de riesgo y la estructura deuda- capital más apropiada.

- V. **Esquema de asignación de riesgos y responsabilidades, garantías y compensaciones:** Se definirá el más apropiado para el proyecto, de acuerdo con las políticas definidas por el Gobierno Nacional en este sentido, mediante leyes, decretos, documentos CONPES u otros. Se fijarán

instrumentos de compensación que aseguren la liquidez de los proyectos, su financiabilidad, reducción de costos financieros, y minimización de la carga contingente para el estado.

d) Estructuración legal

Para efectos de la Estructuración legal, el consultor adelantará los mismos lineamientos establecidos en la estructuración jurídica del tramo 2.

Como resultado de este tema se presentará el **Informe No.10**, que contendrá la estructuración financiera y legal y las memorias de cálculo.

INFORME FINAL Y PRESENTACIÓN

En el Informe Final de prefactibilidad, el Consultor integrará todos los estudios e informes realizados en las etapas descritas anteriormente.

A su vez, parte de este entregable será un resumen ejecutivo que contendrá de manera resumida el alcance de cada uno de los estudios enunciados, las metodologías utilizadas, los resultados obtenidos y las conclusiones y recomendaciones formuladas, así como los planos, gráficos y cuadros que faciliten la comprensión del informe. Además debe contener la descripción de la localización, importancia y la ficha técnica del Proyecto.

El Informe Final de Estudios y Diseños contendrá el contenido requerido en cada uno de los estudios enunciados en las presentes especificaciones.

Este documento también constará de las fichas técnicas indicativas que servirán para la preparación de los procesos de licitación de los futuros Proyectos.

Además, deberá entregar una presentación (prezi y .ppt) con videos, renders, y demás expresiones gráficas, donde muestre las principales características del proyecto definido, descripción, localización y la ficha técnica.

Dentro del plazo previsto para la ejecución de los estudios, deberá entregar los documentos en original y 1 copia (textos en tamaño carta, papel blanco bond base 20 o de 75 gramos, con tapa dura de cartón de 2.5 milímetros, forrada en percalina o cuerina, con tornillo en aluminio, debidamente marcadas y los planos de tamaño de un pliego de 70 centímetros por 100 centímetros, el original en papel mantequilla de 120 gramos y por lo menos una copia en papel de seguridad presentado en porta planos) y 2 copias en medio magnético (en CD o DVD de todos los documentos del proyecto de planos y documentación escrita.).

ANEXO II – ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

INTRODUCCION

La alternativa se deberá entregar a los treinta (30) días luego de firmada el acta de inicio del proyecto.

Se entiende por "Análisis de Alternativas" todos los estudios que permitan la identificación, caracterización, análisis y evaluación de al menos tres alternativas, entre las cuales deberá estar el trazado existente, el trazado entregado por la Promotora (que solo será para el tramo 2) y una tercera que puede ser la combinación de las dos anteriores para la selección de la más conveniente, considerando criterios técnicos, operativos, ambientales, sociales y de riesgo pero siempre tratando de utilizar en lo posible el corredor existente.

Este "Análisis de Alternativas" es una guía básica que el consultor deberá seguir *sin perjuicio* de aportar más al objetivo de seleccionar la mejor alternativa. De conformidad con lo establecido para la etapa I de la consultoría, el consultor además de revisar los resultados del Estudio de la Estructuración Técnica, Legal y Financiera del proyecto "Sistema Férreo Multipropósito" realizado por la firma INECO en el año 2010, deberá realizar las actividades que pueda aplicar y que se encuentran descritas en este anexo y aquellas otras que considere convenientes para la elección de la mejor alternativa.

Así las cosas, el análisis de alternativas busca evaluar y seleccionar la mejor alternativa mediante la implementación de una matriz multi-criterio y multi-objetivo basados en el enfoque de riesgos y debidamente armonizado con el estudio técnico, operativo, ambiental y social.

Las obras principales identificadas, producto del trazado de las líneas de pendiente o línea guía, deberán ser analizadas desde el punto de vista de estabilidad del corredor y conveniencia económica, teniendo como premisa un horizonte mínimo de 20 años y asumiendo las diferentes condiciones que presentará el corredor si se da el panorama más favorable para el proyecto en términos de circulación de tráfico ferroviario (insumo que resultara del estudio de demanda).

El análisis de las alternativas deberá ser integral en el sentido de analizar el costo capital de la obra, la vulnerabilidad del corredor, el mantenimiento, el número de obras especiales y su complejidad. Por ejemplo a la que tenga el menor número de obras, posiblemente un incremento en la longitud del puente aumente el costo directo de la obra, pero puede redundar en mayores beneficios económicos, de estabilidad y de vida del proyecto. De la misma manera un puente de mayor longitud puede disminuir una longitud importante de construcción de vía así como un gran número de obras importantes, lo que en cierta medida podría compensar los costos.

Cada una de las alternativas deberá ser evaluada no solo como el costo directo de la obra sino también los costos de mantenimiento a lo largo de un periodo de tiempo y los beneficios obtenidos tanto en costos de operación como en relación beneficio costo.

Por lo anterior es de vital importancia que se realice un análisis costo beneficio de cada alternativa con el fin de que se pueda concluir de una forma acertada la alternativa económicamente más viable.

El análisis costo beneficio se realizará presentando claramente la identificación y cuantificación de los cambios que se generarán con la realización del proyecto señalando el funcionamiento de la metodología respectiva y las herramientas utilizadas.

Definidas las posibles soluciones, se recomendará aquella o aquellas que ofrezcan las mejores condiciones técnicas y que cumplan con todas las premisas establecidas.

El análisis de cada corredor férreo deberá contener los siguientes elementos:

- Pendiente longitudinal.
- Sección transversal.
- Longitud.
- Aspectos topográficos (tipo de terreno, sectorización, pendiente, transversal, entre otros).
- Aspectos geométricos (sectorización, radios mínimos, visibilidad, Galibo estructural, entre otros).
- Obras principales.
- Aspectos geológicos y geotécnicos relevantes asociados con la estabilidad del Trazado.
- Aspectos ambientales relevantes de/ trazado.
- Zonas Inestables y/o puntos críticos.
- Cantidades de obra estimadas.
- Evaluación económica preliminar basada en las cantidades de obra preliminares y los precios de mercado.

Con base en los aspectos descritos anteriormente, el Consultor deberá plantear una matriz de evaluación de corredores de ruta, desde el punto de vista del Trazado y Diseño Geométrico, cuyo resultado pueda integrarse a una matriz general de evaluación de todas las áreas del proyecto con la que se pueda llegar a la determinación de la ruta más conveniente teniendo en consideración como aspecto relevante la vulnerabilidad del corredor para lo cual el consultor deberá elaborar una evaluación de riesgo de acuerdo a lo establecido en el Anexo II.

En este anexo se consideran tres volúmenes mediante los cuales el consultor deberá analizar todas y cada una de las alternativas planteadas, así:

- VOLUMEN I. Diagnóstico de Alternativas desde el punto de vista técnico
- VOLUMEN II. Diagnóstico Ambiental de Alternativas.
- VOLUMEN III. Evaluación del Riesgo.

Como insumo para el análisis de las alternativas se contemplan los siguientes estudios técnicos:

ESTUDIO DE DEMANDA. Se Identificará la demanda potencial en el corredor férreo teniendo en cuenta los resultados del Estudio de la Estructuración Técnica, Legal y Financiera del proyecto “Sistema Férreo Multipropósito” realizado por la firma INECO en el año 2010, los datos históricos existentes, la Información de la última Encuesta Logística Nacional del Departamento Nacional de Planeación, la Información suministrada por la autoridad de transporte del Área Metropolitana de Medellín, y las proyecciones generadas por la construcción de próximos proyectos viales. El Consultor deberá organizar su estructura de trabajo para que el cronograma del estudio de demanda de todo el corredor no interfiera con los datos que se necesitan como insumo mínimo necesario para determinar la alternativa más favorable en la zona del Área Metropolitana del Valle de Aburrá que comprende desde tramo Estación Primavera – PK 544 en el Municipio de Caldas y la estación Botero PK 460 en el Municipio de Santo Domingo

ESTUDIO DE GEOMETRIA. Se seleccionarán corredores de ruta, que cumplan con las características deseadas, considerando aspectos geológicos, geotécnicos, hidrológicos e hidráulicos, ambientales, sociales (prediales) y de riesgos.

ESTUDIO DE GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA. Se deben identificar las zonas geológicamente inestables y potenciales fuentes sísmicas, de acuerdo con información secundaria y demás factores que puedan constituir amenazas a las cuales están o estarán expuestas las alternativas para su evaluación.

ESTUDIO DE HIDROLOGIA E HIDRÁULICA. Se deberán determinar los estudios hidrológicos de la zona con base en registros de estaciones hidrometeorológicas, características principales de cuencas y características hidráulicas de las corrientes de agua que atraviesen las alternativas y demás factores que puedan constituir amenazas a las cuales están o estarán expuestas las alternativas para su evaluación.

Una vez establecidas las alternativas de trazado para cada tramo, cada una de estas deberán ser analizadas desde el punto de vista técnico y operativo contemplando los factores ambientales, sociales y de riesgos que por su naturaleza se asocian; para escoger la mejor alternativa, el consultor mediante la implementación de una matriz multicriterio y multiobjetivo basados en el enfoque de riesgos, seleccionará la más favorable, con la cual deberá elaborar y presentar, en caso de ser necesario y si así lo determina la autoridad ambiental, el D.A.A solicitado en la ETAPA I, con el fin de justificar plenamente ante la autoridad ambiental los criterios tenidos en cuenta para la selección de la alternativa.

Esta Entidad manifiesta que posiblemente el trazado definitivo transcurrirá en su gran mayoría por el corredor existente, a no ser que el Consultor encuentre dentro de sus alternativas un trazado claramente diferente con base en los aspectos técnicos, ambientales, sociales y de riesgos. **Por lo anterior, el consultor deberá solicitar pronunciamiento de la necesidad o no de licencia ambiental** y revisar con la autoridad ambiental si es necesario o no presentar DAA. Sin embargo, de ser necesario la presentación del DAA, el consultor deberá garantizar la aprobación por parte de la Autoridad Ambiental del DAA y la alternativa seleccionada una vez se cumpla lo necesario de la etapa I. Así mismo el consultor deberá garantizar que la información entregada en este anexo, sea de la más alta calidad, ya que una vez seleccionada la Alternativa antes de hacer la entrega a la Autoridad Ambiental para su respectiva aprobación, deberá hacer entrega de manera paralela al trámite de presentación y aprobación del D.A.A que realizará ante la autoridad ambiental, el consultor deberá continuar con la siguiente etapa de estructuración, la cual comprende los estudios y diseños del trazado para la alternativa seleccionada teniendo en cuenta el Apéndice Técnico.

VOLUMEN I - EVALUACION DE ALTERNATIVAS DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO

El consultor deberá tener en cuenta la siguiente generalidad que aplica para todos los estudios incluidos para la elaboración de este volumen:

Cartografía: De acuerdo con las necesidades del proyecto se podrá utilizar cartografía digital de cualquier fuente, siempre y cuando se garantice para la selección de corredores una precisión 1:25.000, se debe verificar que la escala utilizada sea compatible con los requerimientos del Apéndice Técnico, Se deberá trabajar sobre una imagen satelital restituida con el fin que sirva como base de todas las especialidades (diseño geométrico, geología y geotecnia, hidrología e hidráulica). Las imágenes podrán ser de cualquier tipo existentes en archivo lo más recientes posibles que tengan la posibilidad de obtener el Modelo de Elevación Digital. Se podrá combinar dos tipos de imágenes con el fin de obtener los productos deseados a las escalas requeridas.

El consultor deberá realizar el análisis de alternativas y la evaluación del riesgo teniendo en cuenta como mínimo los siguientes estudios:

1. GEOMETRIA

El consultor utilizará la información topografía existente y realizará los levantamientos que considere necesarios para el análisis de la presente etapa.

1.1 ALCANCE

General: El consultor podrá definir todas las alternativas posibles que considere convenientes, mínimo considerando el trazado existente, el trazado propuesto por el metro y una adicional que puede ser la mejor combinación posible de las dos anteriores y que deberá ser propuesta por el consultor de acuerdo al análisis que realice con base en los aspectos geométrico, geológico y geotécnico, hidrológico e hidráulico, ambientales, sociales y de riesgos asociados. De dicha evaluación se tendrá la mejor alternativa que será la alternativa de trazado final. El consultor deberá realizar la identificación de zonas potencialmente inestables sobre los corredores establecidos, que puedan condicionar el trazado del mismo y la utilización de obras especiales.

Criterios de diseño: Se deberá realizar la conceptualización del proyecto, definiendo los criterios y objetivos a buscar, las características deseadas, los condicionantes propias del proyecto, las amenazas, la interacción con las otras especialidades tales como: geométrico, geológico y geotécnico, hidrológico e hidráulico, aspectos ambientales y de riesgos, con el fin de que se establezca con anterioridad hacia donde debe ir el proyecto. A partir de la conceptualización del proyecto se deberían plantear las premisas que deben cumplir las alternativas de los corredores planteados. Se deberán establecer las características geométricas de cada corredor, como son:

- Velocidad de diseño
- Radios mínimos
- Ancho de la plataforma de vía
- Pendiente Máxima

1.2 PRODUCTOS

Del análisis geométrico, de la comparación multi-criterio y de las variables ya mencionadas anteriormente se obtendrán los siguientes productos:

- a. Identificación de zonas potencialmente inestables: Se deberá realizar la identificación de zonas potencialmente inestables sobre los corredores férreos establecidos, que puedan condicionar el trazado del mismo y la utilización de obras especiales. Lo anterior se deberá realizar por medio de la interpretación de fotografías aéreas y cartografía existente con escala mínima de 1:25.000.
- b. Obras principales: Se establecerán las obras principales de mayor impacto, (puentes, túneles, taludes representativos y vías a cielo abierto), de los cuales se deberá definir su número, ubicación y longitud preliminar en cada uno de los corredores férreos estudiados.

c. Análisis de alternativas: Para cada uno de los corredores férreos determinados, se consignaran sus características geométricos y demás que se consideren pertinentes, identificando ventajas y desventajas, zonas por las que cruza y características especiales que deban ser tenidas en cuenta por otras áreas del estudio. Definidas las posibles soluciones, se recomendará aquella o aquellas que ofrezcan las mejores condiciones técnicas, que cumplan con todas las premisas establecidas.

El análisis de cada corredor férreo deberá contener los siguientes elementos:

- Velocidad de diseño preliminar
- Pendiente longitudinal
- Sección transversal
- Longitud
- Aspectos topográficos (tipo de terreno, sectorización, pendiente, transversal, entre otros)
- Aspectos geométricos (sectorización, radios mínimos, entre otros)
- Obras principales de mayor impacto (puentes, túneles, taludes representativos y vías a cielo abierto), de los cuales se deberá definir su número, ubicación y longitud preliminar en cada uno de los corredores de ruta estudiados.
- Aspectos geológicos y geotécnicos relevantes asociados con la estabilidad del trazado.
- Zonas Inestables y/o puntos críticos

2. ESTUDIOS TÉCNICOS NECESARIOS PARA ESCOGER LA MEJOR ALTERNATIVA

2.1 ESTUDIO DE GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

Para este estudio se debe tener en cuenta si es trazado es nuevo o si el trazado es existente por lo que se establecerán las dos posibilidades:

i. Trazado Nuevo

El consultor deberá considerar los siguientes capítulos:

- Alcance.
- Componente de Geología para estimación del riesgo.
- Productos.

ALCANCE

Se busca determinar los corredores generales y selección de rutas de trazado. En esta fase se hace un estudio en oficina de toda la información topográfica, geológica y geotécnica con la que se disponga. La información se compila y se estudia para identificar problemas potenciales, derivados de circunstancias geológicas.

- En la identificación de amenazas del volumen de geología y geomorfología regional, el consultor deberá discriminar los eventos que se podrían presentar teniendo en cuenta los factores que se mencionan en el componente de Geología descrito a continuación.
- Una vez que se disponga de la caracterización geológica regional, basada en información secundaria, se identificarán los puntos críticos, como puentes largos, túneles, cortes importantes

en roca, rellenos sobre materiales compresibles y escasez de material granulares para estructura de la calzada. Luego se estudiará todo el corredor preparando un mapa geotécnico.

- El consultor deberá realizar la identificación de zonas potencialmente inestables sobre los corredores establecidos, que puedan condicionar el trazado de/ mismo y la utilización de obras especiales.

COMPONENTE DE GEOLOGIA

El consultor deberá analizar la geología y geomorfología regional y deberá analizar la zona para identificar las posibles amenazas en las alternativas propuestas, por lo tanto el consultor deberá estudiar y señalar los eventos que se podrían presentar en cada una de dichas alternativas, para lo cual deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Pendiente del terreno. Valor en porcentaje correspondiente a la pendiente del terreno transversal al eje longitudinal de la vía. Este indicador en conjunto con las características geológicas del sitio determina la estabilidad de los taludes.
- Probabilidad de deslizamientos. En caso de contarse con la información, representaría la probabilidad global de que se presente la falla de un talud determinado en una zona determinada del territorio.

Adicionalmente, el consultor deberá considerar el aspecto estadístico de la amenaza sobre el corredor férreo, el cual consiste en estudiar la historia de eventos ocurridos en el pasado en los diferentes tramos de la red férrea del tramo correspondiente. Se deberá conformar una base de datos de eventos caracterizados con base en el tipo de daño, en su magnitud y en sus efectos. Para cada segmento de análisis se debe tener en cuenta para la evaluación del riesgo, el Número de Eventos Moderados y el Número de Eventos Severos.

PRODUCTOS

Los resultados que se obtengan en el estudio de Geología y Geomorfología serán insumo para seleccionar los mejores trazados desde el punto de vista geométrico, así mismo del análisis de los factores de amenaza contemplados en este capítulo, se obtendrá la mejor alternativa desde el enfoque de riesgos. El informe de reconocimiento geológico que elaborará el consultor debe comprender los siguientes elementos o apartes:

- Introducción: Propósito y alcance del informe, Información Existente, Método de Trabajo.
- Geología General del Corredor: Unidades Geológicas, Historia Geológica, Estratigrafía, Estructuras.
- Geología para Ingeniería: Unidades Homogéneas, Puntos Críticos, Túneles, Cortes importantes en Roca, Amenazas Geológicas.
- Antecedentes de comportamientos geotécnicos o geológicos de cada alternativa
- Análisis de riesgos geotécnicos o geológicos de cada alternativa
- Descripción de las amenazas geológicas con la correspondiente historia de eventos como componente para la estimación del riesgo a realizar en el volumen III.
- Recomendaciones.

ii. Trazado existente

El Contenido mínimo del entregable correspondiente al área de Geología y Geotecnia para las áreas donde el trazado férreo exista es el siguiente:

- Inventario de taludes, y de las obras de estabilización y estabilidad, protección y contención en el cual se especifique su estado actual.
- Informe sobre antecedentes de sucesos geotécnicos o geológicos sobre el corredor férreo
- Propuestas de actividades de mantenimiento, repotenciación, rehabilitación, cambios o construcción para garantizar la correcta operación de lo identificado en el inventario.
- Mapa de caracterización de zonas inestables y de zonas de riesgos.
- Identificación de sitios críticos y necesidades respecto a obras de estabilización, protección y contención.

2.2 ESTUDIO DE HIDRÁULICA, HIDROLOGÍA Y SOCAVACIÓN

Al igual que el anterior se debe tener en cuenta si es trazado es nuevo o si el trazado es existente por lo que se establecerán las dos posibilidades:

2.2.1 Trazado Nuevo

ALCANCE

- El consultor realizará los estudios hidrológicos de acuerdo con la información secundaria y los registros de las estaciones hidrometeorológicas existentes en el área del proyecto. En lo posible obtendrá los registros históricos completos. Con estos estudios determinará las cuencas, subcuencas y/o drenajes que atravesará las alternativas, analizando las características de las cuencas como son área, pendiente de la cuenca y del cauce principal, uso actual y tipo del suelo.
- El consultor deberá evaluar la existencia de proyectos en el área de influencia directa del proyecto que afecten las características hidráulicas de las corrientes de agua que atraviesen las alternativas. El Consultor, en lo posible, calculará los caudales de cada uno de las corrientes hasta el sitio aproximado de cruce y pre dimensionará aquellas obras de drenaje de gran magnitud, necesarias para el proyecto. Así mismo el consultor deberá discriminar las amenazas que puedan afectar al proyecto como un componente de la evaluación del riesgo que se debe determinar en el volumen III del presente anexo.
- El consultor efectuará una investigación en relación con la obtención de la información existente, recopilando todo lo referente a estudios previos en las entidades que tenga o haya tenido injerencia con la zona del proyecto, que aporten un conocimiento del clima, suelos, vegetación, comportamiento de obras, etc., incluido lo consignado en el volumen de Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA) del presente estudio. Dentro de esta investigación se tendrá también en cuenta la información de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR's) y lo establecido en los Planes de Ordenamiento Territorial, o los Planes Básico de Ordenamiento Territorial o los Esquemas de Ordenamiento Territorial de la zona de influencia de las obras.
- Se analizará la información secundaria existente con los cuales se realizara los cálculos para la obtención de caudales. El consultor deberá presentar la metodología para la

modelación hidrológica, sustentando la selección del software utilizado, de acuerdo con lo descrito en el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS o el equivalente que se encuentre vigente a la fecha de los estudios.

COMPONENTE DE HIDROLOGIA

Como componente de la Evaluación del riesgo que el consultor analizará la zona para identificar las posibles amenazas en las alternativas propuestas, por lo tanto el consultor deberá estudiar y señalar aquellos eventos que se podrían presentar en cada una de dichas alternativas, para lo cual deberá tener en cuenta el siguiente factor:

Intensidad de Lluvia. Intensidad de lluvias en milímetros anuales sobre la unidad de análisis, obtenida con base en el mapa de precipitaciones del Atlas de Colombia del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, (IGAC, 1996). Adicionalmente, el consultor deberá estudiar la historia de eventos ocurridos en el pasado en los diferentes tramos de la red. Se deberá conformar una base de datos de eventos caracterizados con base en el tipo de daño, en su magnitud y en sus efectos. Para cada segmento de análisis se debe tener en cuenta el número de eventos moderados y el número de eventos Severos.

PRODUCTOS

Los resultados que se obtengan en el estudio de Geología y Geomorfología serán insumo para seleccionar el mejor trazado desde el punto de vista geométrico, así mismo del análisis de los factores de amenaza contemplados en este capítulo, se obtendrá la mejor alternativa desde el enfoque de riesgos. El informe final sobre el estudio de hidrología e hidráulica deberá considerar los siguientes componentes:

a. Análisis de lluvias

Con base en la información de precipitación obtenida ya sea en el IDEAM, CIOH, CCCP, ECOPETROL, FEDERACION DE CAFETEROS, CAR 's, EMPRESAS DE SERVICIOS PUBLICOS (ESP's), EMPRESAS DE ENERGIA o en otra entidad, el consultor procederá a incluir en el estudio un análisis de los registros de cantidad e intensidad de precipitación en la zona que permitan dar valores de tipo local y regional, para conocer el comportamiento espacial y temporal del fenómeno. De la misma manera deberá presentar los análisis y la caracterización de los principales parámetros climatológicos, entre otros temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, número de días con lluvia, etc.

Una vez analizada esta información el consultor deberá calcular las Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia, y determinar la intensidad de la lluvia para cada subcuenca con base en el tiempo de concentración para periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50 y 100 años, La determinación de los periodos de retorno con los cuales se deben predimensionar el tipo de estructura.

b. Análisis de caudales

Se presentará la relación lluvia-caudal con registros para determinar coeficientes de escorrentía. En aquellos casos donde no exista información sobre el mismo sitio de cruce, el Consultor podrá realizar transposición de datos de caudal si existiese una estación limnimétrica y/o limnigráfica ubicada sobre el mismo cauce y/o cuenca.

El Consultor podrá transferir caudales máximos instantáneos anuales de diferentes periodos de retorno de esta estación hasta el sitio de proyecto, mediante relaciones de áreas de drenaje.

Esta metodología tendrá validez toda vez que las áreas de drenaje no sean muy diferentes y que esta diferencia no sea mayor o menor al 50% del valor original del área de drenaje. El consultor además de utilizar como documento guía el Manual de Drenaje para Carreteras del INVIAS, podrá utilizar otras referencias Bibliográficas como el HEC 2- Highway Hydrology de la FHWA, Model Drainage Manual de la AASHTO, Design Manual for Storm Drainage de la ASCE, entre otras.

c. Justificación de fórmulas empleadas

Debido a la diversidad de fórmulas con que cuenta la hidrología para el cálculo de caudales y que son aplicables en gran parte dependiendo del criterio del ingeniero, el Consultor deberá presentar la metodología utilizada para correlación de datos y modificación de coeficientes (si los hubiere), estableciendo sus ventajas.

d. Aplicación de las teorías y métodos de predicción

Se presentara las distribuciones de frecuencia más adecuadas para los análisis de los fenómenos de lluvia, caudal, temperatura, etc., indicando finalmente el método de predicción adoptado. Esta labor es de capital importancia, puesto que cuantifica un fenómeno que incide directamente en el predimensionamiento de las obras.

e. Análisis del factor amenaza como insumo para la estimación del riesgo

Una vez se cuente con la información secundaria, en este capítulo se incluirá un informe de antecedentes de comportamientos hidráulicos e hidrológicos de cada alternativa, un análisis de riesgos hidráulicos e hidrológicos de cada alternativa y la incidencia de las amenazas desde el punto de vista hidráulico a cada segmento o tramo en estudio con su correspondiente historia de eventos. Esta información servirá de base para la estimación del riesgo, parámetros descritos en el volumen III del presente anexo.

2.2.2 Trazado existente

El Contenido mínimo del entregable correspondiente al área de Hidráulica, Hidrología y Sovación para las áreas donde el trazado férreo exista es el siguiente:

- Inventario de las obras hidráulicas e hidrológicas mediante inspección visual y la revisión del estudio de prefactibilidad realizado por INECO, incluyendo la socavación existente en el cual se especifique su estado actual. Informe sobre antecedentes de sucesos hidrológicos y/o hidráulicos sobre el corredor.
- Propuestas de actividades de mantenimiento, repotenciación, rehabilitación, cambios o construcción para garantizar la correcta operación de lo identificado en el inventario.
- Identificación de sitios críticos y necesidades respecto a obras de arte nuevas.

3. ANÁLISIS AMBIENTAL, SOCIAL Y PREDIAL

3.1 Análisis ambiental:

El consultor debe revisar los aspectos ambientales, así como establecer la demanda de uso y aprovechamiento de recursos naturales, identificando las medidas para compensar, y mitigar, prevenir y corregir impactos ambientales e identificando aquellos que sean posibles obstáculos y formular las soluciones para el adecuado desarrollo del proyecto.

3.2 Análisis de la situación social

El análisis de la situación social se debe desarrollar con base en los siguientes lineamientos generales:

El consultor deberá adelantar con Profesionales del área Social (Trabajadoras sociales, Psicólogo o sociólogo), las siguientes acciones:

- Se deben evaluar las acciones de carácter social para lo cual se debe adelantar una caracterización de la zona de influencia impactada con base en la consulta de fuentes de información secundaria, identificando aspectos demográficos, económicos, de servicios públicos, vías de acceso y redes sociales e institucionales.
- La información social debe ser analizada con el fin de establecer los impactos sociales generados por el proyecto y las acciones de compensación y/o mitigación de los mismos.
- Revisará el estado y las necesidades de los permisos u otros y licencias sociales requerimientos de los Proyectos (coma acciones de información, consultas y/o concertaciones) e incluirá dentro de la evaluación los aspectos sociales que afecten el análisis de costos del Proyecto y su ejecución.
- Deberá identificar la presencia a lo largo de los diferentes trazados férreos de zonas de sensibilidad social coma son: zonas urbanas, presencia de minorías étnicas, consejos comunitarios con títulos adjudicados colectivamente, entre otros y realizar los estudios pertinentes.

3.3 Análisis Predial:

Es necesario analizar el ancho de vía que se requeriría de acuerdo para determinar la necesidad de adquirir terrenos, de igual manera verificar las situaciones de ocupación del corredor férreo, la necesidad de predios para intersecciones, y de áreas complementarias o de desarrollo conexo, en inmediaciones de las construcciones de edificios.

Deberá analizar mecanismos para generar recomendaciones que permitan al momento de realizar las obras realizar una debida gestión predial, agilizar la compra de predios y adelantar dicho procedimiento de manera eficiente, en caso de que se requiera.

Producto: Deberá identificar el inventario, las necesidades prediales y un presupuesto estimado muy aproximado de acuerdo a los requerimientos establecidos en el Anexo IV.

PLANOS DE ENTREGA EN EL ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Se elaboraran los planos requeridos para el proyecto que considere el consultor, sin embargo, se establecen como mínimo los siguientes:

- Ubicación geográfica del proyecto: Se presentará un plano en donde se muestre la ubicación del proyecto respecto a la región y el contexto nacional y su respectivo archivo magnético en formato DWG o compatible, en Planchas de 1.0 X 0.7 m.
- Reducido del proyecto: Se presentarán los formatos planta- perfil y debe contener:
 - Reducido de la Planta
 - Distribución de planchas de localización del proyecto con su respectiva numeración.
 - Abscisado cada 5 kilómetros.
 - Referencia detallada de las abscisas de iniciación y terminación del proyecto. Localización con sus respectivos nombres de ríos y quebradas de importancia. Ubicación tipología preliminar de obras.
 - Ubicación y nombre de accidentes geográficos, municipios y corregimientos que tengan comunicación con el proyecto.
 - Orientación del proyecto (sur-norte) Esquema de la sección transversal típica
- Reducido del Perfil
 - Perfil longitudinal del terreno
 - Localización de puentes, pontones, muros y obras complementarias. Pendientes del proyecto
 - Abscisado cada 5 km.
 - Resumen de cantidades de obra

Para cada uno de los corredores seleccionados, se presentaran planos en formato planta - perfil o independiente planta y perfil de acuerdo a las condiciones topográficas del proyecto, en físico y en archivo magnético en formato DWG o compatible.

- Planta

Escala 1:25.000

- Eje del proyecto rotulado con abscisas cada 500m, líneas de marca cada 1000 m y abscisa de los puntos singulares.
 - Sección transversal típica
 - Escalas graficas
 - Localización de obras principales proyectadas (puentes, túneles, alcantarillas y muros).
 - Zonas de inestabilidad geotécnica
 - Nombres de los ríos y quebradas, indicando sentido de las aguas
 - Ubicación de sitios críticos
- Perfil longitudinal

Escalas H 1:25.000 V 1: 2.500

- Perfil de terreno existente por el eje

- Proyecto de rasante con indicación de pendientes.
 - Localización de obras principales proyectadas puentes, alcantarillas y muros
 - Elementos de curvas verticales
 - Localización de sondeos y sus correspondientes perfiles estratigráficos
 - Nombres de ríos y quebradas
 - Muros de contención, pantallas
-
- Secciones Transversales Típicas

Se presentarán las secciones mixtas, en tangente o en curva, en cada plano de planta y deberán contener:

- Ancho de la plataforma de vía y/o sección
- Dimensiones del Galibo Estructural (Horizontal y Vertical)
- Pendientes transversales.
- Cunetas y sus dimensiones.

VOLUMEN II - DIAGNOSTICO AMBIENTAL DE ALTERNATIVAS, D.A.A.

ALCANCE

Esta Entidad manifiesta que posiblemente el trazado definitivo transcurrirá en su gran mayoría por el corredor existente, a no ser que el Consultor encuentre dentro de sus alternativas un trazado claramente diferente con base en los aspectos técnicos, ambientales, sociales y de riesgos. **Por lo anterior, el consultor deberá solicitar a la autoridad ambiental la necesidad o no de Diagnostico Ambiental de Alternativas.**

En caso de ser necesario realizar el DAA el consultor deberá regirse por lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, lo anterior sin perjuicio de lo que adicionalmente el Ente Ambiental competente exija como requisito para la presentación del D.A.A.

El Diagnóstico Ambiental de Alternativas deberá realizarse con base en lo establecido en la sección 4 del decreto 1076 de 2015 y contemplando además la normatividad vigente que aplique.

Así mismo el consultor deberá solicitar las certificaciones correspondientes, como complemento del diagnóstico a presentar, en las siguientes entidades:

- INCODER: Como complemento a lo exigido en el D.A.A, el consultor debe solicitar certificación en cuanto a la existencia de territorios adjudicados colectivamente a minorías en la zona de influencia del proyecto con el fin de analizar, estructurar y diagnosticar las alternativas a proponer.
- MINISTERIO DEL INTERIOR: Como complemento a lo exigido en el D.A.A, el consultor debe solicitar certificación en cuanto a la presencia de minorías étnicas en la zona de influencia del proyecto con el fin de analizar, estructurar y diagnosticar las alternativas a proponer.

Adicionalmente para elaborar el Diagnóstico Ambiental de Alternativas - D.A.A., el consultor debe apoyarse en las guías ambientales que adopte el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial para este tipo de proyectos, como instrumento de autogestión y autorregulación. La autoridad Ambiental revisará el estudio con base en el Manual de Estudios Ambientales Proyectos del artículo de 16 del decreto 2820 del 5 de agosto de 2010. Así mismo evaluará que el Diagnóstico Ambiental de Alternativas D.A.A., cumpla con lo establecido en los artículos 14, 17 y 19 de dicho decreto, y además, que el interesado haya presentado para cada una de las alternativas del proyecto, el correspondiente análisis comparativo de los impactos ambientales, especificando cuales de estos no se pueden evitar o mitigar. Se debe revisar y evaluar que la información del diagnóstico sea relevante y suficiente para la selección de la mejor alternativa del proyecto, y que presente respuestas fundamentadas a las inquietudes y observaciones de la comunidad.

NOTAS:

Respecto a las consultas respectivas a la autoridad ambiental y al ministerio del Interior, esta Entidad manifiesta que acompañará al consultor Institucionalmente para que las respuestas que deban emitir dichas entidades se den en el marco de tiempo establecido sin que afecte la estructuración en cuestión.

En caso de requerir DAA se deberá contemplar lo estipulado en el presente documento y su elaboración se desarrollará en forma paralela con la etapa I y se iniciará una vez haya transcurrido un (1) mes de la etapa I, plazo en el que se tendrán listas las alternativas y tendrá una duración máxima de tres (3) meses. La Promotora revisará con el Consultor los ajustes contractuales requeridos para las otras etapas del contrato.

Revisar lo descrito en la **Socialización de Alternativas con las autoridades ambientales del numeral 3.3, FACTIBILIDAD.**

PRODUCTOS

En caso que la autoridad ambiental manifieste que es necesario presentar DAA, el consultor llegará hasta la aprobación por parte de la autoridad Ambiental del D.A.A para lo cual deberá:

- Seleccionar la alternativa ambientalmente más favorable para lo cual el consultor deberá ceñirse a lo establecido por la autoridad ambiental en el Decreto 2820 del 5 de agosto de 2010.

De acuerdo a lo anteriormente establecido, la calidad en la presentación del D.A.A ante la autoridad ambiental competente será plena responsabilidad del consultor, toda vez que estará a su cuenta y riesgo la escogencia de la alternativa ambientalmente más favorable que deberá ser aprobada por la autoridad ambiental. Así mismo, el consultor deberá seguir tanto con los trámites establecidos para la obtención de la aprobación del D.A.A como con los estudios y diseños establecidos en la siguiente etapa de la consultoría. El consultor tendrá la responsabilidad de realizar el trámite completo ante el Ente ambiental y llegará hasta la obtención de la aprobación del Diagnóstico Ambiental de Alternativas, pero teniendo en cuenta que lo anterior indica que una vez se tenga el informe de la alternativa seleccionada, de manera inmediata comenzará a realizar los estudios y diseños de la alternativa seleccionada.

- Presentar el Diagnóstico Ambiental de Alternativas aprobado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial.

- Presentar las certificaciones solicitadas al MINISTERIO DEL INTERIOR e INCODER establecidas en el alcance anterior.

VOLUMEN III - EVALUACION DEL RIESGO

A continuación se presenta el alcance y el procedimiento para desarrollar el estudio de amenaza y riesgo para las alternativas propuestas para el trazado de la línea férrea:

En términos generales, el desarrollo de los estudios puede tener las siguientes tres etapas independientes:

A. Etapa I verificación.

Corresponde a la identificación física, en campo, de efectos por materialización de la amenaza y valoración preliminar cualitativa del riesgo actual; así como a la determinación de la relación entre los eventos hidrometeorológicos que hayan dado lugar a los daños observados en la infraestructura.

- Mediante una evaluación, realizada en el terreno, se debe levantar la información de campo relevante sobre infraestructura dañada y su entorno, para verificar la afectación de la misma, registrando la relación de dicha afectación con los eventos hidrometeorológicos que hayan dado lugar a esta, por ejemplo inundaciones (incluyendo socavación lateral de ríos), avenidas torrenciales, remoción en masa y/o levantamiento del terreno por saturación de capas con presencia de suelos expansivos.
- Igualmente se debe realizar la validación del cumplimiento de normas legales, ambientales y de planeación, como zonas de ronda de cuerpos de agua, áreas de protección ambiental, humedales, ciénagas, zonas de riesgo no mitigable, etc de la zona afectada, a partir de su debida georeferenciación y de la información secundaria (reglamentación vigente y estudios existentes), con el fin de identificar si es viable desde el punto de vista normativo, la reposición en el sitio.
- En caso de que ya se tengan identificados nuevos lotes para una eventual reubicación de la infraestructura afectada, debe realizarse los dos análisis previamente mencionados. Esta validación debe permitir verificar si el lote donde se ubicará la infraestructura proyectada se encuentra dentro de una zona con restricciones normativas o legales. En el caso, que la infraestructura existente se ubique en una zona con restricción, se debe soportar documentalmente esa situación para validar así la necesidad de trasladar/reubicar.

Producto: Informe que contenga el diagnóstico de la condición de infraestructura afectada y la identificación de los efectos observados que se puedan asociar al evento que produjo la afectación (inundación, remoción en masa, socavación lateral de ríos, etc.), incluyendo la verificación de la viabilidad normativa y legal del área y un análisis cualitativo de riesgo con los debidos soportes. En los casos en que dicha verificación de como resultado la necesidad de reubicar la infraestructura, soportar y justificar la recomendación.

Para el desarrollo de esta etapa se debe contar un grupo verificador integrado por al menos un profesional en ingeniería civil, ingeniería geológica o geología, con experiencia en geotecnia, hidráulica o evaluación de amenaza y riesgos.

B. Etapa II Estudio de Amenazas

Identificar, georeferenciar y valorar los fenómenos las amenazas de origen hidrometeorológico a las cuales están expuestas las áreas donde se reconstruirá la infraestructura objeto de intervención de la Promotora Ferrocarril de Antioquia.

En esta etapa se deben definir cartográficamente los escenarios de las amenazas identificadas y en ese mapa georeferenciar la zona y/o puntos de intervención. Esta evaluación de amenaza debe ser el soporte para reconstruir en sitio o reubicar dicha infraestructura.

En zonas de amenaza medio y/o alta donde se decida intervenir, se deben definir los parámetros mínimos que se deben tener en cuenta en el diseño de la intervención así como las obras de mitigación necesarias para garantizar condiciones de seguridad y establecer el nivel de riesgo aceptable.

i. Por Fenómeno de Inundación

La amenaza por inundación, se refiere a determinar los niveles, cotas y zonas de desborde de cuerpos de agua. Para ello se debe establecer la inundación que se produciría si se presentan lluvias con diferentes periodos de retorno arriba. Se analizará la amenaza con los siguientes criterios:

- Alta: Áreas en donde se tengan efectos por eventos que se materialicen con periodos de retorno de 0 a 10 años
- Media: Áreas en donde se tengan efectos por eventos que se materialicen con periodos de retorno de 10 a 100 años
- Baja: Áreas en donde se tengan efectos por eventos que se materialicen con periodos de retorno superiores a 100 años

Como mínimo, sin limitarse a ellas, se deben adelantar las siguientes actividades para evaluar la amenaza:

- Demarcar el área de la cuenca y/o el área de estudio para la intervención.
- Analizarla y definir si se requiere levantar topografía para determinar en la sección, las cotas de la inundación.
- Revisar históricos de lluvias y/o caudales.
- Registrar y obtener datos de las cuencas hidrográficas objeto de estudio sobre la cartografía existente.
- Realizar levantamiento Topográfico de secciones transversales en zona de estudio (en caso de ser necesario) para determinar cotas reales de inundación y su distribución espacial en el área de influencia de la intervención bajo estudio (mínimo 500 metros a la redonda).
- Calculo de caudales y niveles de inundación para los periodos de retorno de 10, y 100 años. (la línea que identifica zona de amenaza baja, corresponde a las áreas cuya cota es mayor que la cota de inundación para los 100 años de periodo de retorno).
- Elaboración de mapas de amenaza que permitan la delimitación de las zonas de inundación para los periodos de retorno de 10 y 100 años.
- Identificar la infraestructura que se encuentre dentro de la zona de amenaza alta y media (0 a 100 años) de inundación que pueden requerir reubicación y las que se encuentren en

amenaza baja (por encima de 100 años) de inundación que serían objeto de reconstrucción en sitio. Debe considerarse definitivo los retiros establecidos por cada uno de los municipios a los cuerpos de agua, es decir zonas de protección, control ambiental etc.

Producto: Se debe presentar un mapa de zonificación de la amenaza por inundación, en el cual se indiquen, para el área objeto de estudio, los límites de las zonas de amenaza baja, media y alta. A partir de esta información se debe soportar y decidir si la infraestructura se reconstruye o se reubica. Si se hace necesaria la reubicación, la información debe permitir localizar un área con amenaza baja por inundación, y que no esté expuesta a otro tipo de amenazas, para realizar la reubicación.

ii. Por fenómeno de remoción en masa

Para determinar la afectación producida por el fenómeno de remoción en masa, se deben adelantar las siguientes actividades, sin limitarse a ellas:

- Identificar y delimitar las áreas con movimientos en masa regionales y locales que se presenten en la zona, a través de sistema de georeferencia satelital (GPS).
- Georeferenciar, delimitar y obtener datos de las zonas inestables objeto de estudio sobre las restituciones cartográficas disponibles (1:25.000, 1:10.000, etc.), fotos aéreas del IGAC.
- Plantear el modelo geológico - geotécnico: A partir de la información secundaria disponible y la caracterización e inventario detallado de los procesos de inestabilidad, se deberá plantear el modelo o modelos geológico-geotécnicos de los distintos sectores del área de estudio, estableciendo con claridad la relación entre los rasgos geológicos y los procesos de inestabilidad actuales y potenciales, así como de los mecanismos de falla. La información se debe presentar apoyada en secciones y perfiles transversales.
- Evaluar la amenaza mediante métodos de análisis y cálculo de reconocida validez aplicables a los mecanismos de falla identificados. Esta se puede determinar a partir del análisis multivariable en un sistema de información geográfica (SIG) con capacidad de obtener resultados de susceptibilidad mediante la operación de variables georreferenciadas en un SIG.
- La evaluación de la amenaza se deberá realizar para la situación actual y para los procesos de movimientos en masa identificados como parte del modelo geológico - geotécnico propuesto para los distintos sectores, bajo las condiciones normales y extremas de niveles de agua (para los intervalos de amenaza indicados) y de sismo a las que podrá estar expuesta el área de estudio.
- Los resultados de la evaluación de la amenaza para el área de estudio deberán expresarse en grados alta, media y baja, con la delimitación, zonificación y georeferenciación de los elementos en un plano, incluyendo la memoria de cálculo con la metodología, los criterios dentro del área de interés, integrando la información básica, que incluya las causas y los factores detonantes.

Producto: Si es necesario, Se deben elaborar planos de amenaza, sobre cartografía existente, que permitan identificar los procesos de remoción en masa activos y aquellas áreas susceptibles de presentar este tipo de fenómenos y su relación espacial con la infraestructura férrea objeto

de intervención. A partir de esta información se debe soportar y decidir si la infraestructura se reconstruye o se reubica. En caso de darse la necesidad de reubicación, la información debe permitir localizar un área con amenaza baja por remoción en masa, para que allí se pueda realizar la reubicación.

iii. Por Fenómeno de Socavación lateral

Para determinar la afectación producida por el fenómeno de socavación lateral, se deben adelantar las siguientes actividades, sin limitarse a ellas:

- Realizar el análisis morfodinámico del cauce mediante el análisis multitemporal (fotografías aéreas) para evaluar la dinámica de dichos procesos, determinar tendencias y velocidades de desplazamiento lateral del cauce activo, así como los límites de divagación históricos, y/o barreras geológicas. Este se realizará para un periodo de fechas (actual y 60 años atrás, en lo posible).
- Esta comparación se puede hacer llevando los registros de bordes activos del cauce bajo estudio a una misma escala y en una longitud de como mínimo dos kilómetros aguas arriba y aguas abajo del sitio donde se colocará la línea férrea.
- Identificar la infraestructura que está expuesta en las zonas de amenaza alta, media o baja por socavación lateral y que son objeto de traslado.
- En caso de no existir restitutiones cartográficas a una escala que permita la adecuada identificación de la infraestructura con respecto al borde del cauce existente que la pueda afectar, se deben realizar los levantamientos topográficos pertinentes en la zona objeto de intervención.

Producto: Mapa histórico de la variación del cauce bajo estudio, en el área en donde se implantará la línea férrea para determinar si existen zonas por fuera del cauce histórico del río que permitan realizar allí la reubicación. Cabe aclarar que en estos casos la opción siempre es trasladar, pues la construcción de obras de protección lateral de las márgenes de un cauce, para evitar su socavación, es en general una acción temporal que no puede, con el tiempo, controlar el fenómeno; adicionalmente pueden generar alteraciones serias en la dinámica del río, aguas debajo de la intervención.

C. Etapa III Estudio de riesgo

La evaluación del riesgo se realiza para estimar las pérdidas que podrían generarse si se genera un evento, y permite definir medidas para garantizar la seguridad de la infraestructura o reducir las pérdidas potenciales. Las medidas pueden estar orientadas a la reducción de la amenaza o de la vulnerabilidad o ambas. En esto consiste la gestión del riesgo.

- A este nivel se debe modelar tanto la amenaza como la respuesta de la infraestructura por intervenir de tal forma que se opte por alguna de las siguientes opciones:
- Evitar la amenaza realizando el traslado de la infraestructura férrea.
- Reducir la amenaza hasta un nivel bajo mediante obras de mitigación, de tal forma que no se requiera cambio de trazado.
- Reducir la vulnerabilidad de la infraestructura, teniendo en cuenta los diseños funcionales de tal forma que la infraestructura construida (o reconstruida) no presente daños y permanezca en operación en caso de que se presente un evento.

- Declarar inviable la intervención, cuando no sea posible lograr dentro de criterios de costo eficiencia y uso racional de los recursos públicos, la selección de alguna de las tres anteriores opciones.

La selección de alguna de estas opciones debe estar soportada por los correspondientes análisis y cálculos, derivados de la aplicación de criterios y modelos alineados con las buenas prácticas de la ingeniería. La valoración del riesgo debe estar dada en términos cuantitativos, soportada en las correspondientes memorias de cálculo y datos de entrada.

La metodología utilizada también debe presentarse debidamente soportada y debe corresponder con la buena práctica de la Ingeniería.

Producto: El producto de esta etapa es la elaboración y/o incorporación de estrategias de diseño para materializar la reducción del riesgo, con obras para controlar la amenaza, reducir la vulnerabilidad y/o asegurar áreas para la reubicación en términos de costo eficiencia. Los diseños deben ser validados con análisis que permitan determinar la reducción del riesgo deseada.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Consultor deberá comentar para las alternativas estudiadas los aspectos relevantes, criterios establecidos para el estudio, resultado del análisis y proceso de evaluación realizado, detallando las limitaciones encontradas, ventajas y desventajas de cada uno y sugerirá de acuerdo a todo el análisis realizado la mejor alternativa posible.

El Consultor debe formular las recomendaciones a tener en consideración durante la siguiente etapa del proyecto, en particular a lo relativo a zonas críticas que requiere estudios de mayor detalle, naturaleza de los estudios requeridos y de la información primaria que sería necesario levantar, así como a la definición de medidas de gestión del riesgo estructurales y no estructurales que deberían asociarse a las alternativas para lograr una operación óptima y segura del corredor.

INFORME FINAL

ALCANCES

En este volumen se presentará un informe que le permita al lector, localizar geográficamente las alternativas estudiadas y la mejor alternativa para el corredor férreo en estudio, conocer la importancia socio- económica del mismo y a través de una ficha técnica resumen disponer de los resultados técnicos más importantes.

PRODUCTOS

El consultor deberá presentar el informe ejecutivo en el siguiente orden:

- Introducción
- Volumen I. Evaluación de alternativas desde el punto de vista técnico
 - Aspectos importantes de la demanda en el tramo considerado
 - Identificación de alternativas desde el punto de vista geométrico

- Estudio de geología y geomorfología.
- Estudio de hidrología e hidráulica.
- Volumen II. Diagnóstico ambiental de alternativas (DAA).
- Volumen III. Evaluación del riesgo.

El consultor entregará, dentro del plazo previsto para esta etapa, los volúmenes descritos anteriormente incluidos tablas, anexos, planos, y demás información. Los volúmenes se entregarán impresos en original y una (1) copia y en medio magnético en formato PDF. Los planos originales se entregarán debidamente firmados en papel de seguridad y una (1) copia en papel bond, adicionalmente una (1) copia en medio magnético que contenga los planos debidamente firmados en formato PDF. Para cada volumen técnico que contenga información geo referenciada se deberá entregar la respectiva base de datos espacial diseñada por el especialista en SIG.

Estos productos del presente anexo, deberá entregarlos el consultor con todos los soportes de los análisis y estudios realizados.

ANEXO III – ESTUDIO DE DEMANDA

El consultor deberá elaborar el estudio de demanda con base en los requerimientos y lineamientos indicados en este anexo para el tramo 1 Bolombolo-Caldas (sector primavera), tramo 3 Barbosa-Puerto Berrio y **actualizar y complementar** el estudio de demanda realizado dentro de la Estructuración Técnica, legal y Financiera del Sistema Férreo Multipropósito por la firma INECO en el 2010 para el sector 2 entre Caldas (sector primavera)-Botero (Santo Domingo). **En cualquier caso el estudio de demanda deberá analizar todo el corredor, desde Puerto Berrio hasta la Pintada.**

NOTA: El Consultor deberá organizar su estructura de trabajo para que el cronograma del estudio de demanda de todo el corredor no interfiera con los datos que se necesitan como insumo mínimo necesario para determinar la alternativa más favorable en la zona del Área Metropolitana del Valle de Aburrá que comprende desde tramo Estación Primavera – PK 544 en el Municipio de Caldas y la estación Botero PK 460 en el Municipio de Santo Domingo

Se deberá analizar la información disponible para poder establecer las proyecciones de carga (tipo de productos y capacidad requerida), de Residuos sólidos (RSU) y pasajeros en el corredor férreo, teniendo en cuenta estudios primarios, estudios de demanda elaborados hasta la fecha, la última Encuesta Logística Nacional del Departamento Nacional de Planeación y el resultado de la estructuración del sistema férreo multipropósito del Valle de Aburrá realizado por INECO en el 2010 (Información que será suministrada por la Promotora Ferrocarril de Antioquia al Consultor).

El informe de demanda, deberá estar basado, sin perjuicio a requerimientos adicionales por parte de la Promotora, en los requerimientos establecidos en el alcance y de manera general deberá considerar como mínimo lo solicitado en él, teniendo en cuenta además lo establecido en los siguientes capítulos:

- Alcance.
- Componente de Demanda.
- Productos

1. ALCANCE

Para este proceso, el Consultor preparará el estudio de demanda, a partir de información primaria de campo, y de los últimos estudios realizados, determinando como mínimo: (i) la demanda del corredor férreo y proyección de la misma en la zona de influencia para pasajeros, residuos sólidos y carga o mercancías. (ii) la viabilidad económica del corredor férreo y tarifas. En este numeral se deberán realizar como mínimo y los siguientes análisis:

2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

2.1 CARGA

El Consultor deberá entregar como mínimo la siguiente información:

- a) Explicación de la metodología utilizada para la determinación de la demanda, la cual se hará a partir de información primaria en campo (encuestas, censos, conteos, etc.).
- b) Identificación de las fuentes de información utilizadas para la modelación y determinación de la demanda, así como las variables que permitan explicar el crecimiento de la demanda en

el horizonte de análisis, dentro de las que se deberá considerar el PIB Nacional, PIB Regional, Población, entre otras.

- c) Análisis comparativo de la demanda con y sin proyecto
- d) Zonificación para el análisis del proyecto
- e) Identificación de clientes potenciales, productos, orígenes y destinos
- f) Elaboración de matrices O - D por producto y por sentido
- g) Presentación de escenarios (Alto - Media - Baja) con proyecciones mínimas a 30 años, donde se identifiquen las cargas inducidas o de otros proyectos.
- h) Identificación de centros de acopio, y de transferencia detallando, tamaño, ubicación (tramos, subtramos), de acuerdo con la definición del proyecto.
- i) Elaboración de un modelo de asignación de flujo que involucre las cargas actuales, cargas potenciales y la competencia con otros modos de transporte.
- j) Análisis de la capacidad portuaria disponible para el proyecto presentado, en caso que el proyecto tenga un puerto como origen - destino de la carga. Definición de riesgos en la captura de la carga y sensibilidades a las proyecciones presentadas por producto, en la cual se puedan observar diferentes alternativas de carga, bajo distintas sensibilidades de carga para el proyecto.

2.2 RESIDUOS SOLIDOS

El consultor realizará el estudio de demanda de residuos sólidos, el cual podrá establecerse con la información suministrada por Empresas Varias de Medellín, interaseo y demás entidades responsable del manejo y transporte de los residuos sólidos en el área de influencia del corredor férreo.

entregar como mínimo la siguiente información:

- k) Explicación de la metodología utilizada para la determinación de la demanda, la cual se hará a partir de información primaria en campo (encuestas, censos, conteos, etc.).
- l) Identificación de las fuentes de información utilizadas para la modelación y determinación de la demanda, así como las variables que permitan explicar el crecimiento de la demanda en el horizonte de análisis, dentro de las que se deberá considerar el PIB Nacional, PIB Regional, Población, entre otras.
- m) Análisis comparativo de la demanda con y sin proyecto
- n) Zonificación para el análisis del proyecto
- o) Identificación de clientes potenciales, productos, orígenes y destinos
- p) Elaboración de matrices O - D por producto y por sentido
- q) Presentación de escenarios (Alto - Media - Baja) con proyecciones mínimas a 30 años, donde se identifiquen las cargas inducidas o de otros proyectos.
- r) Identificación de centros de acopio, y de transferencia detallando, tamaño, ubicación (tramos, subtramos), de acuerdo con la definición del proyecto.
- s) Elaboración de un modelo de asignación de flujo que involucre las cargas actuales, cargas potenciales y la competencia con otros modos de transporte.
- t) Análisis de la capacidad portuaria disponible para el proyecto presentado, en caso que el proyecto tenga un puerto como origen - destino de la carga. Definición de riesgos en la captura de la carga y sensibilidades a las proyecciones presentadas por producto, en la cual se puedan observar diferentes alternativas de carga, bajo distintas sensibilidades de carga para el proyecto.

2.3 PASAJEROS

En concordancia con las fases estructuradas para el proyecto, el Consultor deberá entregar como mínimo la siguiente información:

- a) Estimación de la preferencia del uso de un sistema de transporte rápido de alcance regional que conecte los diferentes municipios de la zona de influencia del proyecto, donde se identifiquen claramente dichas estimaciones en las diferentes etapas del proyecto.
- b) Elaboración de grupos focales con mínimo 6 integrantes cada uno, de una encuesta piloto de mínimo 200 individuos, con representatividad en todos los municipios de la zona de influencia del proyecto, para probar el instrumento de medición (encuesta de preferencias declaradas) como base de diseño de la encuesta definitiva para el desarrollo del modelo de determinación de la demanda del sistema.
- c) La encuesta se debe realizar a todo el universo de usuarios posibles que puedan hacer uso del sistema proyectado, tanto del transporte público como de los modos privados de desplazamiento.
- d) Realizar un modelo de elección para una mezcla heterogénea de usuarios, es decir, los que hoy usan solo transporte intermunicipal, transporte público colectivo metropolitano, los que hoy solo usan SITVA, los que hoy usan integradas y metro, e incluso los que hoy caminan, los que usan los modos privados.
- e) Plantear la elección modal con una encuesta de preferencias declaradas que incluya como alternativas modales para desplazarse el transporte intermunicipal, el transporte colectivo metropolitano, el metro, el metro + integrado, un sistema Férreo metropolitano integrado al SITVA, para viajes entre un par origen y un destino con un tiempo realista según la situación de cada encuestado.
- f) La encuesta de preferencias declaradas (PD) se debe acompañar de otra de preferencias reveladas (PR) donde se debe percibir del individuo acerca del hábito actual de desplazamiento entre las zonas de interés, es decir, entre los municipios influenciados por el proyecto.
Las proporciones que se usarán para el modelo de elección estarán supeditadas a los resultados de la encuesta origen destino vigente del territorio para obtener los posibles usuarios del nuevo sistema, sin realización de las redes de transporte, lo cual corresponde a la fase de estudio de factibilidad.
- g) Para estimar los modelos se debe utilizar una herramienta informática valida que dé certeza sobre la estimación.

Sin perjuicio a lo que se establezca para pasajeros, toda esta información deberá ser consolidada dentro de una matriz O - D de carga por tipo de producto, año y sentido para la alternativa propuesta, con el fin de que sea un insumo para el modelo financiero del proyecto y principalmente con el propósito de que el análisis de su viabilidad no parta de una identificación errada del proyecto y sus diversos componentes.

NOTA: el establecimiento de los volúmenes de carga debe provenir de aforos, de investigaciones de originadores de carga y de demanda de transporte siempre en “in situ”. No es recomendable modelar solamente bajo proyecciones teóricas que suelen ofrecer diversos modelos como el EMM3 u otros.

Análisis de Viabilidad económica de los corredores y tarifas para el proyecto propuesto

Dentro del estudio de demanda que desarrolle el consultor, se deberán identificar las tarifas a las que el ferrocarril prevé movilizar carga, RSU y pasajeros, teniendo en cuenta las restantes alternativas de transporte. Esas tarifas alimentarán el modelo financiero a desarrollar.

Con base en lo anterior, se deberá contar con tarifas de transporte a nivel de pares origen-destino.

Finalmente el consultor, deberá indicar la viabilidad económica del trazado propuesto.

PRODUCTOS

Los productos necesarios para este estudio son:

- Estimación de la vulnerabilidad para la alternativa propuesta de corredor férreo.
- Los demás que establezca la Promotora

ANEXO IV – ESTUDIOS Y DISEÑOS

El presente Anexo Técnico contiene las exigencias generales que deben cumplir los estudios y diseños a ser desarrollados con un nivel de factibilidad avanzada, con el fin de generar la información suficiente para determinar la viabilidad técnica, legal y financiera del Ferrocarril de Antioquia entre la estación Alejandro López en el municipio de la Pintada y la estación Puerto Berrio en el municipio de Puerto Berrio.

Estos estudios deben contemplar el diseño constructivo de la infraestructura requerida para la operación ferroviaria incluyendo el material rodante, los análisis y descripción de las obras a ejecutar, materiales, cantidades de obras, especificaciones de materiales y de construcción, presupuestos, identificación y programación de actividades principales y secundarias, definición de tiempos de construcción y de posibles riesgos durante la etapa de construcción. Este producto deberá materializarse en resultados tales como planos, documentos de informe y memorias de cálculo, entre otros, que le garanticen a la Entidad Estatal información detallada y confiable para preparar los correspondientes procesos contractuales.

FUENTES DE INFORMACIÓN PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS

- El CONSULTOR deberá revisar la información que tiene disponible la Nación, la Gobernación, el Municipio de Medellín, Área Metropolitana del Valle de Aburrá y los municipios por los que transcurrirá la línea férrea referente a los planes, programas, políticas, normas, códigos que permitan formular el trazado del corredor propuesto principalmente de los siguientes estudios y componentes:
 - Plan Nacional de Desarrollo 2014 - 2018
 - Planes de Desarrollo de los municipios afectados
 - Plan Departamental de Desarrollo – Antioquia Piensa en Grande
 - Planes Maestros de Movilidad
 - Encuestas de Movilidad
 - Planes de Ordenamiento Territorial
 - Sistemas Generales de los municipios afectados:
 - Movilidad (Vial, transporte)
 - Espacio público y equipamientos urbanos
 - Acueducto, saneamiento básico y alcantarillado
 - Energía eléctrica (generación, transmisión, distribución y alumbrado público)
 - Telecomunicaciones
 - Gas Natural Domiciliario
- Sistema de Movilidad - Subsistema vial
 - Malla Vial Arterial
 - Malla Vial Intermedia
 - Malla Vial Local
 - Alamedas y pasos peatonales
 - Red de ciclorutas y corredores de movilidad local
 - Malla Vial Rural
- Sistema de Movilidad - Subsistema de transporte
 - Red de transporte masivo Metro

- Red de corredores troncales de buses y sus rutas alimentadoras
- Red de transporte público
- Transporte individual público y privado
- Red de estacionamientos públicos en vía y fuera de vía de propiedad pública, privada o mixta
- Terminales de pasajeros de transporte urbano e interurbano
- Terminales de carga
- Planes Especiales de Manejo y Protección de áreas históricas y monumentos.
- Tipología de los corredores viales (arterial e intermedia)
- Condiciones territoriales y ambientales para el trazado de nueva infraestructura
- Disponibilidad del suelo para el trazado de la nueva infraestructura
- Medio ambiente físico (topografía, suelos, cursos de agua, condiciones geológicas, etc)
- Medio ambiente biótico (flora, fauna, humedales, zonas de reserva)
- Patrimonio cultural, arqueológico, histórico y arquitectónico
- Socio-culturales (presencia de etnias o comunidades)
- Instrumentos de planificación territorial (usos del suelo y tratamientos)
- Proyecciones de crecimiento de poblaciones (planes de renovación urbana y otras zonas para asentamiento nuevo de población en residencia, industria y comercio principalmente)
- Planes y programas viales y de transporte
- Normas (nacionales e internacionales) para gestión de tráfico en vías férreas
- Cartilla de espacio público y amueblamiento urbano.

Igualmente deberá revisar y estudiar los documentos y proyectos que se hayan desarrollado a nivel internacional en el diseño, construcción e implementación de trenes multipropósitos en proyectos urbanos, que tengan características similares.

Los documentos y estudios que deberá entregar el Consultor durante la etapa de factibilidad son los siguientes:

i. Topografía

El CONSULTOR realizará los estudios topográficos que requiera (para los cuales deberá presentar antes de iniciar los trabajos el Certificado de Calibración de los equipos), apoyándose en una poligonal de control debidamente abscisada y ligada a las coordenadas establecidas por Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC. Se tomará información topográfica en el ancho del corredor definido para los proyectos de acuerdo al POT y su área de influencia.

El levantamiento topográfico deberá contener todos y cada uno de los detalles existentes en la zona tales como: postes, hidrantes, cajas, válvulas etc. En los planos de levantamiento deberán identificarse las redes matrices de acueducto y alcantarillado, de alta y media tensión, gas y comunicaciones con sus características.

El consultor incluirá en la información a entregar el levantamiento topográfico detallado, donde incluye la planimetría y altimetría de la franja de estudio del corredor, en el cual, debe quedar plasmada la información necesaria de tipo de terreno, niveles y alineamientos viales, contornos de predios, inventario y ubicación de redes de servicios públicos existentes, construcciones, taludes, ríos, sitios críticos, obras de drenajes, estructuras, muros de contención, ancho de calzadas, zonas verdes, andenes, separadores, arborización, señalización y demás elementos que marquen discontinuidades en el terreno.

Partiendo de la poligonal ajustada y verificada, el consultor deberá elaborar un modelo tridimensional digitalizado con la topografía detallada del área del proyecto, en donde se ubique en 3 dimensiones, los volúmenes de los elementos existentes, para identificar los cortes, llenos, traslados y los impactos que se generan por la implantación de las nuevas infraestructuras en el área del corredor. Es importante que se presente en los registros la poligonal de amarre que sea fácilmente verificable en campo y en oficina.

El modelo en tres dimensiones, se llevará a cabo mediante radiación con ET (Estación total), GPS (sistema de posicionamiento global) o LIDAR (Light Detection And Ranging) o equipos similares (siempre y cuando su precisión sea la suficiente para justificar su uso en lugar de equipos convencionales).

Según el tipo de intervención para los sectores de cada corredor, se definirá una franja de vía a detallar topográficamente, la cual, se plantea que partiendo de una vía existente, el trabajo de topografía, se desarrollará sobre una franja de mínimo 300 metros, es decir, mínimo 150 metros a cada lado del eje de la vía.

Estas dimensiones podrán ser reducidas en casos puntuales, en aquellos sitios donde sea pertinente siempre y cuando el CONSULTOR proponga de manera argumentada dicha reducción.

Las poligonales de control deben ser cerradas en las placas de partida, y su aproximación no deberá ser menor de 1:10000.

Los trabajos topográficos que se deben realizar son:

- Levantamiento topográfico planimétrico detallado, en el ancho del corredor y área de influencia del proyecto de acuerdo con lo que se especifique en las condiciones particulares.
- Nivelaciones topográficas de todo tipo.
- Investigaciones de redes de acueducto, alcantarillado, energía, teléfono, semaforización y gas natural.
- Localización de ejes para proyectos viales urbanos.

El levantamiento topográfico deberá presentar la silueta de las vía férrea, levantando con exactitud los sardineles existentes, los paramentos, bermas donde existan, sardineles de separadores, pasos a desnivel peatonales y vehiculares (incluyendo las pilas y apoyos de los mismos), árboles, postes, construcciones, incorporar los planos que suministren las empresas de servicios públicos ESP's, para identificar la interferencia con las redes matrices, redes de alta y media tensión y las dificultades de posibles traslados, así como los planos de proyectos que tengan diseños en los municipios del Área Metropolitana del Valle de Aburrá o por donde transcurra la línea férrea.

Una vez terminado el trabajo de orientación de la nivelación y la contra nivelación se realizará la toma de secciones transversales, cada 50 m (cuando el CONSULTOR considere necesario realizar mediciones de sección a una menor distancia que la establecida anteriormente, está en plena libertad de realizarlo como su responsabilidad que tiene de producir unos estudios y diseños de detalle con calidad que garanticen el nivel de detalle requerido), de tal manera que puedan ser representativas de cada cuadra. Estas secciones deberán ser tomadas con niveles de precisión (nivelación geométrica o directa), y deberán cubrir como mínimo los siguientes detalles:

- El borde del andén izquierdo si lo hay - sobre el andén
- El borde la zona verde izquierda si la hay

- El sardinel en el paramento contra la calzada parte alta sobre el sardinel, lado izquierdo
- El paramento del sardinel parte baja sobre la calzada, lado izquierdo
- El centro de la calzada
- El paramento del sardinel parte baja sobre la calzada, lado derecho
- El sardinel en el paramento contra la calzada, parte alta sobre el sardinel, lado derecho
- El borde de la zona verde derecha si la hay
- El borde del andén derecho si lo hay - sobre el andén
- Para las vías de varias calzadas se repite lo que sea pertinente en todas las calzadas.
- Para las redes matrices de acueducto y alcantarillado, se debe detallar los siguientes aspectos:
 - Diámetros de las tuberías
 - Distancias horizontales entre pozos.
 - Cotas rasantes de los pozos.

a. CONTENIDO MÍNIMO DE LOS ENTREGABLES DE TOPOGRAFÍA

Los planos en planta se presentarán a escala 1:5.000 o superior y los planos de perfil se presentarán a escala H: 1:1.000 y V: 1:500 o mayor, definiendo en ellos puntos de control topográfico de seguimiento del fenómeno, debidamente referenciados con mojones de concreto. Es importante que se presente en los registros la poligonal de amarre que sea fácilmente verificable en campo y en oficina.

Para los sitios críticos se realizará el levantamiento topográfico, que abarque la zona afectada y se presentarán planos con curvas de nivel entre uno y cinco metros, según sea el caso. Los planos de puntos críticos se harán a escala 1:200 a 1:500.

Se debe entregar la información digitalizada en un modelo donde las coordenadas de la vía existente deben pertenecer al nuevo Marco Geocéntrico Nacional de referencia MAGNA- SIRGAS del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), y en un sistema de información de última tecnología que permita la administración y propiedad de la información por parte del Beneficiario Final.

Dentro de la información entregada, el Consultor deberá identificar los puntos de interés que sean representativos y generen algún impacto sobre el corredor.

Los entregables deberán incluir como mínimo:

- a) Metodología y Actividades Realizadas
- b) Levantamiento altiplanimétrico de la franja de vía estudiada
- c) Mapas topográficos, geológicos e hidrológicos en escalas reducidas
- d) Fotografías aéreas a escala 1:50.000 o menor
- e) Restituciones Aero fotogramétricas a escala 1:10.000 con curvas de nivel cada veinticinco metros (25 m) ó menos
- f) Imágenes de satélite u otro sistema de información geográfica
- g) Trabajo de Campo: En la información de campo levantada y en el modelo del terreno digitalizado con una distancia entre puntos no superior a 10 metros, se deben encontrar como mínimo:
 - Identificación de placas IGAC para coordenadas.
 - Identificación de placas de nivelación.
 - Ubicación de puntos de estación o bases de topografía.
 - Referenciación y nivelación de la línea de base.
 - Criterios para la determinación de la franja del corredor a detallar.
 - Localización del eje del corredor.
 - Referencias para replanteo del eje con su registro fotográfico.

- Topografía adicional para completar el modelo topográfico en los sitios de interés especial.
- La información para la localización del eje definitivo en planta
- Listado de las bases de topografía utilizadas para el levantamiento topográfico del corredor de ruta, con su correspondiente referenciación e información:
- Identificación de la base de topografía.
- Coordenadas X, Y, Z.
- Cartera de localización del eje en planta con las coordenadas de cada abscisa del eje del Proyecto, para tramos rectos y en curva.
- Cartera de coordenadas de las bases topográficas.
- Carteras de localización para el eje definitivo en planta.
- Plano de ubicación de la vía localizada, que contenga la siguiente información:
- Mapa del departamento o zona administrativa del país, con la ubicación de la capital, de la vía localizada y de los principales municipios cercanos a la misma.
- Vías de acceso a la vía localizada.
- Poblaciones o sitios que une la vía localizada.
- Ríos principales que atraviesa la vía localizada.
- Sitios de interés especial (críticos, taludes, ríos, etc)
- Plano reducido con el índice de planos a escala 1:10.000, donde se localicen los planos que contiene el estudio.
- Planos Planta-Perfil, preferiblemente en escala horizontal 1:2.000 y vertical 1:200.
- Plano con el dibujo de las secciones transversales en escala 1:100 tanto horizontal como vertical.

Considerando la definición realizada en los anexos para los sitios críticos, además se realizará el levantamiento topográfico que abarque la zona afectada y se presentarán planos con curvas de nivel entre uno y cinco metros, según sea el caso. Dichos planos se harán a escala 1:500, definiendo en ellos puntos de control topográfico de seguimiento del fenómeno, debidamente referenciados con mojones de concreto. Igualmente, se deberá indicar todo tipo de corrientes de agua existentes en la zona y la posición de la corona, sus flancos, pata y los escarpes principales y secundarios.

La entrega del trabajo de campo se realizará en libretas de topografía (tránsito y nivel), y digitalizadas donde las coordenadas deben pertenecer al nuevo Marco Geocéntrico Nacional de referencia MAGNA-SIRGAS del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), y modelado digitalmente en sistema de información de última tecnología, que permita la administración y propiedad de la información por parte del Beneficiario Final.

ii. Diseño Geométrico

El consultor, utilizando la información topográfica procesada, deberá ejecutar el Diseño Geométrico, de acuerdo con las normas y criterios establecidos en la Norma EN.

El CONSULTOR deberá analizar diferentes alternativas propuestas para el corredor férreo, con el objeto de lograr la mejor solución de la integración vial y férrea, partiendo de los criterios específicos definidos por parte de la Promotora, específicamente asociados a los siguientes condicionantes del trazado:

- Naturaleza del proyecto: transporte de pasajeros, Carga y Residuos Sólidos
- Ubicación geográfica: estaciones terminales y localización aproximada del trazado
- Características geográficas y topográficas de la zona por atravesar
- Penetración o circunvalación de núcleos urbanos
- Ubicación de las estaciones y terminales
- Trocha del sistema
- Sistema de tracción: eléctrica
- Distribución del tráfico dentro del trazado
- Criterios sobre cruces con la vialidad
- Criterios sobre el confinamiento de la vía
- Requerimiento de líneas secundarias, desvíos y vías de servicio
- Velocidades de circulación
- Requerimientos de capacidad de las vías: vías dobles en los tramos de servicios para pasajeros o mixtos

Los diseños deben estar amarrados al sistema de coordenadas como viene de la topografía, según el Marco Geocéntrico Nacional de referencia MAGNA-SIRGAS del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y desarrollados en software de última tecnología.

Como resultado de los estudios geológicos, geotécnicos u otros sobre el corredor, y con el propósito de garantizar condiciones de estabilidad y sostenibilidad, podría suceder que durante el desarrollo de esta etapa, se efectúen modificaciones al diseño geométrico, cumpliendo con los requisitos previstos, de modo que el diseño geométrico final integre todos los impactos de los estudios del consultor.

ii.1 Contenido mínimo del entregable correspondiente al área de Diseño Geométrico

ii.1.1 Diseño del eje en planta localizado teniendo en cuenta previamente la sección transversal seleccionada. El eje así localizado y nivelado será la base para el proyecto de rasante.

ii.1.2 Diseño en perfil con base en los resultados obtenidos en la nivelación del eje para ajustar el diseño de la rasante derivadas del proceso de la localización del eje.

ii.1.3. Diseño de las secciones transversales en todo el abscisado del proyecto, teniendo en cuenta el ancho de la plataforma de vía, hombros de balasto, cunetas, la inclinación de los taludes de corte y terraplenes, muros de contención, obras de drenaje, puentes, estaciones, patios de maniobras, apartaderos y ramales. Las secciones transversales se generan a partir del modelo digital en tres dimensiones y complementadas con todos los elementos antes descritos.

ii.1.4. Cálculo del movimiento de tierras utilizando el modelo del terreno, partiendo de los valores obtenidos, los cuales además sirven de base para el cálculo de cantidades de obra.

ii.1.5 Limitaciones encontradas durante el proceso de diseño, que desvirtúen el objetivo trazado inicialmente, en lo pertinente a garantizar la comodidad y seguridad de los usuarios de la vía.

ii.1.6. Criterios de selección de todas las alternativas de diseño propuestas y desarrolladas dentro del estudio.

ii.1.7. Formulación de las recomendaciones a tener en consideración durante la etapa de construcción, con el fin de informar al contratista de obra, sobre los cuidados especiales que deberá tener en la obra que le pueden representar dificultades tanto operativas como logísticas durante esa etapa.

ii.2 Productos a entregar

Se deberán entregar los siguientes productos (en físico y magnético), los cuales deberán contener como mínimo la información que se describe a continuación:

ii.2.1. Planos de planta - perfil de construcción, en escalas H: 1:1000 y V: 1:100

ii.2.2. Reducido del proyecto: Deben permitir identificar, de forma rápida, los distintos aspectos generales de la planta tales como: accesos, ramales, posición de obras especiales como muros de contención y estructuras importantes, túneles, cruces y características generales del relieve de la vía principal. Se presenta el eje o los ejes diseñados, abscisados cada cien metros (100 m) y mediante curva de nivel cada cinco metros (5 m) y a escala 1:10.000

ii.2.2.1 Planos de Planta

- Distribución de planchas de localización del Proyecto con su respectiva numeración. Abscisado cada 50 metros.
- Referencia detallada de las abscisas de iniciación y terminación del Proyecto.
- Localización con sus respectivos nombres de ríos y quebradas.
- Ubicación y nombre de accidentes geográficos, municipios y corregimientos que tengan comunicación con el Proyecto.
- Layouts de estaciones y patios de maniobras
- Orientación del Proyecto (sur - norte) Esquema de la sección transversal típica

ii.2.2.2. Planos de Perfil

- Perfil longitudinal del terreno
- Localización de puentes, pontones y muros
- Pendientes del proyecto
- Abscisado cada 50 metros.
- Resumen de cantidades de obra.

ii.2.3. Estos planos permiten la identificación y localización del diseño vial, el análisis y funcionalidad del mismo y el cumplimiento de los objetivos del Proyecto. Se presentarán planos en los formatos planta- perfil con los respectivos listados de campo y deben contener:

ii.2.3.1 Planta

- Escala 1:1.000
- Eje del proyecto rotulado con abscisas de los puntos singulares y cada 50m.
- Sección transversal típica
- Ancho de plataforma de vía hasta la terminación de los hombros de balasto (línea continua)
- Ancho de zona Referencias BMs
- Escalas gráficas
- Elementos de curvaturas del proyecto, incluye coordenadas de los PR
- Localización de alcantarillas, pontones, puentes y muros proyectados. Cunetas revestidas (línea continua) con indicaciones de su entrega y descole. Localización de filtros y entregas
- Zonas de inestabilidad geotécnica

- Abscisado cada 50 m., con indicación del km., dentro de un círculo
- Velocidad de diseño
- Nombres de los ríos y quebradas, indicando sentido de las aguas
- Clase de vegetación

Nota: Ancho de zona, Ancho de banca, Escala de referencias, BMs con referenciación y cota.

ii.2.3.2. Perfil longitudinal

- Escalas V 1:100
- Perfil de terreno existente por el eje
- Proyecto de rasante con indicación de pendientes
- Elementos de curvas verticales (Abscisas, cotas de PIV y Longitud)
- Nombres de ríos y quebradas
- Muros de contención

ii.2.4. Secciones Transversales Típicas:

- Se presentarán las secciones mixtas, en tangente o en curva, en cada plano de planta y deberá contener:
- Ancho de la plataforma de vía
- Hombros de balasto
- Pendientes transversales.
- Espesores y especificaciones para cada una de las capas de la infraestructura y la superestructura de vía
- Dimensiones de la cuneta respecto al borde.

ii.2.5. Secciones Transversales

- Las Secciones Transversales del estudio, se deben presentar en planos de 1.0 * 0.7 m. y deben contener:
- Escalas horizontal y vertical 1:100.
- Se presentarán cada 50 metros, intercalando los sitios donde se localizan muros, sitios potencialmente inestables, obras de drenaje menores con esviaje y sin esviaje que no requieren topografías especiales, del ancho necesario que permita el diseño total de las obras de encole y descole.
- Indicar en cada sección la abscisa, las cotas de rasante y del terreno natural, así como el área de corte y/o de terraplén.

ii.2.6. Listados de los proyectos y de replanteo

Se deberá presentar los listados contenidos en el capítulo denominado "Criterios de presentación de las memorias" del Manual de Diseño Geométrico para Carreteras del INVIAS (Que aplica para un alineamiento de un trazado ferroviario); como mínimo para los siguientes:

- Localización del eje horizontal el cual incluya los puntos singulares de las curvas, empleando sistema de coordenadas, a partir de las bases de replanteo obtenidas del poligonal eje de topografía.
- Listado de cotas en los vértices y en el eje. Replanteo de la totalidad de la sección transversal.
- Listado de replanteo de la estructura de la plataforma de vía.

Se debe entregar la memoria de cálculo del diseño y la información del trabajo de campo digitalizadas en el modelo sobre el cual se llevó a cabo el diseño, donde las coordenadas del proyecto deben pertenecer al

nuevo Marco Geocéntrico Nacional de referencia MAGNA- SIRGAS del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), y en un sistema de información de última tecnología que permita la administración y propiedad de la información por parte del Beneficiario Final. Todo el resultado de todos los componentes de los estudios, deberán quedar incluidos en el sistema de información.

El trazado deberá ser realizado con software de diseño que permita realizar la visualización de planta, perfil y sección transversal de forma simultánea, así como cada modificación que se realice en alguno de estos elementos se actualice en los otros dos.

El software deberá permitir realizar modelaciones 3D de forma rápida con el fin de verificar y validar los criterios planteados. Estas modelaciones deberán ser presentadas y entregadas durante el proceso de diseño. Deberá entregarse una modelación del diseño final.

iii. Calidad de la Geometría de la Vía

A continuación se enmarcan los requerimientos para elaborar el alineamiento geométrico de la vía.

El alineamiento geométrico del trazado deberán ser realizado de acuerdo al tipo de servicio y a los estándares de la vía planificados para el proyecto, para lo cual, el CONSULTOR deberá relacionar en este capítulo un diagnóstico de los siguientes componentes geométricos, así como la corrección geométrica de los mismos:

- Curvas en planta;
- Curvas verticales;
- Longitud y parámetros de curvas de transición;
- Perfil longitudinal;
- Acuerdos en planta;
- Peraltes de la vía;
- Geometría de los aparatos de vía;
- Alabeo;
- Ancho de vía;
- Alineación y Nivelación de la vía;
- Velocidad de diseño en cada curva y en los tramos rectos.

Es importante aclarar que el CONSULTOR hará el diagnóstico de la vía férrea en su condición actual y luego deberá presentar los parámetros geométricos del nuevo proyecto utilizando herramientas computacionales para generar los planos descritos a continuación, utilizando las siguientes escalas:

- Plano reducido a escala 1:10.000, donde se localicen los planos que contiene el estudio.
- Planos Planta-Perfil, preferiblemente en escala horizontal 1:1.000 y vertical 1:100.
- Plano con el dibujo preliminar de las secciones transversales en escala 1:100.

iv. Hidráulica, Hidrología y Socavación

El consultor deberá realizar los estudios hidrológicos e hidráulicos, incluyendo los de socavación, con el objeto de diseñar en prefactibilidad avanzada las obras de drenaje mayores y menores (viaductos, puentes, pontones, alcantarillas, cunetas, etc.) y las obras de protección necesarias para el Proyecto.

Partiendo del corredor seleccionado y luego del análisis para lograr el diseño del eje en planta, el eje en perfil y las secciones transversales, se debe realizar el análisis de las obras de drenaje superficial y subsuperficial, de las estructuras como puentes y muros de contención, de la plataforma de vía, entre otros. Además, debe determinar cualitativa y cuantitativamente la cantidad de agua superficial y sub-superficial del área de influencia directa e indirecta del proyecto para realizar los respectivos análisis y diseños en prefactibilidad avanzada.

La principal finalidad de este estudio es analizar las características Hidrológicas e Hidráulicas de la zona de influencia del corredor y el impacto de los futuros Proyectos en la vía férrea para definir su mitigación y manejo adecuado del agua. Esto con la finalidad de obtener la mayor información que sea posible, para que durante la estructuración del contrato se logren asignar y administrar de la mejor forma los riesgos técnicos, constructivos y de operación asociados a cada Proyecto.

Además se busca con el estudio, definir a nivel de diseño en prefactibilidad avanzada, sus principales elementos técnicos que garanticen la correcta operación de la vía férrea por aspectos asociados al agua, con la finalidad de conocer una aproximación de los costos de construcción, de operación, programación y tiempos de ejecución, especificaciones y requerimientos técnicos para la operación y demás elementos necesarios de cada Proyecto.

iv.1 Información necesaria para el área de Hidráulica, Hidrología y Socavación

- Identificación de cuencas de las corrientes de tipo perenne (y/o identificables en los planos a escala 1:25.000 o a mayor escala si los hubiere) que sean atravesadas por el corredor férreo.
- Identificación de estaciones climatológicas e hidrométricas del área aferente al corredor férreo, operadas por el IDEAM o por entidades gubernamentales o privadas.
- Fotografías aéreas de los sitios de cruces más relevantes de las corrientes de tipo perenne, a escala 1:50.000 o mayor.
- Información de utilidad para los análisis de estabilidad de canales y de socavación: clasificación de la corriente, transporte de sedimentos, potencial de socavación, estabilidad del curso, materiales existentes en el lecho y las orillas, etc.

iv.2 Contenido mínimo del entregable correspondiente al área de Hidráulica, Hidrología y Socavación

Se debe entregar, como mínimo, la siguiente información que será la base inicial del presente estudio:

- Inventario de las cuencas y fuentes hidráulicas existentes a lo largo del corredor, análisis de su estado actual y registro histórico de su comportamiento.
- Inventario de las obras hidráulicas, hidrológicas y de socavación existente en el cual se especifique su estado actual.
- Informe sobre antecedentes de sucesos hidrológicos y/o hidráulicos sobre el corredor.
- Propuestas de actividades de mantenimiento, repotenciación, rehabilitación, cambios o construcción para garantizar la correcta operación de lo identificado en el inventario.

- Identificación de sitios críticos y necesidades respecto a obras de arte nuevas.
- Diseño en factibilidad avanzada de obras incluyendo sitios críticos.
- Informe de descripción de alcances, especificaciones, presupuesto y programación.
- Análisis de patrones de drenaje, cantidad de cauces mayores y ponteaderos.
- Reconocimiento aéreo o terrestre que permita corroborar el patrón de drenaje, las condiciones reales de los ponteaderos definidos como puntos secundarios de control, y todos los demás aspectos que considere necesario valorar, como: el clima, suelos, vegetación, comportamiento de obras, estudios anteriores, etc.
- Definición de las características de las cuencas, estableciendo con precisión los límites y el tamaño del área aferente de cada una, las áreas de drenaje, la pendiente del curso de agua más importante y la pendiente media de cada cuenca y demás características geométricas de las mismas, el uso actual y previsto de la tierra, y se identificarán, entre otros, los tipos de suelos y su clasificación.
- Registro y evaluación de cualquier trabajo que se esté realizando en el lugar o que se tenga previsto y que cambie las características hidráulicas de una corriente de agua, con el fin de determinar su efecto sobre ella. En particular, se debe allegar información sobre: alineamiento y sección transversal del ferrocarril, coeficientes de rugosidad de la corriente, planos de inundación, estructuras que generen obstrucciones, áreas de almacenamiento potencial de agua, etc.
- Levantamiento topográfico de los cauces cruzados por ponteaderos.

La información suministrada con relación al alcance, metodología y las actividades a realizar, debe interpretarse como una guía general al consultor, para la ejecución de los estudios, pero como mínimo deberá explicar en sus entregables, el contenido y análisis desarrollado acerca de los siguientes elementos:

- Aspectos hidráulicos a estudiar paralelamente con el proceso de diseño geométrico:
 - Estudios de hidrología, hidráulica y socavación de cauces
 - Diseño en prefactibilidad avanzada para la ubicación, espaciamiento máximo y demás elementos de diseño conceptual de las alcantarillas
 - Cota mínima de rasante en cada sitio de ponteadero.
- Aspectos relacionados con el estudio de drenaje en la vía férrea:
 - Caracterización hidroclimatológica general y de detalle de la zona en relación con el drenaje.
 - Inventario de las corrientes identificables en restituciones aerofotogramétricas en escala 1:25,000 o mayor, que crucen el corredor estudiado.
 - Plano general a escala 1:100,000 y/o 1:25,000 de localización de la alternativa del corredor analizado; delimitación de las cuencas, y localización de las estaciones climatológicas e hidrométricas aferentes al proyecto.
 - Estudio hidrológico, a nivel de estimación de caudales de crecientes e hidráulico, con alcance de predimensionamiento de las estructuras del sistema de drenaje.

Para ello se deben elaborar los siguientes diseños de factibilidad avanzada:

- Diseño en factibilidad avanzada: el cual podría basarse en diseños tipo de alcantarillas, cunetas, aliviaderos, bordillos, disipadores de energía, dispositivos de drenaje subsuperficial y demás elementos de drenaje superficial y subterráneo que se requieran.

- Diseño de factibilidad avanzada de pontones, puentes y muros de contención. Estos incluyen el preestudio de fundaciones y, en el caso de pontones y puentes, el de una eventual socavación.

- Estudio Hidrológico:

Análisis de lluvias y climatológico. Con base en la información de precipitación y los registros climatológicos obtenidos en el IDEAM o en otra entidad, el documento incluirá un análisis de los registros precipitación de cantidad e intensidad que permita dar valores de tipo local y regional, para conocer el comportamiento espacial y temporal del fenómeno. Así mismo, deberá presentar los análisis y la caracterización de los principales parámetros climatológicos, como temperatura, humedad relativa, número de días con lluvia, etc. La cuantificación se aplicará en la determinación de un fenómeno evidente en la superficie como es el caudal de drenaje para un periodo de retorno específico y definido según el proyecto. También, se deberán informar los datos necesarios sobre intensidades de lluvia para los ajustes geométricos.

Análisis de caudales. Los caudales de drenaje de diseño para los diferentes periodos de retorno se analizarán, en lo posible, a partir de información hidrométrica disponible en el IDEAM o en otra entidad. En caso de que no se disponga de registros de caudales, se aplicarán métodos indirectos convencionales, como modelos lluvia - escorrentía o estudios regionales de crecientes, entre otros.

Justificación de las fórmulas empleadas. Debido a la diversidad de fórmulas con que cuenta la hidrología para el cálculo de caudales, cuya aplicación depende en gran parte del criterio del proyectista, el estudio presentará la debida justificación del empleo de cada una de ellas.

Aplicación de las teorías y métodos de predicción. Se presentarán las distribuciones de frecuencia más adecuadas para los análisis de los fenómenos de lluvia, caudal, temperatura, etc., indicando el método de predicción finalmente adoptado. Esta labor es de gran importancia, puesto que cuantifica un fenómeno que incide directamente en el dimensionamiento de las obras.

- Estudio Hidráulico:

La finalidad es el diseño de factibilidad avanzada de estructuras de capacidad apropiada utilizando los caudales generados en el estudio hidrológico. Las estructuras pueden ser de desvío, control, protección, remoción o de cruce bajo una vía férrea. El informe debe incluir lo siguiente:

- Geomorfología - Dinámica Fluvial Obras menores
- Drenaje subsuperficial. Siempre que el estudio lo requiera, el documento incluirá un análisis del drenaje subterráneo, primordialmente en todos los sitios donde haya evidencia de agua subterránea excesiva. Se presentarán las soluciones concretas respecto al tipo de obra que se deba utilizar. Igualmente, presentará propuestas concretas para el manejo de las aguas que se infiltren en la plataforma de vía a través de la capa de balasto.
- Hidráulica de obras mayores.

- Estudio de Socavación:

Los estudios de socavación tienen por objeto determinar las profundidades críticas de tipo erosivo inducidas por las corrientes alrededor de pilas, estribos, etc. para las obras más representativas y aspectos más críticos del corredor.

Los análisis que se requieran, deben garantizar la obtención de los valores adecuados de socavación que aseguren la estabilidad de las estructuras proyectadas, sin redundar en cimentaciones extremadamente costosas. En ese contexto, el informe final deberá tener el siguiente contenido:

- Análisis de la información de campo.
- Aplicación de las teorías de socavación

Se deberá presentar un resumen sucinto de todos los resultados encontrados a través del estudio, principalmente aquellos que requieran de su utilización en otras especialidades o que generen conclusiones inmediatas; por ejemplo, milímetros promedio de precipitación multi- anual de la zona, caudal y niveles de diseño de "X" corriente, temperatura promedio multi- anual, zonas críticas para el drenaje, etc.

v. Geotecnia y Geología

El CONSULTOR deberá realizar los estudios geotécnicos y geológicos de la franja y el área de influencia, con el objeto de diseñar en factibilidad avanzada en el corredor férreo, la plataforma de vía, las obras de estabilidad y estabilización de taludes y servir de apoyo entregando información que se pueda correlacionar para el diseño en prefactibilidad avanzada de las cimentaciones para las diversas estructuras a tener en cuenta al nivel de diseño en factibilidad avanzada de puentes, muros, obras hidráulicas, fuentes de materiales, botaderos, entre otras actividades necesarias para el corredor.

Partiendo del corredor seleccionado y luego del análisis para lograr el diseño del eje en planta, el eje en perfil y las secciones transversales, se debe realizar perforaciones en sitio, apiques, geofísica, correlaciones y demás actividades para completar la investigación geológica y geotécnica del corredor, en la subrasante, sobre las explanaciones para cortes y llenos, en las zonas inestables, en sitios críticos, ponteaderos, fuentes de material y botaderos identificados en el área de influencia del proyecto.

La principal finalidad de esta área, es realizar la exploración y analizar detalladamente las características de la geotecnia, geología y suelos, vegetación, clima, uso de la tierra, riesgo sísmico y volcánico de la zona de influencia del proyecto, con la finalidad de obtener la mayor información posible en los anteriores aspectos, para que durante la estructuración del contrato, se logre asignar y administrar de la mejor manera los riesgos geotécnicos, geológicos, constructivos y de operación asociados al corredor.

El CONSULTOR deberá realizar los estudios geotécnicos de la subrasante en los sitios críticos identificados, caracterizar los posibles materiales a emplear en la construcción, y efectuar los diseños preliminares de las estructuras de soporte de las líneas de rieles, así como para los pasos a desnivel (corredor férreo y líneas que se cruzan) con el fin de poder valorar la incidencia en los presupuestos preliminares.

Así mismo, se busca satisfacer las siguientes necesidades:

- Investigación geológica y geotécnica del corredor, zonas inestables, ponteaderos, fuentes de materiales y botaderos identificados para los Proyectos.
- Taludes más favorables para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad de las explanaciones para las diferentes zonas de comportamiento homogéneo, teniendo en cuenta las posibles fuentes de amenaza o riesgo.
- Comportamiento de los cauces naturales en relación con la socavación, transporte y sedimentación de materiales.

- Estabilidad de la fundación de los terraplenes y otras estructuras, teniendo en cuenta las fuentes de amenaza.
- Medidas preventivas para mantener razonablemente la estabilidad de las explanaciones.
- Procedimientos y etapas constructivas para reducir la inducción de inestabilidad durante la construcción teniendo en cuenta los parámetros geológicos, geotécnicos y ambientales.

El CONSULTOR debe recopilar los estudios existentes que permitan la caracterización de los suelos de la subrasante del corredor en un ancho mínimo de 12 metros a partir del eje central del corredor a lado y lado. En caso de no existencia de información o dudas sobre la información existente, el CONSULTOR deberá realizar los estudios geotécnicos necesarios para dicha caracterización.

Se deberá efectuar la recopilación y análisis de toda la información que represente o sea de alguna utilidad para el proyecto, contenida en otros estudios, bien sea del Municipio de Medellín, Área Metropolitana del Valle de Aburrá o cualquiera otra entidad pública, respecto a aspectos geológicos y geotécnicos.

Para poder caracterizar el corredor se tomará algunas muestras de los materiales de subrasante existente, así como la ejecución de ensayos de campo, que permitan definir las principales características de los materiales de subrasante y de las diferentes capas de la infraestructura de vía, sus espesores y condiciones de trabajo en general.

Se deberán efectuar perforaciones manuales o mecánicas, referenciadas a la nomenclatura urbana o por coordenadas del levantamiento topográfico que se efectúe a la profundidad, separación y condiciones de trabajo y estado general.

Cuando se efectúen ensayos de campo estos también deberán quedar debidamente referenciados como se indicó anteriormente.

De las capas de materiales que se encuentren en la ejecución de los apiques y/o sondeos y/o perforaciones (de acuerdo con el tipo de estructura a diseñar – cimentación profunda, cimentación superficial, estructura de soporte, se deberá ejecutar como mínimo los siguientes ensayos de acuerdo las normas aplicables al caso en cuestión.

- Humedad natural.
- De clasificación: granulometrías, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de tal forma que permita efectuar su clasificación de acuerdo con los métodos AASHTO y USCS.
- De compactación: ensayos de proctor modificado y densidades en el terreno.
- Ensayos de capacidad portante: de los diferentes materiales representativos encontrados en los apiques, se ejecutarán ensayos de CBR de laboratorio, para cada 500 ml de la longitud del corredor férreo, por cada tipo de material de subrasante y de las capas granulares de la infraestructura y superestructura de vía existente. Si la longitud total es igual o menos a 500 ml, por lo menos deberán ejecutarse dos ensayos de CBR y más si la variabilidad en la calidad de los materiales los requieren.
- Se empleará el Método I del CBR, para aquellos materiales que al ser clasificados mediante el sistema USCS presenten el sufijo S (arena) o G (Grava), de lo contrario se aplicará el Método II.

v.1 Resultados de ensayos de laboratorio

Todos los ensayos de laboratorio se consignarán en cuadros resúmenes, para cada uno de los tramos estudiados, ordenados en forma consecutiva de tal manera que permitan su clasificación.

v.2 Perfiles estratigráficos

Con base en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y el criterio de la AASHTO, se condensarán en perfiles estratigráficos los resultados obtenidos por apiques, sondeos o perforaciones, debidamente referenciados con la correspondiente localización dentro del proyecto e indicando claramente la delimitación de cada estrato con sus respectivas cotas.

Las convenciones a emplear serán las que se utiliza, en carreteras, el Instituto Nacional de Vías – INVIAS de Colombia.

v.3 Contenido mínimo del entregable correspondiente al área de Geotecnia y Geología

Los siguientes elementos servirán de base para producir los entregables especificados en los numerales de esta sección. También constituirán entregables que la Promotora del Ferrocarril de Antioquia SAS recibirá como tal.

- Planos cartográficos de la zona en estudio (ya mencionados en otros volúmenes de estudio).
- Información geológica regional de la zona donde se localiza la vía férrea.
- Información geológica y geotécnica tomada directamente sobre la vía férrea en estudio.
- Exploración, análisis y evaluación de la información de suelos, por medio de apiques, perforaciones, geofísica y demás procedimientos normalizados que permitan obtener las principales variables geotécnicas y geológicas para el diseño en prefactibilidad avanzada de la plataforma de vía, la estabilidad de taludes, las explanaciones, las fundaciones de puentes, muros, entre otros.
- Informe sobre antecedentes de sucesos geotécnicos o geológicos sobre la vía férrea.

v.4 Informe de geología, geotecnia y suelos.

Los estudios de campo se presentarán de acuerdo a los alcances señalados, con reconocimiento geológico y geotécnico de superficie, exploración del subsuelo, ensayos "in situ" o en el laboratorio de tal manera que se tenga la caracterización geológica del corredor, Geotécnica zonificada identificando las principales fuentes generadoras de inestabilidad, se identifiquen las fuentes de materiales, los sitios de disposición de sobrantes y las condiciones geológicas particulares de los sitios de ponteadero.

Para determinar las características del subsuelo se deberá tener en cuenta la descripción geológica a lo largo del corredor, indicando los tipos de rocas predominantes y su disposición estructural, acompañados de los ensayos de laboratorio para clasificación, como son Granulometría y Límites de Atterberg, humedad natural y de resistencia y deformación a lo largo del perfil del suelo. Igualmente, de requerirse, se realizarán los ensayos necesarios para conocer la resistencia y deformación o compresibilidad del suelo de fundación, anexando los resultados.

Para el Perfil Estratigráfico, las muestras de suelo deberán clasificarse utilizando el sistema de clasificación de suelos (USC) y las rocas se describirán incluyendo identificación, grado de fracturamiento y demás información útil desde el punto de vista de ingeniería, condensándola en perfiles estratigráficos. Se debe presentar el perfil estratigráfico para obras especiales y para los suelos de la subrasante a lo largo del proyecto, se clasificarán utilizando el criterio utilizado en proyectos viales carreteros que se basan en lo dispuesto por AASHTO y la USC.

Se debe presentar un mapa de caracterización de zonas inestables y de zonas de riesgos a lo largo del corredor, identificando históricamente y la situación actual, de los posibles riesgos geotécnicos y geológicos sobre el proyecto. Además, se debe establecer las posibles causas de los fenómenos de inestabilidad e

identificar el problema de tal forma que se pueda conocer su mecanismo de falla, los factores detonantes y contribuyentes a la inestabilidad.

Con base en el estudio geológico y teniendo en cuenta aspectos como pendientes del terreno, hidrología, cobertura vegetal, uso del suelo, se determinarán zonas homogéneas que permitan definir modelos geológicos - geotécnicos preliminares a lo largo del corredor y las condiciones generales de las zonas de disposición de sobrantes. Para el caso de sitios críticos y como resultado del reconocimiento de la zona, se podrán establecer las posibles causas de los fenómenos de inestabilidad y se identificará el problema de tal forma que se pueda establecer su mecanismo de falla y los factores detonantes y contribuyentes a la inestabilidad.

En caso de que se detecten situaciones especiales del suelo, como la presencia de suelos orgánicos, expansivos, suelos susceptibles que licuefacción o cualquier otro estado que implique inestabilidad de la estructura, se indicará su ubicación y se darán recomendaciones específicas sobre el tratamiento que debe recibir este suelo en particular, con el objetivo de mitigar riesgos y evitar futuros colapsos.

- Inventario de taludes, y de las obras de estabilización y estabilidad, protección y contención en el cual se especifique su estado actual.
- Informe sobre antecedentes de sucesos geotécnicos o geológicos sobre la vía.
- Propuestas de actividades de mantenimiento, repotenciación, rehabilitación,
- cambios o construcción para garantizar la correcta operación de lo identificado en el inventario.
- Mapa de caracterización de zonas inestables y de zonas de riesgos.
- Identificación de sitios críticos y necesidades respecto a obras de estabilización, protección y contención.
- Estudio de fuente de materiales y botaderos.
- Diseño para concesión de obras incluyendo sitios críticos.
- Informe de descripción de alcances, especificaciones, presupuesto y programación.

v.5 Diseño en prefactibilidad avanzada de cimentaciones de obras.

Con la información anterior, se debe realizar el análisis geotécnico, evaluando a nivel de diseño de factibilidad avanzada las alternativas, el tipo, profundidad y las características geométricas de la cimentación; incluyendo todos los elementos requeridos en el diseño de factibilidad avanzada. Además, en caso de requerirse por su impacto en el proyecto, se debe realizar el análisis de estabilidad de las estructuras de contención, así como el análisis sísmico sobre las estructuras.

Se debe adelantar la exploración y caracterización de los suelos, en los sitios en que se ubicarán obras, de tal manera que permitan obtener información mediante ensayos o correlaciones para determinar las principales variables del diseño de factibilidad avanzada de cada una de las respectivas obras.

Para los sitios más críticos y en las obras más representativas del proyecto, se debe realizar el análisis de socavación local del cauce, presentando los resultados obtenidos, los cuales se tendrán en cuenta para definir el sistema de cimentación de dichas obras principales.

v.6. Diseño de factibilidad avanzada de taludes y obras de estabilización.

El CONSULTOR debe establecer un plan de intervención indicativo donde:

- Plantee una tipología de propuestas de solución y atención de las zonas inestables (con recomendaciones llevadas a nivel de diseño en factibilidad avanzada), recomendando para cada

sitio crítico, las obras de estabilización necesarias para garantizar condiciones adecuadas de estabilidad y operación durante el periodo de diseño de la vía férrea.

- Proponga alternativas para formular las medidas preventivas y correctivas adoptadas como solución a los problemas de inestabilidad, realizando todos los requerimientos del diseño en factibilidad avanzada de las mencionadas obras de atención y prevención de inestabilidades en sitios críticos y tratamientos de taludes.

v.7. Diseño en factibilidad avanzada de estructura de la plataforma de vía

Con la caracterización geotécnica y perfil estratigráfico de la subrasante, se debe determinar y caracterizar mediante ensayos las propiedades físicas y mecánicas más importantes de los suelos representativos de la subrasante y homogenizar mediante los resultados de CBR, por medio de la sectorización adecuada cuando las condiciones geomorfológicas del terreno lo requieran.

Durante los ensayos, en caso de ser posible, se podrá correlacionar por medio de la realización de ensayos de CBR in situ, CBR remoldeado o cono dinámico, o deflectometría (para el caso de vías existentes), la determinación del CBR para realizar el diseño en prefactibilidad avanzada de la estructura de la plataforma de vía basado en CBR, predimensionando cada una de sus capas y definiendo las características técnicas principales de materiales, procesos constructivo, cálculo de cantidades, especificaciones, entre otras.

Deberán incluirse los planos de las secciones típicas, de las diferentes secciones transversales de la plataforma de vía, a saber: corte en cajón, corte a media ladera y terraplén, indicándose las características más importantes, así como situaciones particulares. Todos los dibujos (de todos los componentes del presente estudio) deben hacerse a escala o indicando claramente las dimensiones, de todos los elementos de cada sección transversal.

v.8. Estudio de fuentes de materiales y botaderos.

Con base en información secundaria, recolección de información de campo de tipo técnica, ambiental y geotécnica, debe realizar el análisis sobre las posibles alternativas, localización, georeferenciación, selección, ubicación y clasificación de fuentes de materiales para la construcción de la vía férrea, zonas de préstamos, así como zonas de botaderos para la disposición de material sobrante.

Además, se deberá realizar un análisis sobre los permisos ante las autoridades ambientales, mineras y territoriales necesarios para la aprobación de las zonas, identificando los criterios y requisitos de dichas autoridades.

Se debe realizar el diseño en factibilidad avanzada de la fuente de materiales y del botadero. Cada fuente de materiales y botadero debe tener los siguientes datos básicos:

- Nombre del predio
- Dueño del mismo
- Área del predio
- Localización en un mapa a escala 1: 25.000
- Municipio, y concesión minera si se tiene
- Si está o no en explotación
- Maquinaria y equipos
- Productos y precios.

Se debe definir el acceso a la fuente, el estado y características del mismo y la distancia por carretera o ferrocarril al Proyecto.

v.9. Tipos de ensayos y muestreos

Debe entregar un informe sobre la descripción del tipo de perforaciones, apiques, geofísica o ensayos realizados, su localización y abscisado, número, profundidad y resultados. No se limita el número de ensayos, lo importante es obtener toda la información necesaria para lograr el conocimiento geotécnico y geológico de la zona de influencia y con especial interés e información más detallada, en los sitios críticos del corredor.

El número y tamaño de las muestras y tipo de ensayo, deberá ser suficiente para determinar la clasificación de suelos, geología y geotecnia, las muestras tomadas serán representativas de las características existentes a lo largo del corredor en estudio. La definición de ubicación, separación, tipo de muestra y de ensayo y sectorización homogénea, será autonomía del CONSULTOR, por lo que debe responder por el resultado del conocimiento integral de la geología, geotecnia y de los suelos, para dar solución a las obras requeridas, cumpliendo con los estándares de las normas vigentes del Instituto Nacional de Vías y, para las pruebas no contempladas por ellas, se aplicarán los estándares de ICONTEC y ASTM, en este orden.

Para los sitios inestables que sean considerados como críticos y que a juicio del consultor y el interventor se deban estudiar profundamente, se deberán realizar por lo menos 3 perforaciones mecánicas, que deberán llevarse a profundidades tales que permitan precisar la posición de la superficie de falla, o espesores de las capas de suelos involucradas en los movimientos, los materiales presentes y posición de niveles de roca o suelos competentes y la localización de los niveles freáticos.

Se complementará la exploración mediante sondeos geofísicos, empleando sísmica de refracción y sondeos geoeléctricos, con el objeto de tener una geología detallada en estos sitios.

Se deben presentar los planos y memorias descritas anteriormente, con las características físicas del suelo, geología y geotecnia y con los resultados del diseño en prefactibilidad avanzada de la plataforma de vía, de estabilidad de taludes y cimentaciones. Incluyendo una propuesta de recomendaciones constructivas y riesgos evidenciados.

Se presentarán en forma clara las conclusiones a que llegó el estudio, indicando las precisiones de éste, de igual manera las sugerencias o aportes que genera el estudio para ser tenidas en cuenta, durante la ejecución del Proyecto.

vi. Túneles

En el caso que el corredor requiera la construcción de túneles, el Consultor deberá realizar estudios en esta área que por sus condiciones morfológicas y técnicas así lo requieran, basado en el contenido específico que se presenta a continuación y la normatividad EN.

Este capítulo debe contener como mínimo los siguientes estudios:

- Trazado geométrico
- Geología y geotecnia
- Hidrogeológicos
- Hidrológicos e hidráulicos
- Pozos de ventilación,
- Impermeabilización y revestimiento,
- Requerimientos de ventilación.
- Instalaciones electromecánicas,
- Diseño de la infraestructura y superestructura,
- Manual de operación
- Especificaciones técnicas

Estos estudios deben comprender metodología, resultados, cálculos, planos, especificaciones, conclusiones y recomendaciones de cada una de las áreas que lo conforman, cuyo contenido y alcances se describen a continuación.

La principal finalidad de estos estudios, es analizar detalladamente las características técnicas de los túneles) y el comportamiento geológico del macizo rocoso donde se emplazara, con la finalidad de obtener un nivel de información en los anteriores aspectos, que permita durante la estructuración del contrato de construcción, que se logren asignar y administrar de la mejor manera los riesgos técnicos y geológicos asociados a los procesos constructivos de los túneles) requerido(s).

Además se busca con el estudio, definir a nivel de diseño en factibilidad avanzada, sus principales elementos técnicos que garantizan la correcta operación del túnel, con la finalidad de conocer una aproximación de los costos de construcción, de operación, programación y tiempos de ejecución, especificaciones y requerimientos técnicos para la operación y demás elementos necesarios del Proyecto.

v.1. Contenido mínimo del entregable correspondiente al área de Túneles

v.1.1. Estudio de Topografía y Diseño Geométrico

Se debe describir la zona por donde atravesará el Proyecto y los puntos geográficos que se van a vincular.

Se deben definir los parámetros de diseño, luego de materializar la localización definitiva de las zonas de portales con todas las características geométricas planta-perfil. También se incluirán los levantamientos topográficos para la localización de los pozos de ventilación, áreas de fuentes de materiales, zonas de disposición de materiales sobrantes, entre otros.

Se determinaran las características de las secciones transversales tipo de acuerdo con la geología y la geotecnia y galibo mínimo de acuerdo con el plan de trenes o plan operacional presentado.

Dentro de los productos a entregar, junto con las memorias de cálculo se espera como mínimo planos de:

- Ubicación geográfica del Proyecto.
- Se presentara a escala 1: 10.000
- Planta - perfil a escalas H: 1:2000 y V: 1:200 con el alineamiento horizontal y vertical del túnel, los elementos de curvatura, galibo, localización de obras de drenaje y otros.
- Localización en planta- perfil con las respectivas carteras de campo y deberán contener el diseño geométrico detallado del túnel y sus obras requeridas para la conexión.

v.1.2. Estudio de Geología y Geotecnia para túneles

Este estudio deberá contener las memorias de cálculo y planos, como mínimo de los siguientes aspectos:

v.1.2.1. Exploración del subsuelo

- Análisis de los registros geotécnicos y de instrumentación obtenidos con información secundaria en caso de existir.
- Resultados de ensayos de laboratorio e in-situ. (estos se realizarán en la zona de portales por medio de sondeos de exploración con recuperación de muestras; y a criterio del Consultor, por medio de la realización de núcleos de perforación con la finalidad que sea suficiente para lograr el conocimiento geológico del macizo rocoso).

v.1.2.2. Geología y morfología

- Recopilación y análisis de la información geológica básica de referencia existente.
- Trabajo de fotointerpretación geológica y geomorfológica y su verificación de campo.
- Levantamientos geológicos de los portales y brocales y levantamiento de información estructural complementaria en los túneles que requiera la supervisión del contrato
- Realización y análisis de los registros de núcleos de perforaciones adicionales que el Consultor considere necesario realizar para el diseño de los túneles.
- Marco geológico regional.
- Geomorfología.
- Estratigrafías.
- Geología estructural.
- Condiciones geológicas esperadas en la excavación del túnel
- Geología de los portales.
- Geología de los pozos de ventilación.
- Conclusiones.

v.1.2.3. Propiedades geomecánicas de los macizos rocosos

- Propiedades geomecánicas de las rocas en el área de estudio.
- Estimación de los parámetros geomecánicos del macizo rocoso.

v.1.2.4. Diseño en factibilidad avanzada del Soporte

Principios básicos:

- Tipos de comportamiento del macizo rocoso.
- Caracterización del macizo rocoso.
- Definición de tipos de terreno.
- Requisitos y definición de tipos de soporte
- Esquema para cada uno de los tipos de terreno.

v.1.2.5. Sectorización del túnel

- Sectorización geológica.
- Sectorización geotécnica,
- Sectorización por soporte.

v.1.3. Estudio de pozos de ventilación, nichos y galerías

Deberá contener a nivel de diseño en factibilidad avanzada, el análisis y una propuesta de definición de la ubicación, necesidades de construcción de los pozos de ventilación (en caso de ser requeridos

para el sistema de ventilación según el diseño), los cuales deberán contener detalles de geología. Además, debe incluir el diseño para concesión y gráfico del mismo.

v.1.4. Estudio hidrogeológico, hidrológico e hidráulico

Debe contener lo referente a las aguas subterráneas del macizo, su circulación, su condicionamiento geológico y su criterio de captación, así como la relación existente con el ciclo hidrológico y su posible modificación al inicio y durante las obras, todo lo anterior, basado en la extrapolación de información secundaria y conocimiento de la zona donde se emplazará el Proyecto.

A partir de los estudios de hidrogeología e hidrología se deben diseñar en factibilidad avanzada, todas las estructuras necesarias para la captación, conducción, tratamiento y disposición de las aguas subterráneas y de escorrentía para minimizar la afectación de los terrenos y sus habitantes, además de los cambios en los regímenes hidrológicos e hidráulicos de las fuentes de agua a las que son dispuestas estas aguas.

v.1.5. Diseño en factibilidad avanzada de la impermeabilización, el revestimiento y el drenaje

Entre los parámetros mínimos a tener en cuenta para el diseño en factibilidad avanzada de la impermeabilización, el revestimiento y el drenaje de los túneles están la captación, conducción, tratamiento y disposición de las aguas de infiltración, así como la captación, conducción, tratamiento y disposición del agua en la superficie de la vía y de líquidos provenientes del derramamiento por conducción de sustancias peligrosas al interior del túnel.

Como productos a entregar se espera como mínimo:

- Diseño en factibilidad avanzada de los sistemas para la impermeabilización y el revestimiento en todas sus fases.
- Diseño en factibilidad avanzada del Sistema de drenaje y tratamiento para aguas de infiltración y para las aguas de escorrentía.

v.1.6. Estudio de requerimientos de ventilación, iluminación, energía y bombeo durante la construcción

Debe realizar el Diseño en factibilidad avanzada de los requerimientos de ventilación, iluminación, energía y bombeo durante la construcción del túnel, para lo cual deberá tener en cuenta las siguientes consideraciones:

Para la ventilación se deberá estimar la producción de gases contaminantes y polvo generados por la operación y la presencia de gases del macizo rocoso, con el fin de establecer a nivel de Diseño en factibilidad avanzada el tipo y requerimientos de la ventilación para operación.

Para la energía e iluminación, se deberá analizar y definir a nivel de Diseño en factibilidad avanzada los requerimientos de potencial eléctrico necesario para abastecer el sistema de ventilación, iluminación y demás elementos eléctricos de los túneles.

v.1.7. Estudios de las instalaciones electromecánicas, de los centros de control y edificios auxiliares

El consultor deberá realizar el diseño conceptual, que debe contener como mínimo los aspectos generales y los parámetros de diseño y construcción para los sistemas que se operaran a partir de los centros de

control únicos para el sistema de túneles, mediante un Sistema de supervisión y adquisición de datos. Para el diseño conceptual, se deben obtener los resultados, como mínimo, de los siguientes sistemas:

- Sistema de Iluminación
- Sistema de detección y extinción de incendios.
- Sistema de ventilación.
- Sistema de suministro de energía.
- Sistema de auxilio S.O.S.
- Sistema de control de tráfico,
- Sistema de circuito cerrado de televisión.
- Sistema de comunicaciones.
- Sistema de avisos alfanuméricos.
- Sistema de control, supervisión y adquisición de datos

Es importante resaltar, que el consultor debe realizar el diseño en factibilidad avanzada de los anteriores sistemas, considerando la última tecnología de punta a nivel mundial que exista y mejor se adapte a las condiciones particulares de cada proyecto.

v.1.8. Estudio para la infraestructura y superestructura de los túneles

Además de parámetros mínimos descritos en el presente Anexo técnico, para el diseño en factibilidad avanzada de la infraestructura y superestructura, se debe considerar la última tecnología de punta a nivel mundial que exista y mejor se adapte a las condiciones particulares de cada proyecto.

El consultor entregará los siguientes productos, que como mínimo incluyen:

- Memorias de los cálculos realizados, incluyendo las proyecciones del tránsito,
- Planos de las secciones transversales del túnel, al igual que los planos que muestren el diseño de la infraestructura y superestructura.
- Recomendaciones generales sobre el drenaje superficial y subterráneo y mantenimiento del mismo.
- Recomendaciones generales sobre el proceso constructivo.
- Programa indicativo de mantenimiento para la infraestructura y superestructura.

v.1.9. Manual de operación y mantenimiento

El Consultor establecerá un plan indicativo que defina, los principales requerimientos en materia de operación y mantenimiento del túnel, incluyendo los diseños en prefactibilidad avanzada relacionados.

vii. Puentes y Viaductos

El CONSULTOR deberá realizar una inspección y diagnóstico del estado actual de todos los viaductos, puentes y pontones existentes en el corredor, para identificar la capacidad técnica y operativa y los problemas funcionales y estructurales.

Para los puentes del corredor, superiores a 20 metros de longitud, se deberá realizar un análisis de capacidad estructural sísmica, hidráulica, hidrológica y de socavación, análisis de apoyos estructurales demás elementos que generen riesgos a la operación.

Deberá proponer las actividades de rehabilitación, mantenimiento, cambios o construcción para garantizar la correcta operación de lo identificado en el inventario.

El CONSULTOR deberá ejecutar el estudio de Puentes y Viaductos basado en el contenido específico que se presenta a continuación y considerando la normatividad EN. Deben contener como mínimo los siguientes estudios: trazado geométrico, geología y geotecnia, hidrológicos, hidráulicos y socavación, diseño en factibilidad avanzada de la superestructura.

La principal finalidad del Estudio de Puentes y Viaductos es analizar las características geométricas y predimensionamientos con base en la información geotécnica, hidrológica y la premodelación estructural. Esto con la finalidad de obtener la mayor información posible en los anteriores aspectos, para que durante la contratación de la construcción, se logre administrar y asignar de la mejor manera los riesgos técnicos y constructivos asociados al proyecto, para los sectores que requieren nuevos puentes.

Además se busca con el estudio, diseñar en factibilidad avanzada los principales elementos técnicos que garantizan la correcta operación de cada puente y de la vía, con la finalidad de conocer una aproximación de los costos de construcción, de operación, programación y tiempos de ejecución, especificaciones y requerimientos técnicos para la operación y demás elementos necesarios de los Proyectos.

vii.1 Normatividad Aplicable

Las características técnicas que se definan para los puentes, se elaborarán de acuerdo con lo establecido en este documento y con las últimas versiones de las normas publicadas por la EN y que sean aplicables para el diseño y la construcción de puentes, las cuales deberán ser aplicadas de forma integral, es decir, sin mezclar especificaciones de diferentes instituciones

Para efectos de análisis, diseño y construcción, los puentes nuevos deben garantizar que los materiales poseen una durabilidad de 50 años.

vii.2. Contenido mínimo del entregable correspondiente al área de Puentes y Viaductos

- Inventario de los puentes, pontones y viaductos en el cual se especifique su estado actual.
- Informe sobre antecedentes de operación y comportamiento estructural de cada puente.
- Propuestas y descripción de actividades de mantenimiento, rehabilitación, cambios o construcción para garantizar la correcta operación de lo identificado en el inventario
- Diseño para concesión de obras.
- Estudios y análisis de los puentes superiores a 20 metros de longitud, en los que se analice la capacidad estructural, hidráulica, hidrológica, socavación, análisis de apoyos estructurales y demás elementos que generen riesgos a la operación
- Informe de descripción de alcances, especificaciones, presupuesto y programación

vii.3. Puentes Nuevos

Para los puentes nuevos el Consultor deberá elaborar y entregar los siguientes estudios, diseños y documentos para su análisis y aprobación.

Vii.3.1. Estudio de Topografía y diseño geométrico

Este informe debe seguir los requerimientos antes descritos para las áreas de Topografía y Diseño Geométrico descritas anteriormente.

Al describir la zona por donde atravesará el Proyecto y los puntos geográficos que se van a vincular, para los puentes más importantes y representativos, se realizará el levantamiento de 500 metros antes y después del puente, y 100 metros aguas arriba y 100 metros aguas abajo, de tal forma que abarque la localización de los nuevos puentes.

Se deben definir los parámetros de diseño, luego materializar la localización definitiva de los apoyos, con todas las características geométricas planta-perfil. Se determinarán las características de las secciones transversales tipo de acuerdo con el tren de diseño que satisfaga la demanda a movilizar, geometría, gálibo mínimo, de acuerdo con la normatividad vigente.

Dentro de los productos a entregar, junto con las memorias de cálculo se espera como mínimo planos de:

- Ubicación geográfica del Proyecto e identificación de todos los puentes existentes y de los nuevos puentes requeridos
- Reducido del Proyecto. Se presentará a escala 1:10.000.
- Planta - perfil de construcción a escalas H: 1:2000 y V: 1:200 con el alineamiento horizontal y vertical, los elementos de curvatura y superestructura.
- Localización en planta- perfil con las respectivas carteras de campo y deberán contener el diseño geométrico de los puentes y sus obras requeridas para los accesos.

vii.3.2. Estudio de Geología y Geotecnia para Puentes y viaductos

Según las especificaciones descritas para el área de Geología y Geotecnia, el Consultor deberá realizar el análisis para los puentes nuevos, con especial particularización de los puentes más importantes y significativos del corredor, y además deberá contener las memorias de cálculo y planos, como mínimo de los siguientes aspectos:

Reconocimiento geomorfológico de las zonas aledañas a los puentes, a fin de determinar características y propiedades generales de los diferentes estratos o depósitos geológicos, con información sobre fallas, pliegues, diaclasas, sitios de inestabilidad potencial o cualquiera otra circunstancia que ponga en peligro la estabilidad de los puentes. Espesor y características de los perfiles de meteorización, y descripción de cada uno. Localización, descripción y análisis de todas las formas y fenómenos de inestabilidad, y clasificación práctica de estos procesos.

vii.3.3. Estudio Hidrológico, Hidráulico y de Socavación para Puentes

Para los puentes nuevos se debe realizar los estudios hidrológico, hidráulico y de socavación, con especial particularización de los puentes más importantes y significativos del corredor.

Parte de los análisis y resultados que se deben presentar con referencia a estos aspectos son: niveles máximos de aguas, velocidades medias y coeficientes de rugosidad, arrastres, socavación general en condiciones naturales y la producida por las pilas, análisis de inundaciones, y debido a la capacidad hidráulica, analizar los aliviaderos y la geomorfología de la corriente.

vii.3.4. Estudio del diseño del puente y superestructura

Además de parámetros mínimos descritos en el presente Anexo Técnico para la superestructura, se debe realizar el pre-diseño de los puentes para el tren de diseño, de acuerdo con la demanda a movilizar el modelo operacional de trenes.

El CONSULTOR entregará las especificaciones para el diseño de la superestructura, que como mínimo incluyen:

- Memorias de los cálculos realizados
- Planos de las secciones transversales de los puentes con las especificaciones de la superestructura.
- Recomendaciones generales sobre el mantenimiento.

Las especificaciones requeridas podrán ser aportadas por el consultor con base en “Puentes Tipo” recomendados por las normas EN.

vii.3.5. Estudio estructural y dimensionamiento

Se debe seleccionar la tipología de puente a estudiar, proceso constructivo, y materiales definiendo sus principales ventajas particulares.

Se debe realizar el diseño en factibilidad avanzada de la estructura del puente y las obras complementarias y de los elementos estructurales con su respectiva geometría.

Deberá diseñar en factibilidad avanzada cada uno de los puentes nuevos, para lo cual, se deben definir los criterios técnicos que llevaron a esta selección, el pre-dimensionamiento, y caracterización de los materiales, procesos constructivos, cantidades de obras y demás actividades que componen el diseño en factibilidad avanzada, para los siguientes elementos:

- Infraestructura: Estribos, Pilas o cualquier tipo de cimentación seleccionada
- Superestructura: Tablero, vigas, traviesas, sujeciones, placas, barandas, juntas, refuerzo y demás elementos que componen la superestructura.
- Accesos: Empalmes, aproches, vías de accesos y demás elementos que den continuidad a la vía.

Los elementos requeridos podrán ser aportados por el consultor con base en “Puentes Tipo” recomendados por las normas EN..

En las Memorias de Cálculo se debe indicar el registro descriptivo de los cálculos requeridos por el diseño en factibilidad avanzada de la estructura, lo cual soporta y fundamenta las dimensiones y refuerzos determinados. Comprende además, lo siguiente: Descripción del Proyecto, Códigos y reglamentos tomados como base para la elaboración del Proyecto, Especificaciones de materiales a utilizar en la estructura, Criterio para el análisis de cargas, dimensionamientos, Análisis sísmico, Memoria de cálculo, y demás componentes definidos para los diseños en factibilidad avanzada.

Se deben entregar los planos de cada una de las obras que contempla el Proyecto.

Se deben calcular las cantidades de obra para cada ítem se calcularán con base en los planos, memorias y especificaciones.

Para cada ítem deberá efectuarse el análisis del precio unitario correspondiente, para lo cual se obtendrá información de los costos básicos en la zona del Proyecto, tales como equipos, materiales y mano de obra, teniendo en cuenta, además, los factores de producción y las condiciones específicas de la región, como régimen de lluvias, acceso al sitio de los trabajos, sistemas de explotación y producción de los agregados pétreos, y todos aquellos factores que puedan incidir en la determinación del precio unitario de los diversos ítems. El análisis de los precios unitarios para cada ítem estará de acuerdo con las especificaciones, normas y planos de construcción.

Con los precios unitarios de cada ítem y las respectivas cantidades de obra, se determinará el presupuesto a la fecha de presentación del estudio. Adicionalmente se estudiarán los posibles costos especiales en caso de existir.

viii. Estudio Ambiental y social

viii1. Área Ambiental

Alcance General

Para el área ambiental, el consultor preparará información sobre los impactos de posibles intervenciones del proyecto por zonas así como sus formas de mitigación y costos.

El consultor deberá solicitar a la autoridad ambiental la necesidad o no de Licencia Ambiental. El Consultor definirá los requerimientos para la eventual preparación de los Estudios de Impacto Ambiental por parte del contratista que desarrollará el proyecto. En tal sentido es necesario que los estudios técnicos elaborados se desarrollen siguiendo los lineamientos estipulados en los términos de referencia expedidos por la Autoridad Ambiental de Licencias Ambientales (ANLA) EIA según sea el caso.

Para el área ambiental, el CONSULTOR preparará información sobre los impactos de posibles intervenciones del proyecto por zonas así como sus formas de mitigación y costos. También, revisará y evaluará la situación de licencias ambientales preexistentes, o de solicitud de licencias, así como pasivos e incumplimientos ambientales de dichas licencias preexistentes y requeridas. Describirá y propondrá las medidas de manejo, mitigación, prevención, compensación y seguimiento de los impactos ambientales durante las fases de construcción y operación del Proyecto y sus costos y programación.

Alcance Específico

El CONSULTOR revisará toda la información y estadísticas disponibles y llevará a cabo visitas de campo para realizar el siguiente análisis:

- Análisis del corredor férreo: El Consultor realizará un análisis de los elementos claves asociados con este corredor desde el punto de vista ambiental. Con esto se entiende que se deben identificar aspectos sociales a tener en cuenta en la toma de decisiones del corredor, como lo es la existencia de comunidades étnicas susceptibles de ser afectadas por el desarrollo del proyecto, el requerimiento de áreas con ocupaciones irregulares que ameritaran que en la licencia ambiental se determine el desarrollo de planes de reasentamiento poblacional y/o el desplazamiento de población con la implementación de Planes de compensaciones socioeconómicas.

Este análisis considerará la caracterización general del corredor y su sectorización ambiental preliminar (áreas de exclusión, áreas de intervención con restricciones y áreas de intervención) así como una revisión del estado y factibilidad de obtención de licencias, permisos, autorizaciones y concesiones ambientales así como sus plazos estimados de obtención. Para ello, el Consultor deberá revisar las normas, y establecer una mesa de trabajo con la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales, para entender los requerimientos, limitaciones o condicionamientos que serían solicitados.

Identificación de zonas sensibles

El Consultor debe revisar los POTs de los municipios del área de influencia del corredor y realizar la superposición de mapas del área de influencia del corredor férreo con la estructura ecológica principal y las áreas ambientalmente sensibles establecidas en los POTs, así como las áreas que las autoridades ambientales competentes hayan dispuesto como zonas de reserva o protección

Lineamientos ambientales

El Consultor debe definir los lineamientos ambientales para el proyecto, acordes con la estrategia de ordenamiento y la caracterización de las diferentes zonas de la ciudad y la región, con el fin de mitigar impactos y de contribuir al desarrollo de proyectos ambientales entorno al corredor.

Impactos sobre el patrimonio monumental y arqueológico

El estudio del substrato arqueológico será un requisito previo para el trazado del futuro ferrocarril. Para ello, un equipo específico realizará un análisis preliminar de carácter histórico, revisando las excavaciones convencionales y de urgencia que pudieran existir en el entorno del trazado. Se delimitará un área de afección y se recomendará, si ha lugar, la realización de actas previas en el eje del ferrocarril.

Estudio de Impacto Ambiental

Los estudios desarrollados deberán cobijar las fases de diseño, construcción, montaje, operación, mantenimiento, desmantelamiento, restauración final, abandono y/o terminación de ser necesarias. Los términos a construirse deberán ser especificados por la autoridad ambiental respectiva.

Identificación de otros elementos clave a ser considerados en el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y de gestión ambiental y recomendaciones

El Consultor debe revisar los POTs de los municipios del área de influencia del corredor y realizar la superposición de mapas del área de influencia del corredor del ferrocarril con la estructura ecológica principal y las áreas ambientalmente sensibles establecidas en los POTs, así como las áreas que las autoridades ambientales competentes hayan dispuesto como zonas de reserva o protección.

En caso de haber elementos adicionales a los mencionados arriba (Parques Naturales Nacionales, Reservas de la sociedad civil, humedales reservas forestales, DMI etc.) que deberían ser considerados en la elaboración de EIAs, el CONSULTOR deberá identificarlos y explicar de qué forma deberían ser considerados por el concesionario o contratista en su preparación de EIAs, así como las entidades y/o autoridades ambientales implicadas en cada trámite.

Estimación y programación para la realización futura de un Plan de manejo Ambiental (PMA)

El Consultor realizará una estimación y programación para la realización futura de un Plan de Manejo Ambiental que incluya como mínimo una descripción de las actividades, especificaciones, tiempos y costos (compensaciones, trámites ambientales por evaluación y seguimiento, gestión ambiental y servicios, entre otros), así como otros aspectos que considere relevantes.

viii.2 Área Social

Alcance General

Para ésta área en particular, el Consultor, quien deberá contar con su equipo con personal experto en el área de manejo social, adquisición de predios y reasentamientos, preparará la información necesaria para

la estructuración del Proyecto. Para ello, el Consultor realizará un análisis de los aspectos sociales y prediales principales del corredor férreo, incluyendo reasentamiento.

El alcance del estudio corresponde a realizar la evaluación de impacto social que determine la factibilidad del Ferrocarril, la cual debe tener en cuenta como mínimo: una caracterización social preliminar del área de influencia directa e indirecta; la identificación y valoración de los impactos sociales (tanto negativos como positivos) que incluirá aspectos económicos, sociales, culturales, estimación preliminar de los predios requeridos por la compra de predios, entre otros; la selección del Proyecto socialmente más viable y la valoración del componente social dentro de la matriz multicriterio.

Esta evaluación se ejecuta bajo criterios preventivos, de optimización y racionalización en la búsqueda de la minimización y control de los impactos sociales; en este sentido. La identificación del área de influencia directa y la valoración de los impactos se debe realizar para cada corredor respondiendo a su particularidad y considerando integralmente el contexto social.

Alcance Específico

Componente social

El componente social debe permitir que durante los estudios se estimen las necesidades reales y requerimientos sociales para los corredores.

El Consultor tendrá que cubrir los siguientes temas:

- Realizar un mapeo sectorizado de la población ubicada en el área de influencia de los corredores considerando sus principales características socioeconómicas.
- Para el análisis del componente social el Consultor deberá en primer lugar recopilar la información correspondiente en los Planes de Ordenamiento Territorial - POT o EOT según corresponda, con el fin de articular la información al desarrollo municipal y a las características socioeconómicas de los diferentes grupos poblacionales identificados en los POT, PBOT o EOT municipales.
- De igual manera, deberá solicitar al Ministerio del Interior la certificación de presencia de Comunidades Negras, Indígenas, Raizales o Palanqueras y al Incoder la certificación de territorios y resguardos legalmente constituidos y las zonas de n comprobadas

En caso de requerirse la adquisición de predios o franjas de terreno, a partir del reconocimiento en campo establecer una priorización de áreas pobladas sensibles que puedan ameritar la formulación de programas de reasentamiento poblacional o de la implementación del plan de compensaciones socioeconómicas. En tal situación, se debe realizar con trabajo de campo y de información secundaria, para lograr tener una estimación aproximada sobre el inventario de viviendas y el censo poblacional en el área requerida, en el cual se estimen aproximadamente, las características socioeconómicas de la población sujeto y estimar su cuantificación de acuerdo con los lineamientos de las Resoluciones 545 y 077 emanadas de la Agencia Nacional de Infraestructura-ANI, el valor estimativo de la aplicación del plan de compensaciones, de la formulación y ejecución del plan social básico, y/o del reasentamiento poblacional en caso de presentarse unidades sociales ocupantes irregulares que puedan llegar a ser impactadas por la construcción de las obras.

(Vale aclarar, que la estimación mencionada, busca aproximarse a encontrar situaciones reales, por lo cual, no es estrictamente obligatorio la aplicación de las Resoluciones 545 y 077, pero si se debe analizar a nivel de estimación su posible implementación, valorando costos, riesgos, tiempos, alcances y metodologías. Además, dicha estimación debe ser probabilísticamente corroborable, mediante un muestreo aleatorio, que deberá hacer el Consultor implementando las resoluciones y con especial interés, en las zonas de mayor sensibilidad o de riesgos socio prediales).

- Determinar la franja requerida total de afectación predial, con la respectiva ubicación de áreas por cada zona homogénea específica que se hablarán adelante y estimar de ser posible, sobre dicha franja, el inventario predial o identificación de cada área de cada predio dentro de la franja.
- Realizar un análisis de Línea de Base, mediante el cual se analice lo siguiente:
 - Demografía: población total, por edad y sexo.
 - Nivel de arraigo de las familias, su capacidad para asimilar cambios drásticos por efecto del proyecto (desplazamientos poblacionales u otros ordenamientos del territorio).
 - Dinámica en las relaciones de parentesco y vecindad con los demás habitantes de la zona.
 - Base económica: identificar las actividades productivas principales y complementarias, economías de subsistencia, economías de mercado, tecnologías y productividad, niveles de ingreso, flujos e infraestructura de producción y comercialización, ocupación y empleo.
 - A nivel general, se debe realizar un análisis de las familias típicas, características o que sean homogéneas, y adicionalmente con especial interés, las que se identifiquen como familias sensibles socialmente, donde se debe analizar por grupos de familias:
 - Sitios de origen, movilidad y razones asociadas a ella
 - Permanencias en predios y en el área.
 - Estructuras familiares (tipo: nuclear, extensa, disfuncional, etc.), número de hijos y miembros.
 - Nivel de vulnerabilidad
 - Expectativas que las familias tiene frente al proyecto y al posible traslado.
 - Vinculación de los miembros a alguna de las organizaciones comunitarias a nivel veredal y/o local y cargo que ocupa en la actualidad.
- Para la identificación de impactos sociales en especial de los Proyectos que incluyen actividades de construcción, el Consultor debe iniciar el proceso de socialización con Entes municipales, líderes y organizaciones de base. La socialización permite retroalimentar el proceso de estructuración y validar con las comunidades la información y alcances de los Proyectos. Este trabajo se hará en coordinación de la Promotora Ferrocarril de Antioquia y la ANI y el método establecido por la Gerencia Social y Ambiental de la VICEPRESIDENCIA DE PLANEACIÓN, RIESGOS Y ENTORNO de dicha Entidad.

Lo anterior en la medida que a partir del conocimiento que se tenga de las reales condiciones sociales y económicas de la zona de influencia del corredor, se pueden identificar mejor los impactos que se pueden generar con el Proyecto.

- Con base en la información de la Línea de Base y de la información secundaria (legislación ambiental, marco normativo de consultas previas y de intervención de patrimonio arqueológico, términos de referencia para la realización de estudios ambientales expedidos por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), y del análisis de las características sociales, económicas y culturales de las poblaciones y comunidades de la zona de influencia del corredor, debe realizar caracterización y diagnóstico social en el cual se incluya.
 - Según el número estimado de Unidades Sociales del inventario de viviendas, estimar aproximadamente el costo del pago de compensaciones socioeconómicas de acuerdo con los factores sociales susceptibles a aplicar en la compra de los predios, teniendo en cuenta lo que resultaría de una aplicación de la Resolución 545 de 2008 expedida por la Agencia Nacional de Infraestructura –ANI.
 - La existencia de comunidades y territorios étnicos formalmente constituidos o territorios adjudicados colectivamente a minorías, certificados por Ministerio del Interior o Incoder. Y determinar estimativamente el tiempo y los costos del proceso consultivo con las comunidades, así como valorar aproximadamente los posibles

impactos y una estimación de costos de implementación de medidas de mitigación requeridas para las minorías étnicas identificadas.

- La existencia de Unidades Sociales Residentes y Productivas ocupantes irregulares de la zona de seguridad o de bienes de uso público de la Nación, que por estar fuera de todas las prerrogativas del derecho privado no pueden ser objeto de procesos de adquisición predial o expropiación judicial o administrativa, con el fin de determinar estimativamente el tiempo y los costos estimados de la formulación y posible ejecución de un Plan de Reasentamiento Poblacional Involuntario estimados, teniendo en cuenta como si se fueran a implementar los lineamientos de la Resolución 077 del 2012, el cual debería cumplir con las características de una medida de compensación que debería ser avalada por la Licencia Ambiental, de tal forma que la información para la estructuración sea la más ajustada posible a la realidad. Incluir la formulación de proyectos sociales productivos sostenibles, para el reasentamiento de conglomerados poblacionales con actividades productivas que deban ser reasentados por la construcción de las obras.
- Establecer zonas arqueológicamente sensibles, identificar los bienes y servicios encontrados en los diferentes municipios de la Zona de Influencia del Proyecto, la dinámica organizativa regional: identificación de organizaciones sociales existentes, gremios y asociaciones.

Lo anterior en la medida que a partir del conocimiento que se tenga de las reales condiciones sociales y económicas de la zona de influencia de los corredores, se pueden identificar mejor los impactos que se pueden generar con el Proyecto.

Por lo tanto, se deben contemplar impactos tales como el desplazamiento poblacional para lo cual se debe estimar los posibles costos y tiempos de la implementación de programas de reasentamiento de población, considerando como si se fueran a implementar con la Resolución 077 de 2012 o de planes de compensaciones socioeconómicas con la Resolución 545 de 2008, afectación de comunidades étnicas, desarrollo de procesos de consulta previa, intervención de patrimonio histórico y cultural o zonas arqueológicamente sensibles, requerimiento de equipamiento comunitario entre otros.

Así mismo se debe estimar el costo de cada una de las acciones de manejo propuestas, así como el costo y programación de la implementación de los instrumentos de gestión social como lo son: Plan Social Básico, Plan de Compensaciones Socioeconómicas y Plan de Gestión Social, entre otros aspectos.

En función de las características del proyecto, identificar los posibles impactos sociales que podrían ser generados, con especial atención en aquellos que podrían ir en detrimento de los grupos sociales y poblaciones identificados en el trazado férreo.

El Consultor también deberá cumplir con las siguientes tareas:

- Identificar medidas para evitar y minimizar impactos (realineación de trazados, etc.).
- Analizar el cambio en la dinámica, productiva, comercial, social que podría ser generada en cada una de las regiones donde se encuentran los diferentes corredores, pues dependiendo de la variación serán los impactos indirectos que el Proyecto pueda causar. Desarrollar una matriz de riesgos y un plan de manejo de riesgos.
- Estimar un plan de mitigación de los impactos, estimación y evaluación de sus costos y posibles compensaciones. Especialmente para la estimación de costos del Plan de Compensaciones.
- El análisis deberá ser principalmente sectorizado, a menos que sean identificados grupos sociales con características muy particulares y/o de alto riesgo, para los cuales será necesario

llegar a un nivel de mayor. El objetivo es identificar y dimensionar el nivel de riesgo de forma global y no hacer un análisis detallado de cada impacto.

- Identificar posibles riesgos sociales no relacionados con los Proyectos pero que podrían generar conflictos durante la implantación del mismo (por ejemplo, demandas no atendidas de comunidades por mejoras en servicios públicos, salud y/o educación, especulación de tierras).
- Identificar posibles grupos sociales objeto de reasentamiento y sus condiciones de organización interna.

En particular, el Consultor deberá estimar las necesidades y posibilidades de reasentamiento de pobladores sin títulos de propiedad y vendedores informales en los corredores para liberar el derecho de vía actual y del derecho de vía que podría ser necesario por obras de expansión y variantes (obteniendo información del consultor de ingeniería sobre el posible trazado). Asimismo el CONSULTOR debe analizar y estimar otras alternativas diferentes al reasentamiento de tal forma que permitan garantizar el mejoramiento de la calidad de vida de las familias vulnerables.

- Preparar un marco general de reasentamiento, que incluya los principios y lineamientos para la preparación de un plan de reasentamiento detallado.
- Identificar comunidades de desplazados cuya situación no haya sido resuelta y presentar opciones para su gestión.
- Identificar problemas observados en proyectos similares o en contratos anteriores y que deberían ser consideradas por el Consultor en la preparación de recomendaciones.
- Sugerir lugares donde sería conveniente organizar talleres informativos sobre el Proyecto a lo largo del corredor y el momento en que podrían ser realizados.

En caso que adicionalmente se realicen audiencias públicas, en especial durante el período de licitación, participación en estas audiencias, inclusive con posibilidad de su conducción.

Por otra parte, se debe garantizar el cumplimiento de los objetivos y programas establecidos en el "Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, "Todos por un nuevo país", Plan de Desarrollo "Antioquia Piensa en Grande" 2016-2019, se deben aplicar los criterios para la aplicación de factores sociales establecidos en la Resolución 545 de 05 de diciembre de 2008, además que mediante la misma resolución también se definen los instrumentos de gestión social (Plan Social Básico y Plan de Compensaciones Socioeconómicas aplicables a unidades sociales objeto de procesos de adquisición predial de proyectos de infraestructura desarrollados por la Agencia Nacional de Infraestructura – ANI.

Estudio y planteamiento de espacio público y paisajismo

El Consultor deberá realizar un planteamiento general de espacio público con el fin de poder determinar su incidencia en la afectación predial y estimar un valor de este componente en el presupuesto preliminar de las obras. Los diseños de detalle se realizarán en una fase posterior.

Adicional a lo anterior el Consultor deberá realizar un estudio urbanístico donde identifique los proyectos existentes y proyectos potenciales a desarrollar (públicos y/o privados) a lo largo del corredor, enlazándolos con el urbanismo y espacio público del mismo, teniendo en cuenta la ubicación de las estaciones. Este estudio debe incluir un análisis preliminar de alturas y usos del suelo, vías con potencial peatonal, identificación de zonas verdes, espacios públicos adicionales y potenciales proyectos. Como resultado de este estudio se deben recomendar proyectos que generen nuevos espacios públicos y/o proyectos inmobiliarios, ya sea mediante renovación urbana o lotes en desarrollo.

La recuperación y valoración de los espacios públicos mediante:

- Análisis de la situación actual de los espacios públicos, su papel local y urbano.
- Diseños para completar los sistemas de espacios públicos y su papel urbano.
- Diseños del espacio público y de zonas, con la idea de orden, confort y calidad de vida.
- Tratamiento coherente de todos los elementos urbanos.
- Aporte del espacio público existente a las estaciones del metro de Medellín.
- El potencial de las estaciones del ferrocarril para generar nuevos proyectos inmobiliarios y urbanísticos
- Estudios urbanísticos preliminares
- Análisis de impactos urbanísticos de las intersecciones a desnivel con las vías arterias que se requieran.
- Estudios y diseños realizados por el Área Metropolitana del Valle del Aburrá.

El estudio de urbanismo y paisajismo pretende garantizar una interacción funcional entre la vía y el área de influencia a nivel urbano, para lo cual el Consultor deberá desarrollar los siguientes alcances:

- Establecer las características de la interacción, en la dimensión espacial, entre la vía y las áreas de influencia del proyecto en las cuales se presentan asentamientos humanos, edificaciones, e instalaciones con diferentes usos y en diferentes grados de densidad.
- Establecer el potencial de interacción funcional entre la infraestructura objeto de diseño y los usos identificados, en cuanto a flujos de tránsito vehicular, peatonal, en bicicleta, particularmente en zonas con alta densidad de población o actividades socioeconómicas.
- Generar y evaluar las alternativas de diseño para lograr una interacción altamente funcional, en particular en los puntos o zonas críticos por su alto nivel de conflicto.
- Unificar la vegetación con un criterio paisajístico apropiado para el proyecto dentro de los límites del contrato.
- Evaluar la situación general de la arborización, zonas verdes y separadores.
- Estudio previo del espacio urbano y del paisajismo, carácter e imagen de los proyectos dentro de los límites del contrato.
- Predefinición de los sistemas urbanos de drenajes sostenibles.
- Estudio previo de la distribución, morfología y mejoramiento de zonas verdes, parques, plazoletas y separadores, silueta urbana, colores, texturas, sismología y arte urbano, etc.
- Establecer criterios para el diseño paisajístico, con base en las características de las unidades de paisaje local, zonal determinadas en el Estudio Ambiental.
- Generar y evaluar las alternativas de criterios de diseño paisajístico para los diferentes componentes del ferrocarril y en las diferentes unidades paisajísticas, incluyendo puentes y otras estructuras, taludes, áreas del derecho de vía, antejardines etc., definiendo los criterios paisajísticos por aplicar.
- Definir y delimitar el conjunto de sitios en los cuales se requiere la elaboración de diseño paisajístico específico.
- Desarrollar los diseños y especificaciones paisajísticos, incluyendo tanto los diseños tipo para los diferentes componentes de la infraestructura como los diseños específicos para los sitios que por su complejidad lo requieran.
- Incorporar las soluciones así desarrolladas en el diseño geométrico del ferrocarril y en general en todos los pertinentes correspondientes a esta fase.

Para garantizar la idoneidad e identidad del corredor, es necesario establecer un programa general que determine preliminarmente elementos de recuperación del espacio público con un manejo de los procesos constructivos de forma organizada y unificada.

El mobiliario urbano comprende: teléfonos públicos, buzones, mogadores, bolardos, paraderos, semáforos, luminarias, bancas, protector de árbol, reloj, fuentes y surtidores de agua, muebles- kioscos de ventas, baño público, caneca, hidrante, baranda, rampas de minusválidos, barreras de control peatonal entre otros y su localización se estudiará teniendo en cuenta las características de cada elemento.

El planteamiento general de intervención en el Espacio Público, deberá ser presentado a la Promotora, al área metropolitana y a los respectivos municipios para su evaluación y aprobación.

El Consultor deberá proponer el tratamiento que requiere estudiarse a detalle en la siguiente etapa, para las siguientes obras:

- Adecuación de andenes, separadores y zonas verdes (gradas, plazoletas, rampas), y demás elementos ambientales y urbanos necesarios para el correcto funcionamiento de los proyectos dentro de los límites del contrato.
- Demolición y reconstrucción de andenes, sardineles, pavimentos, estructuras y redes de servicio que se afecten por la construcción de las obras.
- La propuesta cubrirá el perfil urbano del corredor de fachada a fachada, en caso de que existan parques o plazoletas anexos al corredor, estos elementos deberán considerarse.

El Consultor deberá entregar junto con los prediseños de la propuesta de tratamiento de espacio público (documento técnico), establecer ítems que van a incorporarse en la matriz multicriterio, calificar los elementos antes mencionados, y elaborar el correspondiente presupuesto.

Todo lo anterior teniendo en cuenta lo establecido en el decreto 323/92 reglamentario del Acuerdo 6/90, el Plan de Ordenamiento Territorial (decretos 619/2000 y 469 de 2003) y lo contemplado en la Cartilla del Espacio

Todo lo mencionado anteriormente, deberá quedar plasmado en los informes y planos de construcción, estos últimos deben incluir planos de detalles con secciones transversales típicas, de tal forma que quede claramente definido el tratamiento a utilizar con el fin de armonizar el nivel de la rasante, con el de los andenes, y el de las viviendas aledañas, tanto en forma longitudinal y transversal.

Se debe analizar urbanísticamente cuales son los potenciales que la ciudad construida le ofrece a la implantación de un sistema como son las estaciones del Metro Ligero. Estos potenciales son los parques, las plazas y los sobreeanchos existentes. Estos espacios deben aprovecharse urbanísticamente para que los accesos de las estaciones sean generosos y el sistema funcione mejor.

Las estaciones tienen el potencial de promover proyectos de desarrollo y de renovación urbana. En las estaciones es posible adquirir área adicional tanto para generar nuevos espacios públicos como nuevos proyectos inmobiliarios. Los proyectos inmobiliarios podrán ser mediante renovación-revitalización urbana ó en lotes de desarrollo. La teoría es que frente a la estación se desarrollen proyectos de comercio, oficinas y equipamientos, y que a una distancia de dos cuadras de la estación se puedan generar proyectos de vivienda.

Se debe hacer un estudio preliminar de usos y alturas alrededor de las estaciones.

Con estos elementos se podrán identificar cuáles son los potenciales que el Área Metropolitana y sus municipios tienen para que el Ferrocarril, contribuya con su desarrollo.

Los estudios urbanísticos preliminares deben recomendar a la Promotora en qué puntos se debe comprar más terreno del necesario. Esto con una visión de la futura valorización de los terrenos.

Analizar la implantación del sistema y su relación con los elementos urbanos existentes, el sistema vial y el sistema de espacio público, considerando entre otros, usos predominantes, centralidades urbanas, los equipamientos urbanos, sitios de interés cultural, malla vial principal, malla vial secundaria, acceso a barrios, alamedas, ciclorutas, plazas, plazoletas, parques y los elementos de la estructura ecológica principal.

Identificar los sitios de oportunidad para nuevos proyectos de usos urbanos como prestación de servicios, comercio, vivienda, equipamientos y demás, que puedan contribuir a la consolidación urbanística del entorno urbano donde se implante el sistema de transporte masivo.

La localización de una estación debe ser producto de los análisis de la operación del transporte, de los costos, y de los impactos urbanísticos tanto positivos como negativos. Se debe establecer unos indicadores de calificación para determinar entre varias alternativas cual es la localización ideal de una estación. De esta forma las estaciones podrán convertirse en motores de desarrollo de un sector, impactos como:

- Los posibles impactos sobre el aparcamiento, que puede ser importante de cara al comercio
- La disponibilidad de espacios para subestaciones de tracción
- Las posibilidades de conexión entre líneas futuras de transporte y conexiones intermodales
- Las posibilidades de puesta en servicio por etapas respecto a ese trazado
- La ubicación de los talleres y cocheras y su amplitud.
- La seguridad vial
- Los modos de explotación y su flexibilidad

viii.3 Área Predial

El alcance en esta área incluye:

- Se deben identificar los impactos prediales mayores, teniendo en cuenta por ejemplo si se trata de zona rural, urbana o suburbana, los centros o grupos poblaciones existentes, el nivel del desarrollo agropecuario y comercial. Esta identificación de impactos mayores, ofrece una primera visión de lo que será el impacto y el desarrollo de la gestión predial y la viabilidad y conveniencia socio predial del proyecto, dando los elementos para marcar la ruta a seguir en el desarrollo de los estudios prediales posteriores.
- Determinar la franja requerida total de afectación predial, con la respectiva ubicación de áreas por cada zona homogénea específica y estimar de ser posible, sobre dicha franja, el inventario predial o identificación de cada área de cada predio dentro de la franja.
- Zonificar los corredores de acuerdo con las características anteriores y las prioridades de adquisición de predios teniendo en cuenta el tiempo de ejecución de las obras previstas.
- Para la realización de las zonas homogéneas específicas, es importante partir de los estudios de zonas homogéneas existentes, pero profundizar en criterios para minimizar esas zonas homogéneas y hacerlas comparables con la realidad de la adquisición predial, de tal manera que se involucren variables entre otras como de pendiente y tipo de terreno, uso del suelo, densidad de mejoras y construcciones, complejidades sociales o prediales, críticas o de riesgo, posibles valorizaciones o desarrollos futuros, etc.
- Diseñar la estrategia de socialización predial, ya que se deben prever requerimientos prediales adicionales por obras adicionales, emergencias e inestabilidades.
- Realizar una identificación catastral de los predios requeridos para el desarrollo del proyecto, (trazado predial en ortofotografías) con base en la información del IGAC.

- Estimar un diagnóstico preliminar partiendo de información secundaria y primaria - visitas de campo, el cual tendrá atención en: los procesos de ordenamiento territorial de los municipios para asegurar compatibilidad del trazado con la reglamentación de usos del suelo, la situación y relación de catastro- registro, los estudios existentes de zonas homogéneas del IGAC, el uso y funcionalidad de los predios, los accesos existentes y futuros, las compensaciones sociales y la proyección de costos del proceso predial, teniendo en cuenta la valoración de los terrenos, la infraestructura, mejoras y cultivos existentes dentro de los predios. Este diagnóstico preliminar permitirá determinar de manera específica y oportuna el alcance de los estudios prediales, en concordancia con los diseños conceptuales, los cuales han considerado además de los aspectos técnicos, la realidad socio predial de los corredores.
- Proporcionar directrices y recomendaciones para la adquisición de predios y mejoras, considerando zonas donde la adquisición de predios podría ser especialmente compleja y/o demorada con relación al cronograma de obra.
- Para las zonas homogéneas específicas, realizar estudios prediales avanzados frente las zonas identificadas como requeridas según el diseño al nivel realizado y demás criterios y consideraciones prediales a tener en cuenta. Adicionalmente a la estimación antes mencionada, deberá realizar mediante un muestreo aleatorio por zona, realizando los estudios avanzados y detallados de algunos de los predios en cada zona, y con especial interés, en las zonas de mayor sensibilidad o de riesgos socio prediales.
- Identificación y sistematización de la información catastral de los predios, incluyendo, entre otros:
 - Departamento, municipio, número de predio, tipo de registro, total de registros.
 - Folio de matrícula inmobiliaria y número de identificación catastral o Nombre del propietario, dirección, área del terreno, área construida, características, uso y otros criterios relevantes como el análisis de la relación catastro-registro y la eventual discrepancia de la información de las áreas.
- Identificación de los usos del suelo de la franja de vía férrea estudiada conforme a los planes de ordenamiento territorial (POT, PBOT, EOT).
 - En caso de adquisición parcial de predios, estimar la funcionalidad de las áreas sobrantes no requeridas para evaluar la pertinencia de su compra. Tanto el tema de la funcionalidad, el uso, como las áreas sobrantes, los accesos a predios y las veredas, las condiciones sociales, las situaciones legales y las necesidades de saneamiento de los predios, deben estar directamente relacionados con la definición de los diseños y por ende determinarán el área requerida y a adquirir.
 - La información de los documentos anteriores será complementada con la información socioeconómica que se produzca por el área social, especialmente en lo relativo a las compensaciones a reconocer a los propietarios, mejoratarios y poseedores, según la Resolución 545 de 2008 de la Agencia Nacional de Infraestructura – ANI.
 - Realizar una estimación de valoración de predios de manera sectorizada y siguiendo la normatividad vigente establecida para tal efecto considerando como referencia: (i) la caracterización física y social de los predios, efectuada con anterioridad (ii) los estudios de zonas homogéneas específicas (iii) información de mercado (iv) valores de adquisición de predios con características similares en otros proyectos (revisar Área metropolitana del Valle del Aburrá). Adicionalmente se deberán realizar dentro de cada zona homogénea específica, un muestreo probabilístico de predios para realizar el avalúo comercial de cada uno de ellos, siguiendo lo mencionado anteriormente para la selección de la muestra.

- Tomar en cuenta otros costos relacionados con la adquisición del predio (impuestos, costos notariales, etc.).
- Valorar las construcciones y mejoras de pobladores sin títulos de propiedad y vendedores informales ubicados en el derecho de la vía férrea.
- Ofrecer recomendaciones sobre la forma en que la gestión del riesgo predial podría ser manejada dentro de la construcción del proyecto.
- Identificar problemas observados en proyectos anteriores relacionados con predios en vías férreas, concesiones férreas anteriores que pudieran ofrecer enseñanzas para el proyecto. En particular, el Consultor determinará la figura legal de negociación predial y/o expropiación a operar (expropiación administrativa, judicial, u otra figura).

Como parte de los Estudios Prediales se entregará, entre otros, lo siguiente: (i) una base de datos con la información relativa a los predios requeridos con su información técnica, legal y social, y a las zonas homogéneas específicas (ii) un diagnóstico técnico, social y legal de los predios, (iii) las acciones a implementar para subsanar las limitaciones prediales, especialmente en lo legal (iv) las estrategias para desarrollar la gestión predial, (v) Una base de datos con la estimación y proyección de los costos de la adquisición de los predios, incluyendo infraestructura, mejoras, cultivos y compensaciones socioeconómicas. (vi) Un cronograma aproximado del tiempo para desarrollar la gestión predial.

ELEMENTOS DEL DIAGNOSTICO PREDIAL	DESCRIPCIÓN	ACCIONES A IMPLEMENTAR
Predios con información de Títulos en catastro.	Corresponde a los predios que contiene datos de matrícula inmobiliaria en la base de datos catastral	Verificar que la información en catastro sea verídica, lo que permitirá iniciar el proceso de negociación voluntaria de manera inmediata.
Predios sin información de títulos en catastro.	Corresponde a los predios que NO contienen datos de matrícula inmobiliaria en la base de datos catastral.	Realizar convenio con el IGAC, a fin de obtener y o actualizar la información faltante.
Predios aparentemente baldíos.	Predios que según la base de datos catastral no tienen propietario. Y que a la fecha en las oficinas de la secretaría de hacienda municipal no han reportado pago de impuesto predial.	Realizar convenio con la Agencia Nacional de Tierras, a fin de obtener la titularidad de esos predios a favor de la Promotora Ferrocarril de Antioquia o a quien designe.
Mejoras o invasiones sobre derechos de vía.	Ocupaciones indebidas del espacio público.	Adelantar ante la administración municipal correspondiente la solicitud de restitución de bienes de uso público
Predios con mejoras que ameritan saneamiento previo	Predios que según la base de datos catastral son mejoras, en terrenos ajenos.	Adelantar y asesor a poseedores en Procesos de saneamiento de inmuebles, a través de procesos de pertenecía.

ix. Inventario Y Diseño De La Relocalización De Redes De Servicios (Incluyendo Oleoducto Y Poliducto)

De acuerdo con el alcance establecido en el presente anexo, se deben estudiar las redes de servicios públicos con el fin de detallar el grado de interferencia con las redes matrices y principales, las dificultades

de posibles traslados, e identificar proyectos futuros, que permitan evaluar la incidencia de estas obras en la ejecución del proyecto.

El CONSULTOR adelantará un trabajo de campo de levantamiento topográfico, de acuerdo a las especificaciones del levantamiento topográfico, y la identificación de las redes e instalaciones de servicios públicos en el área de influencia del corredor férreo, utilizando como referencia los levantamientos topográficos y planimétricos y altimétricos, en donde se incluirán las siguientes redes e instalaciones de servicios públicos domiciliarios:

1. Acueducto
2. Alcantarillado pluvial, sanitario y/o combinado
3. Energía eléctrica
4. Telefonía y telecomunicaciones
5. Semaforización.
6. Gas domiciliario
7. Televisión y datos por cable
8. Oleoductos y/o poliductos de Ecopetrol
9. Otras redes relevantes

A partir del levantamiento y geo-referenciación de todos los componentes de las redes existentes en la zona de influencia de las estaciones y de la línea férrea, El CONSULTOR hará las gestiones que sean necesarias ante los organismos competentes del Departamento, Área Metropolitana del Valle del Aburrá, Municipios del área de influencia del corredor y las empresas prestadoras de servicios públicos para la obtención de los planos de redes existentes, los proyectos previstos en el sector, con el fin de comparar la información tomada en campo con el catastro de redes de cada empresa y complementarla con la información de los proyectos de expansión, incorporándola en los planos de levantamiento de las redes.

El CONSULTOR realizará la consolidación de los datos en un sistema de información geográfico.

Como resultado del diagnóstico, El Consultor presentará el plan de acción y alternativas para solucionar dichas interferencias, y desarrollará los pre diseños de reubicación de redes de servicios públicos domiciliarios con los presupuestos preliminares que implique su traslado, construcción, mantenimiento y puesta en servicio. Definirá además los protocolos y cronogramas de gestión ante las entidades correspondientes, tanto para su diseño definitivo como para su traslado y/o construcción.

El pre diseño de las redes debe hacerse en coordinación con cada empresa de servicio y es obligación del Consultor elaborar los pre diseños de las interferencias, incorporar los diseños de las redes proyectadas y elaborar el costo aproximado de estas redes.

El Consultor, deberá solicitar los datos técnicos a las empresas Públicas de Medellín, y demás empresas prestadoras de servicios públicos, los cuales deberán ser tenidos en cuenta para la elaboración de los pre-diseños y presupuesto de las obras.

El sistema de cotas del diseño debe ser el mismo sistema del proyecto geométrico; si este sistema es diferente al de la Empresa de Acueducto, debe hacerse el empalme o ecuación respectiva.

Para las redes eléctricas, el CONSULTOR debe presentar el pre diseño eléctrico validado por las Empresas afectadas tales como EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLIN o la empresa que determine esta, en caso que EPM No sea competente.

Dentro del alcance de los trabajos a presentar por parte el CONSULTOR están:

- Realizar el levantamiento de las redes existentes tanto aéreas como subterráneas, de media y alta tensión. Igualmente el consultor debe realizar un planteamiento del Alumbrado Público y Traslado de redes MT y AT, interferencias y obras que tenga proyectado ejecutar EPM, teniendo en cuenta las normas y especificaciones editadas por esa entidad.
- Igualmente deberá establecer el presupuesto para el proyecto de acuerdo a las normas que rigen el Área metropolitana del Valle del Aburrá.

Para las redes de telecomunicaciones, el pre diseño de las redes será realizada basado en los planos de redes existentes y proyectos a ejecutar entregados por EPM y demás empresas operadoras, diseñando el traslado de las interferencias que se causen y elaborando el presupuesto preliminar de estas obras.

Igualmente, el CONSULTOR debe efectuar los trámites con las demás empresas de teléfonos, como lo son: COLOMBIA TELECOMUNICACIONES S.A., EPM, EMTELCO, CLARO, Telefónica, etc.

Para las redes de gas, el CONSULTOR deberá solicitar mediante oficio dirigido a Empresas Públicas de Medellín la incorporación de las redes de gas natural existentes y proyectadas del diseño geométrico del proyecto elaborado en medio magnético.

El proyecto debe tener una consideración general de renovación de redes de alcantarillado sanitario y acueducto, eléctricas, telecomunicaciones y gas, unido a las alternativas que se deben explorar con la posibilidad de desarrollo de proyectos urbanos integrales a lo largo del corredor, actividades que deben desarrollarse en este tipo de proyectos, tal como lo define el POT.

ix.1 Diagnóstico de interferencia con redes

El Diagnóstico de Interferencia con redes de servicios públicos deberá contener:

- **Diseño e implementación del sistema de información geográfico (SIG) de las redes de servicios públicos, especificando:**
 - La plataforma tecnológica utilizada,
 - El diseño de las bases de datos,
 - El diseño de alternativas de ingreso de la información obtenida al SIG (según sean planos físicos o diferentes formatos de medios digitales),
 - La integración y procesamiento de la misma, y
 - Las interfaces de salida y consulta correspondientes.
- **Recolección y procesamiento de información secundaria de las redes existentes:**

El Consultor adelantará el proceso de recolección de información secundaria consistente en la recopilación de los planos en planta y en perfil de las redes existentes de servicios públicos localizadas en un corredor de 40 metros de ancho a lo largo de la línea del corredor. Lo mismo hará para los casos especiales de áreas de análisis mayores a dicho corredor que requieran un estudio más amplio como en el caso de las estaciones, talleres, patios y cocheras.

Será responsable de coordinar la gestión a través de las entidades Departamentales y municipales (Municipios del área de influencia), con el objeto de recopilar la información más actualizada disponible y en las escalas apropiadas ante las empresas y entidades a cargo de las redes de servicios públicos. La información recopilada en medio físico y digital se incorporará al SIG de las redes de servicios públicos que permita su procesamiento y análisis integrado.

➤ **Recolección y procesamiento de información secundaria de los planes de expansión de las empresas de servicios públicos.**

De manera similar al punto anterior, El Consultor gestionará la consecución y procesamiento de los planos en planta y en perfil de las redes de servicios públicos que no se encuentran aún construidas pero que están incluidas dentro de los proyectos de corto y mediano plazo de las entidades a cargo de las mismas, para ser reemplazadas, relocalizadas, ampliadas, rehabilitadas y/o modificadas. Será necesario efectuar reuniones técnicas con las entidades propietarias o administradoras de las redes, para sustentar y verificar la información a analizar.

➤ **Recolección y procesamiento de información en campo**

El Consultor conformará comisiones de inspección en campo para tomar datos de las redes localizadas dentro del mismo corredor de 40 metros a los largo del trazado de la línea propuesta o en las áreas de análisis definidas.

Para tal efecto debe coordinar esta actividad con las labores de topografía en planimetría y altimetría que adelante el Consultor dentro de los estudios de topografía y que permitan la localización y toma de niveles (cotas) de tuberías, accesorios, estructuras, cables, postes, semáforos, pozos de inspección, cajas, tableros y demás elementos relevantes constitutivos de los diferentes tipos de redes.

El Consultor deberá emplear los mejores métodos disponibles para asegurar la adecuada localización de las redes que incluye la utilización de equipos de medición de alta precisión, equipos de sondeo, cámaras de circuito cerrado de televisión (CCTV) y otras tecnologías apropiadas, según cada caso, de acuerdo con los requerimientos de la normatividad establecidas por las empresas de servicios públicos.

También conformará un banco de fotografías y medios audiovisuales que documente la localización en el terreno de las redes de servicios públicos. El Consultor adelantará apiques y actividades de apertura de elementos de inspección cuando sea necesario, pero sólo con la autorización y acompañamiento de las entidades o empresas administradoras de las redes y será responsable de restituir la integridad de las superficies y componentes de los elementos intervenidos, así como de la limpieza de las áreas inspeccionadas. Igualmente será responsable de los planes de seguridad y manejo de tráfico que impliquen dichas inspecciones.

➤ **Integración y procesamiento de la información primaria y secundaria en el SIG**

El Consultor integrará toda la información secundaria y primaria obtenida en el SIG, conforme a los puntos anteriores, para que pueda ser procesada y analizada con las herramientas del mismo.

➤ **Diagnóstico integrado**

El Consultor realizará el análisis de interferencias mediante la utilización de matrices detalladas, el estudio de casos especiales, elaborará los esquemas descriptivos y adelantará un proceso de confirmación y retroalimentación con todas las empresas de servicios públicos que tengan redes con afectación significativa.

➤ **Propuesta de soluciones a las interferencias identificadas.**

El Consultor deberá presentar los planes de desvíos, relocalizaciones, tratamientos especiales a nivel de pre diseños, con los respectivos presupuestos, cronogramas, planes de contingencias y estudios recomendados, para solucionar las interferencias identificadas. Elaborará los planos de los pre diseños en las escalas reglamentadas por cada una de las entidades y empresas de servicios públicos, desarrollando

los cálculos y análisis correspondientes que permitan sustentar las mejores alternativas de solución, para lo cual se deberán presentar la respectiva evaluación técnico – económica de las alternativas propuestas.

➤ **Protocolos de gestión ante las entidades de servicios públicos.**

Se elaborará la descripción de las hojas de ruta con los trámites y gestiones que debe adelantar el diseñador y constructor final ante las entidades de servicios públicos para ejecutar los trabajos de solución a las interferencias de redes identificadas. Se deberá elaborar un compendio completo de las normas técnicas y de procedimientos de cada una de las entidades de servicios públicos afectadas.

ix.2 Procedimiento Para El Estudio De Redes De Servicios

A continuación se describen los procedimientos a seguir para llevar a cabo la investigación de redes de servicios públicos con el objetivo principal de evitar daños en las redes construidas e interferencias entre redes proyectadas y construidas; dichos inconvenientes generarían no solo problemas con las diferentes empresas de servicios públicos sino también la ejecución de trabajos adicionales, acarreando sobrecostos que pueden ser evitados desde el diseño mismo de los proyectos, mediante una buena investigación de redes de servicios públicos.

El trabajo de investigación de redes es un proceso que consta de tres etapas básicas:

1. Se inicia con la búsqueda de información secundaria en las diferentes empresas de servicios públicos; continúa con la investigación complementaria necesaria y confrontación en campo y finaliza con la generación de los planos que contengan la información de las redes existentes en terreno.

Para desarrollar la primera etapa, cada empresa de servicios públicos cuenta con una dependencia encargada del registro aproximado de todas las obras ejecutadas o en proyecto, ya sean: planos de redes existentes, récord de obra ejecutada y recibida, planos de proyecto, esquinas o cualquier otro tipo de información que facilite la localización en terreno de los diferentes elementos que conforman las redes de servicios públicos como válvulas, pozos, cajas, cámaras, etc.; es importante verificar todas las obras ejecutadas no incorporadas en las planchas generales de construcción y de los proyectos de implementación y/o renovación a ser ejecutados a futuro y que se encuentren dentro del área de influencia del estudio. Esta información debe ser adquirida por el Consultor, directamente en las empresas de servicios públicos.

2. La segunda etapa consiste en la confrontación en terreno de toda la información cartográfica recopilada, complementándola con la observación en campo y apoyados con las labores de levantamiento topográfico, efectuadas simultáneamente en el desarrollo del estudio.
3. Finalmente, toda la información recolectada debe ser procesada, ajustada y consignada en planos de redes existentes, para cada tipo de servicio público, que garantice determinar las condiciones reales de la infraestructura existente en terreno.

Los distintos operadores de servicios serán consultados por correo y posterior visita, así como los servicios técnicos de la ciudad con el fin de sintetizar, en un fichero único, y posteriores planos de color, los diferentes servicios afectados. Las soluciones superficiales para el ferrocarril suponen también el desvío de todos aquellos servicios que se encuentren a menos de 50 cm bajo la cota inferior de la capa de balasto (para vía en balasto) y 50 cm bajo la cota inferior de la placa (para vía en placa) a menos que el Consultor

presente un estudio que soporte que esto no se requiere. La aprobación de esta condición deberá ser aprobada por las entidades competentes.

Por otra parte es necesario evitar que pozos, registros diversos se puedan encontrar bajo la plataforma. Tras definir los principios de desvío de servicios se podrá estimar y valorar los desvíos necesarios. Se establecerá una clasificación de estos servicios en función del nivel afección al trazado.

Generalmente los servicios afectados no condicionaran el trazado, sin embargo, en algunos casos, podrá ser económicamente interesante, que el trazado tome en cuenta algún servicio, (alta tensión, gas, fibra óptica, colectores importantes) con el fin de evitar su reposición. Esta valoración tendrá que ser realizada en breve plazo al inicio de los trabajos.

El reconocimiento de los servicios afectados podrá dar lugar a levantamientos topográficos locales. En cuanto al reconocimiento de los servicios afectados de primera magnitud (aquellos que puedan motivar una variación de trazado) serán tomados en cuenta desde el estudio funcional.

Una de las labores fundamentales del trabajo en este campo será la coordinación de diferentes servicios y la gestión de estos con los titulares de los mismos.

Al terminar el tercer mes, el Consultor deberá presentar un informe y los planos de los levantamientos topográficos e investigación de las redes.

x. Infraestructura y Superestructura de la vía

x.i. Diagnóstico y aprovechamiento de la infraestructura y la superestructura de vía existente

En este capítulo, el Consultor analizará mediante un diagnóstico detallado todos los componentes de la infraestructura y de la superestructura de vía existente, con el fin de determinar cuáles pueden ser aprovechados de acuerdo al tipo de servicio planificado para el proyecto propuesto así como los estándares que el Consultor planea establecer (La carga por eje, la velocidad de circulación, la densidad del tráfico, etc.). Es importante considerar las acciones necesarias para aprovechar los componentes existentes, así como el costo que representan dichas actuaciones con el fin de determinar si al final el aprovechamiento resulta igual de costoso o más que utilizando materiales nuevos.

Los componentes a analizar se describen a continuación:

x.i.1 Calidad de la plataforma de la vía

Para determinar la calidad de la plataforma de vía el Consultor deberá elaborar una clasificación de los suelos a partir de muestras en el corredor tomadas al menos cada doscientos cincuenta (250) metros.

La naturaleza del suelo se puede establecer con ayuda de los siguientes factores: identificación visual, granulometría, sedimentación, límites de Atterberg, estudio Proctor-CBR y, eventualmente, el equivalente de arena, contenido de CO₃ y Ca y materia orgánica. Conocidos estos factores, es posible situar el suelo considerado dentro de la clasificación que la experiencia ha permitido efectuar para deducir algunas propiedades referentes a su comportamiento como elemento soporte.

Con base en la clasificación de suelos y en la calidad de la capa de forma (teniendo en cuenta su espesor) se elaborará la clasificación de las plataformas de acuerdo a su capacidad portante de la siguiente manera:

- Plataforma de mala capacidad portante: $CBR \leq 5$
- Plataforma de capacidad portante media: $5 < CBR \leq 20$
- Plataforma de buena capacidad portante: $CBR > 20$

En caso de identificar sectores de plataforma de capacidades portantes bajas, el Consultor deberá proponer actuaciones que permitan el mejoramiento de la capacidad a través de soluciones como la instalación de capas de arena, filtros anticontaminantes, tratamientos con capas impermeabilizantes, tratamiento con cal, riego asfáltico, etc., o efectuar una intervención total de la plataforma de acuerdo a las especificaciones relacionadas en el anexo III.

x.i.2 Calidad de la capa de subbalasto

Teniendo en cuenta que todos los tramos del ferrocarril de Antioquia que se pretenden analizar en este estudio tienen décadas de abandono en términos de operación y mantenimiento es muy poco probable que existan segmentos de la vía que cuenten con la debida conformación de la capa de sub-balasto y en tal sentido el consultor deberá realizar, en primera instancia, una inspección visual que permita identificar segmentos de vía en los cuales se pueda reaprovechar la capa de sub-balasto y en tales casos realizará la comprobación de la funcionalidad de la capa por medio del siguiente procedimiento:

Aunque la capa de balasto hace parte de la superestructura de vía, la calidad de la capa de sub-balasto se analiza con la capa de balasto, de acuerdo a las recomendaciones de la norma EN.

El espesor de las dos capas se obtiene en función de la carga por rueda (carga por eje dividido por 2), la velocidad de circulación y el área de contacto de la traviesa con la capa de balasto.

En adición al espesor, la capa de sub-balasto depende de su compactación, la cual se recomienda no debe estar por debajo del 105% de la densidad del ensayo "Proctor normal". Así mismo se recomienda un coeficiente "Deval" en seco > 12 y en húmedo > 6 y un coeficiente de "los ángeles" < 28 .

Además de la verificación de las especificaciones anteriores, el Consultor deberá verificar que los materiales que componen la capa de sub-balasto se componen principalmente de piedra triturada, gravas trituradas, arenas naturales y/o manufacturadas o la mezcla de las anteriores.

En caso de identificar sectores de la capa de sub-balasto de calidades bajas, el Consultor deberá proponer actuaciones que permitan el mejoramiento de la capa de sub-balasto a través de soluciones como la limpieza del mismo, la compactación o el reemplazo por materiales nuevos de acuerdo a lo establecido en el anexo III.

Nota: En caso tal que por medio visual se observe que la capa de sub-balasto no es reutilizable, no será necesario que el consultor realice los sondeos solicitados y los análisis de laboratorio descritos en esta sección

x.i.3 Drenaje de la plataforma

El Consultor hará una revisión de todos los componentes de la vía que intervienen en el drenaje del corredor férreo teniendo en cuenta:

- Cunetas (Sección y estado de las mismas)
- Terminación de la plataforma de vía (Pendiente que generalmente usa valores entre 3% y 4% para guiar las aguas filtrantes de la capa de balasto)
- Pendientes longitudinales de la cunetas
- Puntos de desagüe
- Drenes
- Alcantarillas
- Materiales filtrantes

Con base en el diagnóstico y el resultado del mismo, el Consultor evaluará las actuaciones necesarias para garantizar un adecuado drenaje en el corredor férreo, que es de vital importancia, para evitar problemas futuros por erosión de materiales, pérdida de capacidad portante, derrumbes, etc.

x.1.4 Calidad de la capa de balasto

Teniendo en cuenta que todos los tramos del ferrocarril de Antioquia que se pretenden analizar en este estudio tienen décadas de abandono en términos de operación y mantenimiento es muy poco probable que existan segmentos de la vía que cuenten con la debida conformación de la capa de balasto y en tal sentido el consultor deberá realizar, en primera instancia, una inspección visual que permita identificar segmentos de vía en los cuales se pueda reaprovechar la capa de balasto y en tales casos realizará la comprobación de la funcionalidad de la capa por medio del siguiente procedimiento:

El estado de la capa de balasto y su correcta colocación se realizará ejecutando un sondeo cada doscientos cincuenta metros (250 m) de la vía a inspeccionar con el fin de identificar la calidad de la capa de balasto con base en el análisis de los siguientes elementos:

- Espesor bajo traviesa.
- Espesor limpio.
- Drenaje de la capa.
- Dimensiones de la banqueta de balasto.
- Volumen de balasto (m³) por ml de vía.

En adición a los elementos anteriormente descritos, el Consultor verificará el estado de las partículas (rocas) que componen el balasto y dará un concepto sobre los siguientes factores:

- Calidad de la roca que compone la muestra.
- Isotropismo de las rocas.
- Presencia de cavidades, cuerpos extraños y polvo.
- Porcentaje de superficie redondeada en las rocas que componen la capa de balasto.
- Granulometría.
- Capacidad de Compresión.
- Capacidad de Abrasión.
- Partículas planas y alargadas.
- Caras fracturadas.

Una vez se haga el análisis de cada uno de los factores de la capa de balasto en el corredor existente, el Consultor dará un concepto del balasto existente considerando los requisitos de calidad relacionados en la Norma EN y con base en los resultados deberá proponer la actuación requerida para elevar las especificaciones de la capa de balasto a través de por ejemplo la limpieza de la capa, el reemplazo parcial o total de la banqueta teniendo en consideración el costo de las intervenciones.

Nota: En caso tal que por medio visual se observe que la capa de balasto no es reutilizable, no será necesario que el consultor realice los sondeos solicitados y los análisis de laboratorio descritos en esta sección.

x.1.5 Calidad de los rieles

Teniendo en cuenta que el sistema férreo multipropósito que se pretende implementar sobre el tramo del ferrocarril existente entre Primavera y La Pradera ofrecerá un servicio mixto de pasajeros y de carga de altas especificaciones; y considerando también que la vida remanente de los rieles existentes sobre el corredor a analizar puede ser muy corta o inexistente es muy probable que la reutilización de rieles existentes no sea una alternativa viable. No obstante, en caso tal que el consultor identifique segmentos de riel reutilizables para patios, depósitos de talleres y cochera o tramos de vía principal, deberá hacer el análisis con base en el siguiente procedimiento:

La inspección de los rieles para determinar su estado y proceder a clasificar nuevamente la sección de riel con capacidad y vida remanente para soportar las cargas del tráfico ferroviario propuesto por el Consultor en su estudio deberá elaborarse con el fin de identificar los siguientes tipos de fallos y desgastes :

- Desgaste vertical
- Desgaste lateral
- Deformación plástica
- Corrosión
- Desgaste inferior de la cabeza del riel
- Desgaste ondulatorio
- Aplastamiento
- Fisuras y roturas

Los defectos, fisuras y roturas que se generan en los rieles por el paso del tráfico ferroviario se pueden observar con detalle en el capítulo 4 de la norma EN.

El Consultor deberá tener especial atención en las uniones de los rieles (juntas o calas) si estos son eclisados puesto que generalmente el golpeteo por el paso de las ruedas genera defectos en los extremos de los rieles.

Una vez identificados los defectos en los rieles existentes, el Consultor deberá justificar si los rieles pueden ser usados para el tráfico, la velocidad y la carga por eje estimada en su propuesta con base en las tolerancias relacionadas en la norma EN o alguna norma reconocida similar. Dicha justificación deberá indicar si el estado actual de los rieles permite su uso bajo condiciones aceptables de seguridad sin realizar actuaciones de mejora o efectuando por ejemplo una sesión de amolado de rieles para corregir defectos en la superficie de los mismos.

x.1.6 Calidad de las traviesas

Considerando que el Sistema férreo multipropósito ofrecerá un servicio de pasajeros sobre el valle de Aburrá y su interoperabilidad con la red férrea que se ha planificado mediante la implantación de otros tranvías y ampliaciones de metro es fundamental, se ha considerado oportuno que el ancho de vía a adoptar sea estándar (1.435 mm). En tal sentido, las traviesas existentes en el corredor Primavera – La Pradera no podrán ser reutilizadas y para la estructuración técnica del proyecto se deberá contemplar el costo de traviesas nuevas que se adapten adecuadamente a las especificaciones técnicas del sistema a implantar.

x.1.7 Calidad de otros elementos de la superestructura de vía

Se le exigirá al Consultor, un diagnóstico general de todos los elementos de la superestructura que no han sido evaluados en los numerales anteriores. Los elementos a analizar se enuncian a continuación:

- Sujeciones de vía
- Almohadillas
- Pernos
- Tirafondos
- Clavos rieleros
- Eclisas
- Aparatos de vía
- Cambiavías

A través del diagnóstico, el Consultor deberá justificar la utilización de los elementos de superestructura con base en las especificaciones del proyecto propuesto en la iniciativa.

x.1.8 Calificación general de la calidad de la vía

Finalmente y con el fin de evaluar el estado de la vía en general, el Consultor deberá seguir algún procedimiento que permita establecer la calidad de la vía existente con base en la metodología AAR (Track Quality Index – TQI), ADIF (Calificación de la vía) o algún equivalente.

x.1.9 Otras consideraciones

En este anexo, que se enfoca en la rehabilitación, el mejoramiento y el mantenimiento de ferrocarriles existentes, no se exigirá el diagnóstico de subsistemas ferroviarios que si se deben analizar a nivel de factibilidad en el anexo III del presente documento. Dichos subsistemas deben ser diseñados para el proyecto propuesto y por tal razón no se requiere un diagnóstico de las condiciones iniciales o existentes.

Subsistemas Férreos:

- Material Rodante

- Señalización
- Comunicaciones
- Operaciones y Control de Tráfico

xi.9. Identificación de cruces de otro tipo de infraestructuras con el corredor férreo

El Consultor deberá identificar todos los cruces del corredor férreo con infraestructura carretera, infraestructura eléctrica y de telecomunicaciones, alcantarillados, acueductos, pasos peatonales, etc., y elaborar un diagnóstico que indique como los cruces de otros tipos de infraestructura afectan al corredor férreo para la operación planificada en el proyecto.

Se deberá verificar que los cruces que se realicen de forma subterránea con corredor, tales como redes eléctricas y tuberías de agua potable o aguas servidas, no alteren las propiedades de la infraestructura y la superestructura de vía y en caso de identificar cruces que causen inconvenientes, el Consultor deberá proponer actuaciones para cada caso.

Respecto a los tipos de infraestructura que cruzan el corredor férreo por vía aérea, tales como cables de alta tensión y puentes, entre otros, se deberá verificar en lo posible que los soportes (Postes, Torres, Pilas, Columnas, etc.) no ocupen la faja de vía y obligatoriamente se verificará que de ninguna manera este tipo de estructuras afecten el galibo estructural del corredor férreo, el cual será propuesto por el Consultor de acuerdo a los requerimientos del anexo III.

Por otro lado, el CONSULTOR deberá analizar más a profundidad todos los cruces a nivel del corredor férreo con infraestructura carretera para lo cual deberá, en primera instancia, clasificar todas las carreteras nacionales, departamentales y municipales de primer orden, de acuerdo a lo dispuesto por la ley 1228 de 2008, que cruzan el corredor férreo y se verificará lo siguiente:

- Las carreteras identificadas de primer orden deberán cruzar el corredor férreo a desnivel respetando obligatoriamente el galibo estructural.
- En caso que las carreteras de primer orden crucen el corredor férreo a nivel o su paso afecte el galibo estructural de la línea férrea, el CONSULTOR deberá proponer las actuaciones necesarias para su solución.

Para aquellas carreteras nacionales, departamentales y municipales que sean clasificadas como de segundo orden y que cruzan el corredor férreo analizado, el Consultor deberá hacer un diagnóstico del cruce con base en el TPD actual y proyectado de la carretera y la frecuencia ferroviaria actual y proyectada del corredor férreo con el fin de determinar si se hace necesario implementar un paso a desnivel. En caso contrario, el CONSULTOR deberá entregar los diseños del paso a nivel, así como la señalización en la carretera de acuerdo a lo dispuesto por el código de Tránsito del Ministerio de Transporte y de acuerdo a prácticas internacionales que el CONSULTOR considere adecuado implementar en pro de la seguridad.

Se debe tener en cuenta que en los cruces permitirán las máximas velocidades diseñadas del estado del arte.

xi.10 Productos A Entregar

El Consultor definirá el nivel de detalle requerido por la Administración de las características geométricas del trazado desarrollado y de los diferentes elementos complementarios, el cual no podrá ser inferior a lo aquí indicado:

- Planta del eje a escala 1:1.000. Replanteo del eje.
- Perfiles longitudinales a escala H 1:1000 / V 1:100.
- Perfiles transversales en función de los datos geométricos y geotécnicos recopilados.
- Definición completa y características de los elementos y puntos singulares del trazado (en planta, y perfil).
- Cálculo del movimiento de tierras con listado de mediciones.
- Planta y alzado general de estructuras, incluyendo replanteo básico.
- Esquema de la red de drenaje y conexión a la red general urbana e interurbana.
- Distancias del eje respecto a edificaciones existentes y previstas, viales, cauces, conducciones y redes, etc.
- Situación (en planta y perfil) de accesos y estaciones.
- Definición de la reposición de las vías afectadas por las obras de la línea del sistema férreo propuesto
- Definición completa del trazado (planta y perfil) de cada una de las vías de la línea del sistema férreo propuesto.
- Esquema de vías y situación de los diferentes aparatos de vía con sus características.
- Análisis de la posible conexión con otras líneas futuras y con los patios y talleres proyectados para la línea del sistema férreo.
- Definición completa del trazado (planta y perfil) de las vías en Patios y Talleres del sistema férreo.

Además, en los emplazamientos de estaciones y de otras estructuras anexas se presentarán los elementos del diseño Urbano – Paisajístico y acabado, tales como andenes, pasillos, aceras, etc.

Todos los planos, y en particular las secciones transversales, incluirán información de los paramentos de las edificaciones próximas al trazado, indicando la situación de sótanos y cimentaciones.

xi. Diseño de Estaciones, edificaciones y plataformas de carga

Criterios generales respecto a la localización de estaciones y al diseño de las mismas:

- Localización de las estaciones combinando las condiciones de demanda y las condiciones de acceso en los diferentes sitios seleccionados.
- Condiciones de accesos en superficie y urbanismo exterior, incluyendo los corredores o vías existentes tanto vehiculares como peatonales.
- Vestíbulos y conexiones con andenes y demás facilidades o servicios que ofrezca la estación (locales comerciales, interconexiones, servicios, etc)
- Andenes y resto de sección de la estación (en superficie o viaducto)
- Dependencias técnicas y resto de espacios asociados a la estación.
- Distribución funcional de los espacios
- Definiciones geométricas de todos los elementos constitutivos de la estación
- Procesos constructivos
- Soluciones estructurales pre dimensionadas
- Caracterización de materiales y acabados

- Especificación de los equipos en el interior de las estaciones tales como: escaleras, ascensores, climatización, iluminación, señalización, entre otros, con su respectivo pre dimensionamiento y previsión de espacios técnicos y pasos de servicios
- Estudio de flujos de viajeros y relaciones intermodales (para aquellas estaciones que lo requieran)
- Estudio de movilidad de usuarios en el interior de la estación considerando las condiciones de acceso y salida de los mismos. Desvíos, restricciones de tráfico y planes de mitigación y Anexo de los corredores viales existentes y que se afecten con las obras de construcción.;
- Afectación de elementos preexistentes que incidan en el proyecto de forma importante;(edificaciones, monumentos, vías, equipamientos, servicios, etc)

xii.1. Diseño funcional y arquitectónico

xii.1.1 Criterios para la definición y distribución de los espacios

Los criterios generales para la definición y distribución de las estaciones y/o plataformas de carga, sin ir en detrimento de las normas existentes para tal fin, son los siguientes:

- Todos los diseños cumplirán con las buenas prácticas de ingeniería y arquitectura.
- El diseño de las estaciones y plataformas se adaptará a la solución de trazado definido.
- La concepción de los espacios garantizará una ejecución fácil y rápida, además del aprovechamiento máximo del espacio. En la medida de lo posible se reducirá la ocupación en planta para permitir la ejecución de las obras sin afectación a los edificios colindantes.
- Los diseños propuestos se integrarán de manera armónica al entorno urbano de tal forma que sirvan para propiciar mejoras urbanas en las zonas donde se localicen. La integración de jardines, áreas verdes, bancas y aceras, se diseñarán en los conjuntos y edificios de acuerdo a lo indicado en las normas urbanas que apliquen al respecto.
- El diseño de las estaciones tendrá como objetivo minimizar y simplificar los recorridos de los viajeros.
- El diseño de las plataformas de carga y/o transferencia tendrá como objetivo minimizar y simplificar los recorridos de los camiones o sistemas alimentadores.
- El acceso al andén se efectuará directamente desde el/los vestíbulos de acceso. Cualquier rampa que sea necesaria para salvar desniveles tendrá en todos los casos una pendiente máxima de 6% y una anchura superior a 1.50m, garantizando así el acceso a Personas de Movilidad Reducida.
- Todas las estaciones cumplirán la normativa vigente referente a supresión de las barreras arquitectónicas sobre accesibilidad para PMR (Personas con Movilidad Reducida).
- En todas las estaciones y plataformas se establecerán rutas uniformes para aquellas personas con capacidades diferentes y de la tercera edad mediante señalización y acabados texturizados, de tal forma que se orienten siempre bajo los mismos criterios.
- Se aplicarán las normas de accesibilidad necesarias y en vigor en la ciudad de Medellín. Para los invidentes se considerará un señalamiento en pisos que pueda detectar su bastón indicando la circulación continua, los cambios de dirección o la presencia de obstáculos, etc. Igualmente se colocará la señalización oportuna mediante el Sistema Braille para su perfecta orientación.
- El diseño de las estaciones de pasajeros debe facilitar la orientación del usuario por lo que se analizarán los recorridos habituales y de evacuación con sumo detalle. Se atenderán todas las

medidas que garanticen la seguridad del usuario de transporte y del operador dentro de las estaciones.

- El Mobiliario de la estación de pasajeros deberá estar integrado al diseño del conjunto de la estación.
- La distancia mínima entre cualquier obstáculo fijo (papeleras, pasamanos, vallas publicitarias, muros de cierre bajo escaleras, escaleras, ascensores, etc) y el borde del andén será la que establezca la norma.
- **Se considerará la posibilidad de emplazar locales comerciales para optimizar la explotación del sistema. La integración de estos se realizará respetando la funcionalidad de la estación, sin dificultar el movimiento de los viajeros en sus recorridos de acceso y salida.**
- Se tendrán en cuenta en su diseño los aspectos relativos a la seguridad y protección contra incendios.
- Zona de venta de billetes con acceso desde el exterior (zona no paga).
- Zona de conexión con los andenes, los cuales se hayan situados al mismo nivel que el túnel (en el caso de las subterráneas) y a 1,10m por encima de la cota de cabeza de riel (zona paga).
- En el vestíbulo existirán diversas áreas que permiten albergar las siguientes actividades:
- Área de servicios al cliente: venta de tiquetes y disposición de espacios de espera y de orientación.
- Zona comercial (opcional)
- Puntos o barreras de control para la entrada y salida del sistema de transporte.
- Sistema de detección de incendios.
- Sistema de extinción de incendios.
- Sistemas de detección de humos y gases.
- Iluminación.
- Iluminación de emergencia.
- Detección de incendios.
- Franjas y carteles informativos, direccionales, etc.
- Pantallas de información al pasajero.
- Video vigilancia.
- Megafonía.

xii.1.2. Estudios funcionales

xii.1.2.1 Estudio de evacuación

Se realizará un estudio de evacuación para garantizar el cumplimiento de los recorridos de evacuación de los pasajeros de las estaciones teniendo en cuenta los criterios de evacuación establecidos según la normativa en vigor.

Se deberá cumplir como mínimo con la NFPA-30 para espacios de pública concurrencia y de sistemas de transporte ferroviario.

xii.1.2.2 Desvíos provisionales

El Consultor deberá justificar en el proyecto la necesidad de realización de desvíos provisionales de redes y tráfico para la realización de las obras e incluir las medidas a tomar y el valor de las mismas en el análisis de costos o presupuesto de inversión del proyecto.

xii.1.2.3 Sistema de suministro eléctrico

El sistema para pasajeros propuesto deberá disponer de los Sistemas de alimentación eléctrica que permitan el correcto funcionamiento de todos los sistemas alimentados con energía eléctrica del sistema propuesto con los niveles de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad adecuados para conseguir la prestación de un servicio de transporte de viajeros de calidad, de carga y de residuos sólidos según sea el caso.

Es por ello, que es vital el diseño de un sistema robusto y fiable, que garantice la continuidad de suministro de todos los consumos, tanto en condiciones de funcionamiento normal, como en el caso de funcionamiento degradado por avería o falta de disponibilidad de alguno o varios de los elementos que forman parte del sistema eléctrico

La continuidad del suministro resulta esencial en todas las áreas de actividad de la explotación ferroviaria, 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.

El diseño ha de recoger las siguientes características fundamentales:

- Seguridad de la explotación.
- Fiabilidad de la operación.
- Facilidad de la operación y del mantenimiento.
- Criterios de eficiencia energética.

La facilidad de la operación ha de garantizar una rápida recuperación del suministro eléctrico en el caso de fallo o avería de cualquier parte de la instalación. El diseño teniendo en cuenta la facilidad del mantenimiento aumenta la disponibilidad del sistema, mediante la reducción de los tiempos de reparación entre averías.

xii.1.2.3.1 Descripción general del sistema de electrificación

El sistema de suministro eléctrico, deberá suministrar energía eléctrica a todos los consumidores del sistema de transporte ferroviario.

El sistema eléctrico del sistema férreo propuesto (pasajeros, carga y RSU) se conectará a la red eléctrica de Alta Tensión de la región del Área Metropolitana del Valle de Aburrá mediante Subestaciones Alimentadoras. Estas subestaciones transformaran la energía eléctrica de entrada de alta tensión a la tensión de distribución. La energía eléctrica se distribuye a través de los anillos de distribución hasta los diferentes puntos de consumo, siendo el recorrido de los mismos paralelos a los ejes de las vías, ya sean las secciones de la plataforma del tipo superficie o viaducto.

xii.1.2.3.2 Ubicación y número de subestaciones alimentadoras

La ubicación y número de subestaciones alimentadoras es uno de los estudios fundamentales iniciales que deberá abordar el Consultor para conseguir un funcionamiento correcto y racional del sistema eléctrico de la red del sistema.

El Consultor deberá demostrar que la solución para funcionamiento normal y degradado sea razonable técnica y económicamente, con el planteamiento indicado en el estudio.

xii.1.2.3.3 Dimensionamiento de las alimentadoras

Las subestaciones Alimentadoras deberán estar dimensionadas de manera que en caso de fallo o pérdida de suministro de una de ellas, las otras Alimentadoras puedan garantizar el funcionamiento normal del servicio y en el caso de fallo de dos de las tres Alimentadoras la Alimentadora que quede en funcionamiento debe permitir el mantenimiento de un servicio degradado.

El dimensionamiento de las Alimentadoras dependerá, además de las redundancias planteadas, de las cargas que deban suministrar a los dos anillos de distribución (tracción e instalaciones), así como del suministro necesario para los servicios auxiliares propios de la Alimentadora.

El Consultor deberá tener en cuenta e indicar las soluciones técnicas en términos de eficiencia y economía respecto a los siguientes aspectos:

- Descripción funcional general de las subestaciones alimentadoras
- Conexión a la red de alta tensión
- Diseño de las salas de alta tensión
- Equipamiento para la transformación de energía
- Distribución de energía hacia el exterior
- Servicios auxiliares
- Anillos de distribución de energía
- Dimensionamiento de las subestaciones de tracción y criterios de seguridad, mantenimiento y funcionamiento
- Puesta a tierra de las instalaciones
- Protección contra incendios en el sistema de electrificación

xii.1.2.3.4 Entregables y contenido

Los entregables correspondientes al sistema de suministro eléctrico serán:

Memoria de desarrollo de los diseños: Incluirá los procedimientos y metodologías desarrolladas para el diseño, supuestos, diagnóstico del inventario de la red existente, datos de entrada y el resumen de datos generales:

- Estudio de número y ubicación de subestaciones alimentadoras
- Dimensionamiento de las potencias necesarias en las subestaciones alimentadoras
- Simulación eléctrica de la red de tracción
- Elección de la tensión de distribución de los anillos de distribución
- Configuración de los Centros de Transformación
- Determinación del sistema para garantizar la alimentación de los servicios críticos de la subestación alimentadora
- Criterios utilizados, las soluciones adoptadas y la justificación de estas soluciones para las diferentes subestaciones alimentadoras.
- Criterios utilizados, las soluciones adoptadas y la justificación de las soluciones para los anillos de distribución.
- Criterios utilizados, las soluciones adoptadas y la justificación de estas soluciones para los centros de transformación.
- Criterios utilizados, las soluciones adoptadas y la justificación de las soluciones para las subestaciones de tracción.
- Criterios utilizados, las soluciones adoptadas y la justificación de estas soluciones para la Línea Aérea de Contacto.
- Criterios utilizados, las soluciones adoptadas y la justificación de las soluciones para la Puesta a Tierra de las Instalaciones, los cálculos de malla a tierra de acuerdo a las normas eléctricas.
- Planos necesarios para la completa definición del proyecto.
- Análisis de precios unitarios y los presupuestos por instalación, totales.
- Listado con las especificaciones y normas que deben cumplir los equipos para control de instalación y precio.

xii. Sistema de Distribución de Energía – Línea área de contacto (CATENARIA)

Este capítulo deberá considerarse como un complemento del capítulo **sistema de suministro eléctrico**, ya que entre ambos definen todas las características de la electrificación del sistema férreo propuesto.

La línea aérea de contacto o catenaria es la encargada de transportar la energía entre la subestación de tracción y el material rodante que circula por la línea. El retorno de la energía entre el material rodante y las subestaciones de tracción se hará a través del llamado circuito de retorno, constituido por los rieles y de ser necesario por cables adicionales.

La tensión de alimentación de la catenaria será aquella que resulte de los estudios que realizará el Consultor en la etapa de factibilidad, no obstante, se sugiere que no sea superior a los 1500Vdc.

El Consultor deberá presentar en los estudios los diseños de los siguientes elementos de la catenaria:

- Hilo de contacto
- Sustentador (si lo requiere)
- Feeders de acompañamiento (si es necesario)
- Péndolas
- Postes de catenaria
- Cimentaciones de los postes de catenaria
- Ménsulas
- Equipos de compensación

xiii. Sistema de seguridad, señalización y Control de Trenes

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

Todas las instalaciones de señalización que el Consultor vaya a implementar en el proyecto deberán ser concebidas y diseñadas con técnicas de seguridad intrínseca (fail-safe). Esta es una condición imperativa e imprescindible. Lo que significa que cualquier falla que se presente en los equipos de señalización, tales como 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 una condición más restrictiva e incluso la detención del tren.

El Consultor deberá considerar los siguientes factores para definir el tipo de control y señalización a implementar en el corredor:

- Características físicas del trazado de la vía (para el sistema de enclavamientos)
- Naturaleza del transporte que se efectúa por estas líneas (pasajeros, carga, residuos sólidos.)
- Densidad del tráfico
- Velocidad de circulación
- Complejidad de las maniobras
- Tipo de material rodante
- Modo de tracción

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, dato que se obtiene a partir de las pruebas de frenado del material rodante y la velocidad de circulación, el Consultor calculará los cantones de vía e indicará el sistema de control y señalización óptimo a partir de un análisis costo-beneficio que bajo ninguna circunstancia ponga en riesgo la seguridad de la operación ferroviaria estimada en todo el corredor.

Una vez se tengan identificados los cantones de vía, el Consultor deberá proponer en este capítulo un sistema de detección de trenes, que deberá estar al nivel del estado del arte a nivel mundial (con posibilidades de ampliación y/o adaptabilidad a nuevas y mejores tecnologías a futuro) de acuerdo a las necesidades de la operación en términos de la frecuencia de circulación. El Consultor deberá sustentar la selección del sistema de señalización y control de trenes, entre los cuales se relacionan algunos de los que más utilizados en las redes ferroviarias del mundo:

- Movilización Telefónica o Radial
- Movilización Mediante Bastón (staff)
- Blocks Eléctricos
- Detectores de Ejes (axle counters)
- Pedales electromecánicos
- Pedales electrónicos
- Balizas

El Consultor deberá presentar una propuesta de Señalización y Señalética propios del Ferrocarril, que sea acorde con el Manual de Señalización de INVIAS y el Manual de Señalética del Sistema metro y metroplus, al igual que para las vías de tráfico mixto, andenes, ciclorutas y vías que se intersectan.

El Consultor deberá realizar los diseños para la integración de los sistemas de control de paso niveles de los cruces que queden habilitados en el ferrocarril, al igual que integrara en el diseño el equipamiento (hardware) y Software que sea necesario para una interface apropiada, con prioridad para el sistema ferroviario, con la red semafórica que controla el tráfico vehicular en las intersecciones que subsistan con ferrocarril a implementar, de acuerdo a los resultados de los estudios de tránsito.

Inicialmente el Consultor deberá realizar un pre diseño del sistema adaptando la solución a los requerimientos operacionales y otras indicaciones de la nueva línea. Realizará una especificación funcional del mismo para lo cual deberá realizar simulaciones de marcha con los parámetros que caractericen el ferrocarril propuesto y adaptara el diseño con base en los resultados obtenidos.

Posteriormente deberá realizar una descripción general de los sistemas ATC, ATS y ATP a implementar, enclavamientos, y elementos de campo que permitan el funcionamiento en modo normal y degradado. Así se deberá realizar, como puntos principales: la descripción de las funcionalidades y de la arquitectura del sistema, la descripción de todos los elementos propuestos y su cableado así como los planos preliminares de aparatos, vías y cables.

El Consultor deberá especificar la implementación de todas las interfaces, detallándose las funcionalidades que proporcionarán.

El Consultor deberá especificar los condicionantes del plan de implantación del sistema completo, la forma de implantación, la planificación de los trabajos y los procedimientos de calidad a utilizar de la siguiente manera:

- Descripción funcional del sistema de seguridad, señalización y control de trenes
- Modos de conducción (automático, marcha a la vista)
- Arquitectura del sistema de señalización y control de trenes
 - Circuitos de vía/ contadores de ejes:
 - Accionamientos de aguja;
 - Señales de protección de aguja (o señales indicadoras de la posición de las agujas).
 - Balizas (en caso de utilizarse en el sistema
 - Señalización mecánica
 - Sistema de Enclavamientos.
- Intercambio de datos recibidos por los elementos de campo con los niveles funcionales superiores como ATP y ATC de forma segura y fiable.
- Funciones de supervisión de las condiciones de explotación para asegurar que no se da ninguna situación contra la seguridad con arquitectura totalmente redundante.
- Elementos de vía enlazados como accionamientos de aguja, señales indicadoras de aguja, circuitos de vía, puertas de andén y balizas.
- Sistema de Protección Automática de Trenes (En caso de ser propuesto)
- Equipamiento de Software.
- Equipamiento ATP requerido
- Sistema de comunicación bidireccional tren – tierra
- Cableado del sistema de seguridad, señalización y control de trenes

xiv.1 Señalización vertical

Con base en la identificación de cantones de vía (blocks), el consultor deberá indicar en un plano, la señalización necesaria para controlar el tráfico ferroviario en vía principal, y a partir de los layouts de las estaciones, patios y apartaderos localizará la señalización auxiliar para maniobras.

xiv.2. Sistema de Enclavamientos

Los enclavamientos controlan las relaciones de compatibilidad o incompatibilidad entre los comandos y sus controles asociados que operan señales, aparatos de cambio (máquinas de cambio, cerraduras, desrieladoras, detectores, etc.), rutas (itinerarios) y recepción de los circuitos de vía. Este control de relaciones compatibles e incompatibles impide las maniobras que impliquen un riesgo en la circulación de los trenes.

Existen sistemas de enclavamientos mecánicos, electromecánicos y eléctricos que son implementados en una red, de acuerdo a la frecuencia de circulación de la misma y al grado de automatización que el gestor de la infraestructura y el controlador de tráfico quiere adoptar para reducir el riesgo de accidentes. Con base en lo anterior, el consultor deberá indicar y justificar la selección del sistema de enclavamientos a adoptar en el proyecto propuesto.

Es de anotar que el consultor deberá hacer un estudio paralelo con los componentes que debe analizar en la selección del sistema de señalización y control pues el proyecto de un enclavamiento requiere del establecimiento de las relaciones de compatibilidad e incompatibilidad entre las diferentes funciones de los equipos de señalización.

Una vez el consultor seleccione el sistema de enclavamientos, deberá indicar los equipos, aparatos y dispositivos que realizan las funciones propias del sistema, tales como aparatos de cambio, detectores, cerrojos, máquinas de cambio hidráulicas, eléctricas y manuales, desrieladores, enlaces, circuitos de vía, entre otros.

xiv.3 Productos a entregar en la fase de factibilidad

El Consultor deberá hacer entrega en el plazo indicado para el estudio de factibilidad, los siguientes documentos entregables:

➤ **Proyecto Básico de Diseño Constructivo, que deberá incluir:**

- Simulaciones de marcha: incluirán las curvas velocidad/espacio y tiempo/espacio para un material móvil tipo.
- Especificación funcional del sistema, arquitectura y esquemas de principio de los diferentes subsistemas o elementos que conforman el sistema de señalización y control de trenes.
- Especificación técnica de todos los elementos que conforman el sistema.
- Especificación de las interfaces con otros sistemas y con obra civil.
- Planos preliminares de aparatos de vía y cables.
- Planos tipo de los equipos.
- Especificaciones del plan de Implantación y planificación.
- Especificaciones de los planes de soporte y mantenimiento del sistema.
- Especificación de las directrices y requisitos mínimos del plan de capacitación, referente a la operación y mantenimiento del sistema.

xiv.4 Herramientas de mantenimiento y seguimiento

Para el mantenimiento del equipamiento del Sistema de Seguridad, Señalización y Control de Trenes, el Consultor deberá indicar que es posible realizar las siguientes gestiones:

- Monitorización del estado de todos los equipos.
- Generación y gestión de alarmas.
- Diagnóstico de incidencias mediante herramientas que indiquen cuál es el elemento hardware averiado o el error software que se ha producido.
- Acceso a los equipos para efectuar tareas de mantenimiento preventivo como puede ser mantenimiento de software, cambios de configuración o parámetros, etc.
- Tareas de mantenimiento correctivo como pueden ser modificaciones en el software, resets de máquinas, etc.

xiv. Patios y Talleres

➤ Talleres

En la zona de talleres habrá equipamiento que hará las funciones de enclavamiento. La seguridad de la circulación de los trenes deberá estar cubierta por el correcto funcionamiento del sistema de enclavamiento, que permitirá establecer con seguridad los itinerarios a seguir por las circulaciones, actuando convenientemente sobre los aparatos y elementos de señalización.

La zona de talleres estará controlada desde el Puesto de Control Local de Talleres (PCLT) y deberá localizarse en los mismos talleres. Desde este puesto de control se deberá poder realizar la monitorización de todos los elementos de campo, control de accionamientos de aguja, control de señales y establecimiento de itinerarios.

➤ Patios de Estacionamiento

La zona de patios de estacionamiento deberá estar totalmente señalizada, con las mismas características que la vía general. Por lo tanto, esta zona se equipará como el resto de la línea para el cumplimiento de las funcionalidades de señalización y control de trenes, debiendo preverse su futura automatización.

xv. Sistema de comunicación para el sistema de señalización

Toda la función integral del sistema de Señalización y Control de Tráfico interactúa constantemente y depende absolutamente del sistema de comunicaciones ferroviarias a adoptar en el proyecto.

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 determinaran el nivel de tecnología que se requerirá para definir el sistema de comunicaciones de la red ferroviaria.

Los aspectos a considerar por el Consultor con base en los elementos considerados anteriormente respecto a la señalización, el sistema de enclavamientos, la ubicación de los puestos de control, el material rodante y por supuesto el volumen de tráfico, serán los siguientes:

- Radiocomunicación y telefonía de trenes con puestos de mando y estaciones
- Transmisión de datos, información y alarmas de los sistemas de seguridad, señalización y control de trenes
- Sistema de cableado
- Subsistemas de comunicación especializados entre infraestructura y material rodante

xvi.1. Sistemas De Comunicaciones

El Consultor para cada uno de los subsistemas del sistema de comunicaciones en la fase de factibilidad incluirá como mínimo lo siguiente:

- Arquitectura del subsistema incluyendo el equipamiento del PCO
- Especificación funcional del sistema
- Esquemas y planos tipo, de los sistemas, subsistemas, equipos y componentes de cada subsistema
- Esquemas y planos tipo, incluyendo distribución y ubicación de los diferentes equipos en las estaciones de pasajeros
- Especificación de la metodología de implantación
- Especificación de los procedimientos de calidad a aplicar
- Especificación de los condicionantes de formación de usuario y personal de mantenimiento, etc.

El Sistema de Comunicaciones del sistema LRT propuesto, deberá incluir como mínimo los subsistemas indicados a continuación, el Consultor podrá en su momento prescindir en la propuesta de factibilidad de algunos de los subsistemas aquí indicados, pero deberá justificar ante la Promotora dicha omisión.

- Redes de comunicación:
 - Red de Transmisión Física (Fibra Optica)
 - Red de Transmisión de Voz y Datos
 - Red de Radiocomunicaciones de Voz y Datos
- Subsistemas de comunicación:
 - Telefonía
 - Interfonía
 - Megafonía
 - Sistemas de Información al Información al Viajero
 - Sistema de Video vigilancia (CCTV)
 - Control de Accesos
 - Sistema de Recaudo
 - Cronometría
 - Supervisión unificada – Sistema Anthintrusion

- Integración de sistema de comunicación:
 - Criterios generales de diseño
 - Normativa
 - Definición de interfaces
 - Requerimientos de integración
 - Cableado
 - Sistemas Auxiliares
 -

Entregables

Proyecto de diseño, que deberá incluir:

- Especificación funcional detallada
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Mapa de cableado
- Definición de interfaces
- Esquemas de interconexión con otros subsistemas.
- Entregables de HW definidos en la Norma EN 50129.
- Entregables definidos en el sistema o gestión RAMS

xvi.1.1. Red de transmisión voz y datos

El Sistema de Radiocomunicaciones de Voz y Datos contempla la implementación de una red móvil de alta seguridad para servicios de voz y datos en baja velocidad a lo largo de toda la línea del sistema férreo.

Deberá proveer un servicio de radiotelefonía privada que permita la comunicación bidireccional móvil en la línea entre el distinto personal de explotación (operadores, maquinistas, personal de mantenimiento y seguridad,...) y proporcione capacidades, entre otras, para la creación y gestión de grupos cerrados de usuarios y el envío de mensajes cortos de textos y datos.

Adicionalmente, este sistema será utilizado como red de transporte tren-tierra con el fin de dar servicio de conectividad a sistemas embarcados de baja velocidad, como por ejemplo interfonía, megafonía o supervisión técnica embarcada (en caso de que se decida implementar estas facilidades).

La red de transmisión de voz y datos operará como la red de transporte principal de la línea, debiendo tener la capacidad y prestaciones adecuadas para el transporte de voz y datos asociados a todos los sistemas de comunicaciones así como cualquier otro sistema ajeno.

El Consultor deberá tener en cuenta en el diseño de la red los requisitos y restricciones de todos los servicios transportados..

Dada su funcionalidad básica, la red de transmisión de voz y datos deberá dar cobertura a la totalidad de zonas del sistema férreo a través niveles funcionales:

- Nivel de acceso, destinado a ofrecer los puntos de acceso finales de red, tanto a nivel de estaciones, talleres y patios de estacionamiento, interior de las unidades de material móvil o PCO.
- Nivel de distribución, destinado a ofrecer comunicación dentro de una estación o entre estaciones pertenecientes a grupos así como entre unidades o grupos de unidades de material rodante y PCO.
- Nivel de backbone, destinado a ofrecer comunicación de alta capacidad para la conexión de grupo de estaciones con el PCO o con otras redes de comunicación.

La red de transmisión de voz y datos podrá hacer uso de diferentes tecnologías y medios físicos a fin de adaptarse a las necesidades de cada servicio. No obstante, el diseño deberá ser considerado global. Se aplicarán los niveles de redundancia adecuados a fin de garantizar una red de alta fiabilidad y disponibilidad.

Finalmente, la red de transmisión de voz y datos deberá ofrecer un amplio abanico de mecanismos y funcionalidades avanzadas (seguridad, gestión de recursos, aplicación de políticas de calidad), de forma que puedan satisfacerse cualquier requerimiento actual o futuro por parte de los servicios transportados.

Entregables

Proyecto de diseño, que deberá incluir:

- Descripción Funcional del Sistema
- Arquitectura y Topología de la Red
- Redundancia
- Requisitos de Transmisión
- Integración al Material Rodante
- Especificación funcional detallada
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Planos de instalación de los emplazamientos
- Planos de ubicación de los emplazamientos.
- Planos de distribución de equipos en salas técnicas.
- Definición de interfaces
- Esquemas de interconexión con otros subsistemas.
- Estudio técnico de requisitos de transmisión
- Plan de direccionamiento IP
- Estudio de cobertura radio (Cobertura, Regiones de Handover, Interferencias, en estaciones y demás edificios del explotador)
- Plan de Frecuencias preliminar
- Estudio de dimensionado de tráfico
- Análisis de interferencias con otros sistemas radios.
- Entregables de SW definidos en la Norma EN 50128.
- Entregables de HW definidos en la Norma EN 50129.
- Data-sheet de equipos y documentación de todo el SW de gestión.
- Entregables de RAMS

xvi.1.2. Sistema de telefonía

Sistema concebido como un servicio de comunicación de voz para usos exclusivamente administrativos y de explotación dentro de las dependencias de la línea, en particular en el PCO y oficinas, talleres y patios de estacionamiento, estaciones, subestaciones eléctricas y otras dependencias técnicas.

El Consultor deberá indicar la definición de la integración de este sistema con los siguientes sistemas:

- Interfonía (si se implementa) y radiocomunicaciones de voz y datos
- Red telefónica pública conmutada
- Grabación de voz integrada
- Consola de voz integrada

Entregables

Proyecto de diseño, que deberá incluir:

- Especificación funcional detallada
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Planos de ubicación de teléfonos.
- Planos de distribución de equipos en salas técnicas
- Esquema de interconexión con otros subsistemas
- Definición de interfaces
- Estudio de dimensionado de tráfico
- Estudio de integración de sistemas de voz
- Plan de Numeración Integrado acorde con el de radiocomunicaciones e interfonía.
- Plan de Implantación y planificación
- Entregables de SW definidos en la norma EN 50128.
- Entregables de HW definidos en la norma EN 50129.
- Datasheet de equipos e documentación del SW de Gestión
- Entregables de RAMS

xvi.1.3. Sistema de megafonía

El sistema de Megafonía operará como una herramienta fiable y eficiente para la difusión a grandes zonas de la línea de mensajes de audio en tiempo real o pregrabado.

Mediante este sistema, un operador del PCO o un jefe de estación, podrán emitir uno o varios mensajes en simultáneo a diferentes zonas de la línea pudiendo seleccionar el modo de emisión (manual o automático) y la naturaleza del mensaje (vocal o pregrabado).

Las principales zonas de cobertura de este sistema serán estaciones, talleres, patios de estacionamiento y material rodante.

Así mismo, este sistema deberá ser considerado crítico por parte del Consultor, dado que podrá ser usado como mecanismo para la emisión de alertas de emergencia y/o evacuación de las instalaciones por parte de los viajeros. Por tanto, este sistema deberá ser considerado como un sistema de emergencia tal y como se define en la normativa EN 60849.

Por otro lado, la difusión de mensajes de información deberá estar totalmente sincronizada con otros sistemas de información al viajero, especialmente cuando se emiten mensajes vinculados al estado del tráfico.

El puesto de operación del sistema en el PCO deberá estar totalmente integrado con el puesto de operación del sistema de información al viajero, de forma que un operador del PCO pueda gestionar ambos sistemas de forma conjunta y transparente.

Entregables

Proyecto de diseño, que deberá incluir:

- Especificación funcional detallada
- Planos de distribución de equipos en salas técnicas.
- Planos de instalación de megáfonos.
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Definición de interfaces
- Esquema de interconexión con otros sistemas
- Estudio electroacústico
- Entregables de SW definidos en la norma EN 50128
- Entregables de HW definidos en la norma EN 50129
- Datasheet de equipos y documentación del SW de gestión.
- Entregables de RAMS

xvi.1.4. Sistema de información al viajero

El Sistema de Información al Viajero ofrecerá al explotador una herramienta para la difusión de mensajes de información y/o de emergencia en zonas concretas de estaciones y en el interior de las unidades móviles. También permitirá ofrecer la hora oficial de la línea.

Los mensajes informativos serán de tipo multimedia, por lo que podrán difundirse imágenes estáticas, textos alfanuméricos, videos o difundir fuentes multimedia externas.

El sistema permitirá al operador confeccionar y almacenar, bien de forma centralizada o distribuida en estaciones y material rodante, cualquier tipo de mensaje multimedia, decidiendo en todo momento el momento y zona de difusión. Adicionalmente, el operador podrá programar una secuencia automática de emisión y reproducción de mensajes así como verificar en su consola la correcta visualización en destino.

Las zonas de cobertura del sistema se centrarán en estaciones (vestíbulos, pasillos de interconexión, andenes..) y unidades de material rodante.

A fin de ofrecer un completo servicio al viajero, el sistema deberá poder emitir información referente a horarios y estados de tráfico así como horarios y estados de sistemas de transporte ajeno, especialmente en estaciones con interconexiones o multimodal.

Dado que el sistema de información al viajero deberá complementarse con el sistema de megafonía, deberá asegurarse la coherencia de mensajes emitidos en ambos sistemas.

A nivel de control, el sistema de información al viajero deberá ofrecer una aplicación de control y gestión totalmente integrada con el sistema de Megafonía, de forma que ambos sistemas puedan ser operados por los operadores del PCO de forma conjunta y transparente.

El sistema de Información al Viajero deberá dar cobertura de servicio a los siguientes emplazamientos:

- Estaciones
- Material Móvil

Dado que las estaciones disponen de diferentes zonas funcionales, será requerida una segmentación en como mínimo las siguientes zonas:

- Accesos a la estación
- Vestíbulos y pasillos de interconexión
- Andenes

Respecto al material rodante, el Consultor deberá basarse en los siguientes criterios a efectos de determinar las zonas:

- Deberá poder emitirse un mensaje en una unidad de material rodante concreta
- Deberá poder emitirse un mensaje a todas las unidades de material móvil que se encuentren en una zona geográfica de la línea concreta, pudiéndose fijar dicha zona y actualizar constantemente las unidades de material móvil destino del mensaje
- Deberá poder emitirse un mensaje en todas las unidades de material móvil de la línea

A. Criterios de visualización

El sistema de Información al Viajero deberá permitir la visualización de mensajes de texto, alfanuméricos, multimedia o en distintas plataformas de visualización asegurando en cada plataforma el máximo nivel de calidad de visualización.

Deberá contemplar las distintas ubicaciones de visualización (estaciones y material rodante) bien a nivel de espacio físico y distancia de visualización como bien a nivel de iluminación.

B. Integración con el sistema de tráfico

El sistema de Información al Viajero deberá disponer información periódica y en tiempo real sobre el estado del tráfico en la línea así como de los horarios planificados del día.

Mediante el conocimiento de dicha información, el sistema deberá ser capaz de generar automáticamente mensajes de información al viajero que varíaran en base a la zona de visualización y al criterio del operador. Como mínimo, el sistema deberá presentar la siguiente información:

- Identificación de las próximas unidades de material móvil entrantes / salientes así como su itinerario previsto pudiéndose visualizar en una misma pantalla más de una unidad.
- Hora de llegada / salida de una o varias unidades de material móvil. Deberá poder ser seleccionado por el operador el formato de visualización, que podrá ser:

- Unidad absoluta
- Cuenta atrás pudiéndose seleccionar el orden de descuento (minutos, segundos,...)
- Mensajes especiales, como por ejemplo:
 - Tren sin parada
 - Tren no acepta pasaje
 - Final de línea
 - Último tren
 - Posibles conexiones (Aeropuerto, ferrocarril,..)
- Estado general del tráfico

C. Integración con el sistema de Megafonía

Los sistemas de Información al Viajero y Megafonía son dos sistemas complementarios destinados a proporcionar al usuario información (visual y sonora) importante que facilita su desplazamiento a través de la infraestructura del sistema LRT propuesto.

Por tanto, es fundamental que la información presentada en ambos sistemas esté correctamente sincronizada, evitando posibles incoherencias que pueden llevar a situaciones de confusión y mal interpretación de la información difundida.

Así mismo, dada su naturaleza, ambos sistemas tendrán que disponer de forma integrada sus puestos de operación, de forma que un operador del PCO tenga capacidad para operar de forma conjunta y transparente ambos sistemas.

D. Integración con el sistema de cronometría

El sistema de Información al Viajero permitirá la visualización en los distintos formatos de visualización existentes la hora oficial de la línea.

A fin de sincronizar todos los puntos de visualización, la hora oficial de la línea será obtenida del sistema de cronometría, de forma que el sistema deberá ser compatible con el formato de difusión de la señal de sincronismo de la central horaria.

La hora oficial de la línea deberá poder ser visualizada tanto en formato digital como analógico.

E. Entregables

Proyecto de diseño, que deberá incluir:

- Especificación funcional detallada
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Definición de interfaces
- Planos de instalación de los paneles de información

- Planos de ubicación de los paneles.
- Planos de distribución de equipos en salas técnicas.
- Esquemas de interconexión con otros subsistemas.
- Entregables de SW definidos en la Norma EN 50128.
- Entregables de HW definidos en la Norma EN 50129.
- Data-sheet de equipos e documentación de todo el SW de gestión.
- Plan de control de calidad
- Entregables de RAMS

xvi.1.5 Sistema de Video vigilancia (CCTV)

El sistema de vídeo vigilancia (CCTV) permitirá la visualización en tiempo real y remota por más de un operador de las imágenes de vídeo, de las zonas o puntos más importantes o de mayor sensibilidad de la línea. El sistema de video vigilancia (CCTV) dará cobertura tanto a estaciones, plataformas patios y talleres como al PCO y las unidades de material rodante si se considera conveniente y factible económicamente.

El sistema deberá permitir la grabación continuada y segura de imágenes para su posterior visualización y/o exportación a otras plataformas de reproducción/visualización, garantizando un periodo circular de grabación configurable.

Dado los altos requerimientos en banda ancha exigidos por sistemas de estas características y la posibilidad de usar más de una red de transmisión de datos, deberá permitir un ajuste de la calidad de la imagen, el uso de diferentes algoritmos de compresión y la utilización de protocolos de optimización del transporte de datos.

Permitirá la interconexión con otros sistemas de video vigilancia (CCTV) activos, especialmente en aquellas estaciones donde exista interconexión con otros sistemas de transporte.

El entorno de configuración será completamente configurable, permitiendo a un operador seleccionar un número variable de cámaras, modificar los atributos de las imágenes visualizadas, visualizar el estado de una cámara o iniciar la reproducción de una imagen gravada, entre otras.

A. Descripción funcional del sistema

El Sistema de video vigilancia (CCTV) deberá garantizar la cobertura de las siguientes funcionalidades generales:

- Visualización de imágenes:
- Grabación de imágenes:
- Reproducción de imágenes gravadas
- Procesado de imágenes:
- Transporte de imágenes a través de la red de transmisión de datos
- Utilización de protocolos de multidifusión para optimizar el envío de imágenes a distintos puestos de operación

- Limitación del número de flujos salientes (por peticiones de operadores) de un emplazamiento en cuestión
- Utilización de un codificador de video de bajo índice de compresión asegurando una alta calidad de imagen para ser usado en la grabación de imágenes
- Sistema de video vigilancia (CCTV) embarcado en el equipo móvil totalmente integrado con el sistema de video vigilancia (CCTV) de estaciones, patios y talleres y PCO

El sistema de video vigilancia (CCTV) deberá dar cobertura a los siguientes emplazamientos:

- Estaciones:
- Talleres y Patios de Estacionamiento
- PCO
- Unidades de material rodante

B. Entregables

Proyecto de diseño, que deberá incluir:

- Especificación funcional detallada
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Planos de cobertura CCTV
- Planos de distribución de equipos en salas técnicas, estaciones e instalaciones del explotador.
- Definición de interfaces y esquemas de interconexión con otros subsistemas
- Entregables de SW definidos en la norma EN 50128
- Entregables de HW definidos en la norma EN 50129

- Datasheet de equipos y documentación de todo el SW de gestión.
- Entregables de RAMS

xvi.1.6. Sistema de cronometría

El Sistema de Cronometría proporcionará una señal de sincronismo estable y segura que permita el correcto funcionamiento de los sistemas síncronos definidos. Dicha señal deberá ser proporcionada por una fuente de sincronismo de alta estabilidad y con capacidad para su difusión mediante el uso de redes de comunicaciones.

Paralelamente, el Sistema de Cronometría deberá proporcionar y difundir mediante la red de transmisión de voz y datos la hora oficial de la línea a todos los elementos finales que la precisen.

A. Descripción funcional del sistema

El Sistema de Cronometría deberá garantizar la cobertura de las siguientes funcionalidades generales:

- Difusión de una señal de sincronismo única y global para toda la línea para los sistemas o elementos síncronos que lo requieran
- Difusión de la hora oficial de la línea a todos los sistemas o elementos que lo requieran
- Dispondrá de un mecanismo automático de recalibración o corrección de derivas
- Dispondrá de una herramienta de gestión operativa y técnica, permitiendo la:
- Configuración de las variables parametrizables
- Supervisión y monitorización de los elementos gestionables

Entregables

Proyecto de diseño, que deberá incluir:

- Especificación funcional detallada
- Especificación técnica, arquitectura, esquemas y planos tipo.
- Planos de distribución de equipos en salas técnicas
- Esquema de interconexión con otros subsistemas
- Definición de interfaces
- Entregables de SW definidos en la norma EN 50128
- Entregables de HW definidos en la norma EN 50129
- Datasheet de equipos y documentación de todo el SW de gestión
- Entregables de RAMS

xvi. Sistema de Recaudo

El sistema de recaudo a implementar deberá estar diseñado de acuerdo con los criterios, funcionalidades y especificaciones técnicas definidas en el Sistema Central de recaudo Cívica del Metro de Medellín sin detrimento a que el Consultor proponga otro de acuerdo a las experiencias exitosas de proyectos similares.

El sistema de recaudo ofrecerá los siguientes verticales funcionales:



Las verticales funcionales del sistema de recaudo deberán satisfacer las necesidades del servicio desde la Emisión y personalización de usuarios por medio de los puntos de atención fijados en las estaciones del Metro de Medellín y de puntos de personalización móvil para atender la demanda temporal en las fase de ejecución y/o habilitación de estaciones nuevas, así mismo se dispondrán de los canales de atención a los usuario para la atención de quejas y reclamos, se deberá satisfacer la ventas por medio de los canales de recargas ya sea en estaciones o en las zonas que bajo un análisis técnico y financiero pueda ser cubierto por puntos de recarga, los canales virtuales y las máquinas de recarga automática serán al igual opciones para la recarga de dinero en las tarjetas emitidas por el sistema de recaudo Cívica.

El usuario tendrá la posibilidad de hacer validaciones para el acceso al sistema de acuerdo a los perfiles de ley aprobados por la autoridad competente, donde se evaluarán y se aplicarán las reglas de negocio y tarifarias implementadas en el Sistema de recaudo Cívica de acuerdo a las políticas de uso establecidas. Se deben considerar las validaciones en las barreras para el ingreso de personas con movilidad reducida.

El sistema de recaudo deberá tener las interfaces de integración al sistema ERP SAP del Metro para los proceso de apoyo a las ventas y usos, posterior al clearing que deberá ser un módulo interno al sistema central del sistema central de recaudo Cívica.

Por medio de la vertical de Reporte se deberán disponer la información transacción del sistema prevaleciendo los niveles de control de acceso y de seguridad para cada uno dependiendo de cada actor del sistema.

La administración del sistema se realizará a través de los modos de gestión centralizados e implementados por el Metro de Medellín.

Como mínimo la administración del sistema deberá contemplar:

- Supervisión, control y gestión de todos los elementos del sistema (alerta máquina sin cambio, falta de papel,...)
- Carga local y/o remota de parámetros configurables (carga nuevas tarifas, carga nuevos abonos,..)
- Adquisición de estadísticas de ventas y validaciones

Dado que se trata de un sistema totalmente orientado al viajero, deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Aplicaciones intuitivas y de uso simplificado
- Uso de señalización visual y auditiva
- Adaptación para personas de movilidad reducida

El Sistema deberá garantizar la cobertura de las siguientes funcionalidades generales:

- La arquitectura completa de todo el sistema deberá ser pensada para trabajar con el Sistema central de recaudo Cívica ya existente.
- La instalación y puesta en marcha de dicho sistema no podrá degradar bajo ningún concepto el sistema de recaudo del Metro ya existente

xvii. Puesto de Control Central Operacional – PCO

El Consultor propondrá la ubicación del PCO, y se considerará la opción de implementarlo en un edificio existente (estación, talleres) o en uno independiente creado específicamente para dicho uso, manteniendo en todos los casos el carácter unitario con el resto de edificaciones de la línea.

El sistema deberá diseñarse de tal manera que permita su ampliación a medida que fuera necesaria para solventar las exigencias de control de un sistema de transporte público que crecerá en un futuro próximo.

Por tanto, el PCO será dotado de las instalaciones y sistemas necesarios para realizar una explotación eficiente y segura y sobretodo escalable de la línea a través de procesos automatizados, sistemas de integración y aplicaciones de control y operación por parte de los operadores.

A fin de hacer efectiva esta funcionalidad, el PCO se dotará de las siguientes salas específicas:

- Sala de Operación de la línea
- Sala de Simulación y Formación de telemandos
- Sala de Mantenimiento
- Sala Técnica de Servidores

Desde el PCO se realizarán las siguientes funciones y tareas de explotación de la línea:

Operación

- Gestión del tráfico y del material móvil
- Gestión de las instalaciones y la energía
- Atención virtual al cliente
- Vigilancia de las instalaciones

Simulación y formación

- Estudiar el impacto de posibles cambios en los sistemas a través de órdenes de telemando
- Revisar sucesos o eventos ocurridos entre dos puntos temporalmente distantes
- Simular alteraciones y modificaciones del programa de circulación de trenes

- Formar futuros operadores de telemando y tráfico

Mantenimiento

- Monitorización de los sistemas de la línea a través de sus respectivas plataformas de gestión
- Gestionar la configuración y parametrización de los sistemas a través de sus respectivas plataformas de gestión

A tal efecto, se equiparan todos los puestos de operación, simulación y formación con las herramientas y aplicaciones requeridas, como por ejemplo:

- Elementos y equipos de operación de los sistemas de comunicaciones
- Aplicaciones software de integración, unificación de servicios y operación multisistema
- Aplicaciones software de telemando y control remoto
- Aplicaciones software ofimáticas y corporativas comunes

Estarán incluidos dentro del alcance del sistema la especificación de los sistemas de control locales de estaciones y talleres, que deberán permitir el acceso al control y supervisión de los elementos finales por parte de los operadores para cada uno de los sistemas.

Así mismo, a nivel local se establecerán los terminales de mando locales, equipos portátiles destinados a dotar a los agentes de estación o de zona, con alta movilidad, de capacidades locales de operación y explotación de las instalaciones.

El Consultor deberá realizar un diseño completo del sistema PCO, segmentando el diseño en los distintos subsistemas identificados así como en los módulos funcionales que se consideren oportunos. El diseño deberá incluir como puntos principales:

- Grado de cobertura de las funcionalidades
- Arquitectura detallada del sistema tanto a nivel hardware como software
- Descripción de todos los elementos y equipos propuestos en la arquitectura
- Definición de todos los procesos, servicios e IHM software de los diferentes sistemas de mando y control
- Especificación técnica hardware y software

Deberán especificarse la implementación de todas las interfaces, tanto internas como externas, hardware o software, detallándose su solución técnica y las funcionalidades que proporcionarán.

Deberán proporcionarse planos y esquemas detallados que permitan entender el diseño especificado. Deberán presentarse tanto planos de tipo funcional y general como planos de detalle, especialmente para aquellos que hacen referencia a interconexión de equipos modulares o esquemas de conexionado. Los planos deberán ser presentados en una escala adecuada que permita valorar las dimensiones reales de los elementos dibujados.

Todos los planos deberán estar normalizados tanto a nivel de nomenclaturas como a nivel de formato.

Respecto a las aplicaciones software, deberá darse especial énfasis en la descripción de modo de operación de la aplicación desde el punto de vista de usuario, detallándose claramente las capacidades y funcionalidades que ofrecerá así como su visualización por parte de los usuarios.

Así mismo, deberán ser presentadas las especificaciones y estrategia para la realización de un plan de capacitación del sistema. Deberá establecerse las bases para la redacción de un calendario tipo donde deberá reflejarse los cursos de formación necesarios, la entrega y contenido de documentación (manuales de producto, manuales de operación y mantenimiento,...) y la realización de prácticas en campo.

El Consultor deberá realizar un análisis completo de las actuales tendencias tecnológicas de mercado con el fin de ofrecer, mediante un estudio técnico-económico, la mejor recomendación tecnológica para el desarrollo del PCO de las líneas del Ferrocarril.

El Puesto Central de Operaciones, las estaciones, estacionamientos, intercambios de medios, edificios de servicio, patios y talleres tendrán una imagen corporativa uniforme, estética y con el carácter formal de acuerdo con las actividades que en ellos se desarrollarán.

El diseño del Puesto Central de Operaciones PCO, deberá ajustarse al conjunto de las instalaciones de telemandos que se deberán integrar en una misma sala. El objetivo del diseño deberá ser el de clarificar y simplificar el funcionamiento y el control de estas instalaciones de telecomunicación.

La organización del Puesto Central de Operaciones, así como la implantación de las diferentes infraestructuras se hará teniendo en cuenta sus funcionalidades.

El Puesto Central de Operaciones deberá estar preparado para asumir y adaptar los posibles futuros crecimientos de la red, asumiendo los retos planteados por la introducción de nuevas estaciones, kilómetros de vía y material rodante. La creciente complejidad de la red, requerirá la constante adaptación y mejora de sus instalaciones de control, así como la existencia de vías alternativas que garanticen la continuación del servicio en el caso de que por algún incidente los medios habituales quedaran inutilizados.

En el proyecto, el Consultor deberá definir:

- a. Plano en planta del esquema de las vías a controlar.
- b. Ubicación del puesto de mando.
- c. Áreas geográficas de influencia.
- d. Cantones de vía y sus circuitos de vía, si procede.
- e. Señales a controlar.
- f. Aparatos de cambio a controlar.
- g. Relación con otras instalaciones.
- h. Listado de maniobras locales.
- i. Listado de maniobras centralizadas.
- j. Listado de comandos por ruta, si procede.
- k. Características de la movilización en las interestaciones.
- l. Maniobras y rutas alternativas ante situaciones de emergencia.
- m. Tablas de enclavamiento.

A. Estudios Funcionales

Se destacarán los criterios utilizados en el diseño del Puesto de Control Central, especificando especialmente:

- Criterios de funcionalidad, movilidad y accesibilidad.
- Criterios de confort al personal de servicio.

- Criterios de seguridad. Debe tenerse en cuenta que el PCC es el centro neurálgico del sistema metro y demás sistemas cuya operación se radique en el, por lo tanto en su diseño y funcionalidad se deberán tener en cuenta altos estándares de seguridad desde el punto de vista de la obra civil tales como protección contra atentados, explosivos etc.
- Criterios de mantenimiento de la explotación.
- Criterios estéticos/arquitectónicos.

Con base en estos criterios, se realizará una definición funcional y volumétrica del Puesto Central de Operaciones, así como la distribución y dimensionado de los diferentes espacios: accesos, vestíbulos, Sala de operaciones, locales de servicio, etc.

B. Descripción Funcional y criterios de diseño

El diseño arquitectónico deberá responder adecuadamente a las necesidades requeridas por el programa funcional previsto.

En el Puesto Central de Operaciones se encuentran integrados todos los dispositivos de control, tanto de las instalaciones de vía y señalización ferroviaria, como de las instalaciones de distribución de energía, instalaciones electromecánicas y electrónicas. Asimismo, sus sistemas de gestión para afrontar emergencias, la regulación de trenes y los sistemas de normalización de las instalaciones ante incidencias (alarmas, apertura y cierre al público de las instalaciones, falta de corriente eléctrica, etc.) están dotados de lógicas de control y procedimientos que los convierten en sistemas inteligentes dentro de un complejo sistema para la gestión de este sistema de transporte.

La Sala de operaciones deberá integrar todas las instalaciones requeridas para el Puesto Central de Operaciones, así mismo deberá garantizar una distribución, forma y volumetría acorde a las necesidades de dichas instalaciones. La posición de su mobiliario y equipamiento fijo serán de trascendental importancia para garantizar el óptimo funcionamiento para el control de las instalaciones de telemando.

Toda la gestión centralizada de la explotación de la red se realizará desde el Puesto Central de Operaciones. En él operaran un supervisor del sistema durante todas las horas de servicio y operación incluidas las labores de mantenimiento del sistema que normalmente serán realizadas en horario nocturno, operadores de tráfico, operadores de energía, operadores de comunicaciones y operadores de seguridad.

El edificio que será sede del PCO del Ferrocarril deberá contar con salas u oficinas que alojarán los equipos y sistemas que integrarán el Sistema de Mando Centralizado. Estas salas son:

- Sala de Operación
- Sala de Técnica de Servidores y Equipos de Comunicaciones
- Salas de Mantenimiento
- Sala de UPSs
- Despachos
- Salas de reuniones
- Sala de presentaciones
- Instalaciones hidrosanitarias y vestuarios para el personal
- Salas de descanso
- Salas de formación y biblioteca
- Almacén para material y equipos

El Consultor con base en el diseño y las especificaciones técnicas de cada subsistema, elaborará la propuesta de amueblamiento y dotación de cada sala, con base en lo cual definirá las dimensiones y distribución final de cada sala.

C. Entregables

El Proyecto de diseño, que deberá incluir, como mínimo, de los documentos siguientes:

- Memorias y anexos
- Memoria
- Anexo Antecedentes
- Anexo Cartografía y topografía
- Anexo Geología y geotecnia
- Anexo Planeamiento e urbanismo
- Anexo Climatología, hidrología y drenaje
- Anexo Movimiento de tierras
- Anexo Estructuras
- Anexo Diseño Arquitectónico
- Anexo Instalaciones
- Anexo Estudio técnico-económico recomendación plataforma tecnológica
- Anexo Especificación técnica y funcional hardware y software detallada
- Entregables de SW definidos en la norma EN 50128.
- Entregables de HW definidos en la norma EN 50129.
- Arquitectura de red, esquemas y planos tipo.
- Definición de interfaces y esquema de interconexión con otros subsistemas
- Plan de sistemas unificado
- Datasheet de equipos y documentación del SW
- Anexo Especificaciones de planes
- Especificaciones del Plan de Implantación y planificación
- Especificaciones de Manuales de Operación, mantenimiento y formación.
- Especificaciones Plan de control de calidad
- Anexo Documentos RAMS

Planos

- Plano índice y de situación general.
- Puesto de Control de Operaciones:
- Plano general de implantación urbana
- Planos de definición geométrica (plantas y alzados)
- Planos de definición de materiales (plantas y alzados)
- Detalles constructivos
- Estructuras
- Instalaciones
- Saneamiento

- Planos de ubicación y distribución de equipos en salas y puestos
- Instalaciones y equipamientos no ferroviarios

xviii. Operación y Mantenimiento del Sistema

El Consultor deberá definir y presentar con análisis justificado las hipótesis fundamentales y cálculos realizados para determinar el Plan de Operación y Explotación comercial del ferrocarril a implementar, partiendo de sus análisis y justificación de la demanda, entre otros aspectos deberá incluir:

- Simulación de las marchas de los vehículos de pasajeros, con base a los parámetros del trazado y características técnicas de los vehículos de pasajeros, en la hora pico y horas valle
- Cálculo de tiempos de recorrido
- Cálculo de los tiempos de parada con base en la demanda por estaciones
- Cálculos de la flota de trenes requerida para las horas pico y valle
- Cálculos de los intervalos y/o frecuencias de operación en las diferentes horas del día
- Determinar las necesidades de personal de conducción
- Cálculo, definición y caracterización del personal requerido para las labores de Dirección, Gestión, operación, mantenimiento y limpieza tanto de las instalaciones físicas como del material rodante principal y auxiliar
- Cálculo y Definición de los escalones de mantenimiento de las instalaciones fijas y del material rodante
- Descripción de cada uno de las fases y escalones de mantenimiento
- Cálculo con indicación y justificación de las hipótesis de los costos de operación y explotación comercial del sistema
- Cálculo de los costos de energía y combustibles para el sistema
- Cálculo de los ingresos por concepto de la explotación comercial del sistema

Para la presentación de los costos de explotación de la línea, el Consultor agrupará los mismos en los siguientes conceptos.

- Costes de Personal de Dirección/Gestión.
- Costes de Mantenimiento de la Infraestructura de las obras civiles, instalaciones físicas y Estaciones.
- Costos de mantenimiento del material rodante principal y auxiliar.
- Costes de Operación del Servicio.

El Consultor presentará para calcular los costos de mantenimiento del sistema el Plan de mantenimiento de las Instalaciones fijas y del material rodante principal y auxiliar (para el mantenimiento de las instalaciones fijas), los servicios de Mantenimiento incluirán todas las actividades asociadas al Mantenimiento Predictivo, Preventivo y en su caso al Mantenimiento Correctivo, y las limpiezas técnicas asociadas a las instalaciones y al material rodante.

El alcance de las actividades asociadas al Mantenimiento incluirá tanto la aportación de la mano de obra como la de los materiales, repuestos, insumos y consumibles necesarios para los siguientes trabajos:

- Las actividades de Mantenimiento Predictivo, conforme a las consistencias y frecuencias determinadas.
- Las actividades de Mantenimiento Preventivo, conforme a las consistencias y frecuencias determinadas.

- Las actividades de Mantenimiento Correctivo, derivadas del deterioro normal provocado por la explotación, tras concluir los periodos de garantía e incluyendo la asistencia en línea cuando sea necesaria.
- La eventual asistencia en línea necesaria para la completa cooperación en la resolución de incidencias de explotación (accidentes, descarrilamientos, enganches de pantógrafo, etc.) que se presenten. Servicio de Asistencia en vía consiste fundamentalmente en la presencia de personal de mantenimiento en puntos estratégicos de la línea durante las horas críticas de servicio.

El Consultor presentará el análisis de los ingresos por concepto de la explotación comercial del sistema agrupados en los siguientes conceptos:

1. Ingresos por tarifa
2. Ingresos por concepto de publicidad y mercadeo del sistema
3. Otros ingresos, desagregándolos por los diferentes conceptos propuestos

xix. Material Rodante

El Consultor deberá definir todos los parámetros, requerimientos, especificaciones, datos y normatividad aplicable, necesarios para el diseño y construcción del material rodante para el ferrocarril propuesto.

Se seguirá las directrices de las normas europeas (EN) así como los proyectos de Normas Europeas (prEN) en la última versión disponible en el momento de desarrollar el proyecto, en el caso de ser necesarias las normas británicas (BS), si no se encuentra en estas normas se utilizarán las normas UIC o finalmente las normas francesas (NF). Además de todos los documentos o normas anteriormente citados, en el proyecto y construcción de las unidades se aplicarán también todas las normas correspondientes, ISO, CEI, así como las correspondientes a la legislación colombiana.

Parámetros generales a tener presente en la consultoría: El grupo de diseñadores deberá considerar los aspectos del trazado de la vía, las estaciones y todas las interfaces para definir el material rodante poniendo especial énfasis en:

- Los gálibos en estaciones, zonas de carga, zonas de intercambio, el trazado en rectas, curvas y túneles en caso de existir. El diseñador considerará el material rodante apropiado (para circular en curvas de pequeño radio con el menor gálibo dinámico posible que se ajuste a las normas EN), optimizando la arquitectura del vehículo, articulaciones entre cajas, así como la forma de las mismas, especialmente en sus extremos
- Coeficiente de adherencia, tracción, frenado y demás factores propios de estos sistemas, considerando que el trazado tiene zonas rurales con vegetación cercana a las vías y zonas urbanas con diferentes grados de contaminación.
- Que ningún elemento, a excepción de la pestaña de las ruedas, descienda por debajo del plano de rodadura, al pasar por un radio vertical de un valor a determinar cuándo se tengan más datos de la línea férrea.
- El diseñador definirá la composición de los convoy de trenes acorde a su diseño el cual deberá adaptarse al modelo de operación de la línea y a la demanda tanto de usuarios (en hora pico por sentido) como de carga y basuras.
- El diseñador definirá para sus cálculos propios y para el futuro suministro del material rodante, cargas por eje, carga por coche en vacío, Carga de usuarios (confort, Carga “media”, carga en hora pico, carga

excepcional – carga de diseño que se utilizaría a efectos del cálculo estructural), así como las cargas para los vagones de cargas y basuras en las diferentes condiciones que establece la norma EN.

- Los desplazamientos dinámicos de los diferentes vehículos (carga, basuras y pasajeros así como auxiliares) deberán tener presente los radios críticos de la vía, así como las condiciones de la dinámica para un sistema multipropósito, que permita optimizar la relación confort – seguridad – estabilidad para garantizar la mayor duración del material rodante.
- Las interfaces vía –vehículo, rueda –riel, adherencia – tracción, masa adherente, El balanceo y los esfuerzos entre los vehículos y la vía deben garantizar las solicitudes exigidas en las normas, con los parámetros que el consultor establezca para estos sistemas y vehículos.
- Los vehículos y la vía deben ser concebidos para las máximas velocidades de diseño posibles a lograr en el trazado, considerando los peraltes, insuficiencias de peraltes, pendientes máximas, velocidades máximas, y el nivel de sacudidas (Jerk), el diseñador deberá considerar el trazado de la vía y las características que puedan tener los vehículos que tiene en sus parámetros, para que características garanticen el confort a los usuarios para todos los trenes en estado de funcionamiento normal.
- El desgaste de las ruedas debe ser estimado para los parámetros que el grupo de consultores establezca acorde con las normas.
- Debe considerarse la Bidireccionalidad, que los coches motrices y locomotoras permitan optimizar la operación de la vía trazada.
- Los vehículos y el material rodante debe tener equipos modulares que permitan desconexión, desmonte y mantenimiento fácilmente para instalar ó intercambiar equipos por acciones operativas – o de mantenimiento de tal manera que la Intercambilidad de estos componentes faciliten y disminuyan los tiempos de intervención de los vehículos ferroviarios y el mantenimiento pueda realizarse con la menor afectación a la flota..
- Los vehículos o coches tanto de pasajeros como de cargas como motrices o remolques deben permitir acoplamiento con otras unidades motrices o con coches remolques de pasajeros o coches de carga, permitiendo conexión eléctrica, mecánica, neumática y de control según el caso.
- Los coches o vehículos tractores deben permitir su función tractora tanto en tire o empuje a otros coches de pasajeros o de carga.
- El diseño de los sistemas de seguridad estará basado en la técnica de seguridad positiva (“fail safe” o de falla segura); en particular los equipos de frenado estarán diseñados bajo el concepto de seguridad positiva de tal modo que cualquier falla del sistema de conducción conlleve inmediatamente a una situación controlada desde el punto de vista de la seguridad.
- El sistema de señalización definido tanto embarcado como en vía deberá buscar la seguridad del usuario, la carga y los vehículos ferroviarios, siendo responsabilidad del diseñador la definición de un sistema apropiado para el trazado, la configuración de vehículos y la posible expansión del sistema.
- El diseñador debe considerar una vida útil del material rodante, debe ser superior a 37 años, indicando en sus diseños el valor de la vida deseada en cada tipo de vehículo o coche, incluyendo los componentes mayores como son caja o estructura, bogíes, equipos de tracción, sistemas auxiliares, convertidores, generadores, ejes, conservando el mantenimiento indicado por el fabricante y la explotación anual acorde con la demanda proyectada en el tiempo. El diseñador debe indicar el kilometraje anual para esta vía.
- Los vehículos y el material rodante deben diseñarse con los elementos de seguridad ferroviaria previstos en las normas para las condiciones de seguridad más estrictas tanto en los operadores como en el caso de pasajeros para los usuarios, como es el caso de Hombre Muerto, pulsadores de emergencia entre otros.
- Los vehículos y el material rodante deben diseñarse con los dispositivos de registro y visualización de eventos ocurridos relacionados con la seguridad y operación del tren, tales como las órdenes de

frenado, modos de conducción, estado de los disyuntores, posición de los manipuladores de frenado y de tracción, velocidad del tren, ubicación del tren, etc. El acceso a dicho dispositivo debe realizarse a través de una computadora apropiada para sistemas de altas vibraciones y aplicaciones ferroviarias.

- El diseñador estimara los cálculos y diseños de los coches o vehículos o convoy, deben hacerse a condiciones de carga de diseño o carga excepcional acorde con las normas indicadas.
- El diseñador deberá dimensionar el material rodante para cumplir con los escenarios de colisión definidos por las normas EN las condiciones más desfavorables.
- El diseñador realizara un pre- cálculo de tracción (incluyendo una simulación computarizada para todo el trazado) deben hacerse en condiciones degradadas al extremo y condiciones de carga de diseño, pendiente máxima con curvas críticas tanto horizontales como verticales, en condiciones de riel seco, húmedo y con contaminantes como hojas, para estimar la tracción mínima que debe tener el sistema según sus parámetros y las normas aplicables.
- El diseñador realizara un pre- cálculo de frenado, deben hacerse en condiciones degradadas al extremo y condiciones de carga de diseño, pendiente máxima con curvas críticas tanto horizontales como verticales, en condiciones de riel seco, húmedo y con contaminantes como hojas, para estimar el sistema mínima de frenado que debe tener los vehículos según sus parámetros y las normas aplicables.
- El diseñador debe considerar los diferentes casos de frenado para las posibles combinaciones de vehículos de tracción y remolque que consideren en sus diseños, bajo las normas aplicables.
- El diseñador definirá los criterios mínimos de RAMS (FDMS Fiabilidad, Disponibilidad, Mantenibilidad y Seguridad) que debe cumplir el material rodante y entregará los estudios pertinentes siguiendo los criterios de la norma EN.
- El Consultor calculará y definirá el recorrido medio entre incidencias expresadas en kilómetros (MKBF), La disponibilidad del material móvil deberá ser compatible con los objetivos globales de disponibilidad global del sistema y así mismo definirá los parámetros de diseño de los vehículos con base en tecnologías fiables, contrastadas y con soluciones constructivas (subconjuntos independientes, redundancia, etc.) que permitan reducir, e incluso eliminar, el impacto de las averías en la operación.
- El diseñador definirá el o los sistemas de lubricación aplicables según el trazado a la vía o al material rodante o en ambos desde el concepto y parámetros generales acorde con las normas ambientales vigentes. Normas EN para sistemas férreos y ambientales vigentes.
- El diseñador evaluara y justificara la pertinencia de disponer en los vehículos de un sistema que permita controlar el deslizamiento que afecta ruedas y rieles para las diferentes condiciones de vehículos.
- La electrónica de control debe ser diseñada, fabricada y validada de acuerdo con la normativa Europea EN para Aplicaciones ferroviarias.
- El diseñador de los equipos eléctricos y electrónicos recomendará el grado de estanqueidad, polución, vibraciones, control de armónicos, entre otros, correspondiente.
- El diseñador y su equipo de trabajo deben considerar las posibles perturbaciones por los campos electromagnéticos y radiaciones de radiofrecuencia posibles tanto en la vía como en el material rodante.
- El diseñador dará los parámetros para los diferentes elementos y componentes asociados a sistemas críticos de señalización, así mismo indicará los rangos de temperatura para los equipos considerando las temperaturas extremas que puedan alcanzarse en interiores de cajas y aparatos para las que deberán estar preparados los equipos, a las condiciones ambientales del trazado.
- El diseñador deberá considerar las corrientes de viento de la región para diseñar el vehículo en temas de cargas externas para los análisis cinemáticos y dinámicos, así como los flujos de aire para posible ventilación de equipos bajo piso o sobre techo.
- Para todos los casos de carga y para todos los niveles de desgaste de ruedas del vehículo, El diseñador definirá la altura del piso del vehículo y la altura del andén para que el pasajero pueda hacer la

transferencia dentro de los parámetros de las normas EN. De manera similar para el descargue de los coches o vagones de carga.

- El diseñador establecerá los parámetros de ruido interior y exterior acorde con las normas EN e ISO, así mismo el diseñador planteará rangos de ruido permisibles para el material rodante acorde con la normatividad vigente EN, ISO y la legislación Colombiana.
- El diseñador se informará de los servicios de meteorología de la región donde circulará el vehículo para conocer las temperaturas y humedades relativas necesarias para el cálculo del sistema de ventilación y/o climatización, para lo cual tendrá presente el aislamiento térmico entre el exterior y el interior del vehículo.
- El diseñador debe incluir en su trabajo los análisis impacto para los diferentes vehículos del material rodante acorde con la normativa EN y emitirá recomendaciones para la protección del conductor y de los pasajeros en las diferentes condiciones de análisis de la Norma.
- Los cristales o vidrios, frontales, laterales, intermedios, interiores o exteriores deben cumplir las normas EN aplicables en cada caso y el diseñador definirá la norma apropiada, así como los criterios aplicables para cada cristal.
- El diseñador definirá y dará parámetros generales para los sistemas de baterías y condiciones de energía de emergencia, para según normas europeas (EN).
- El diseñador especificara los sistemas de puertas y señales de emergencia para todo el material rodante, según normas europeas (EN)
- El diseñador especificara los sistemas de detección y/o extinción de incendios, para todo el material rodante, según normas europeas (EN)
- El diseñador especificara los sistemas de iluminación interior y exterior de los coches de pasajeros, tanto en condiciones de operación normal, así como en modos degradados de operación y en casos de emergencia. según normas europeas (EN).
- El diseñador especificara los parámetros para los sistemas de pintura e identificación del vehículo para los otros vehículos, así como para los coches de pasajeros y de carga, según normas europeas (EN).
- El diseñador analizará el trazado, Las interacciones del material rodante con las vías, respecto a las vibraciones generadas y transmitidas del sistema a las zonas circundantes durante todo el trazado. Los niveles de estas vibraciones inducidas por el sistema deberán estar en los rangos permisibles por las normas EN e ISO vigentes en la proximidad o en el interior de los edificios circundantes y minimizados a través de un diseño apropiado de la infraestructura y superestructura de vía
- El diseñador especificara los parámetros para los Sistemas de información al viajero considerando los criterios de accesibilidad universal (indicadores luminosos, sonoros, avisos visuales y avisos sonoros, letreros táctiles, entre otros) según los requerimientos de las normas europeas EN, para los coches de pasajeros y de carga.
- El diseñador especificara los parámetros para el Sistema de radio comunicaciones para con el interior entre cabina conductor y compartimento de pasajeros, entre cabinas de conductores en caso que el vehículo o convoy tenga múltiples vehículos motrices acoplados para el exterior con el puesto de control, para el exterior con la policía ó seguridad del sistema. Adicional debe incluir sistema de mensajes remotos para que sean enviados mensajes a los pasajeros desde el puesto de control.
- El Consultor indicara las especificaciones del material rodante propuesto, acordes con los numerales anteriores, la tecnología ferroviaria y el estado del arte a la fecha.
- El consultor deberá considerar todo tipo de precauciones con el fin de preservar el material rodante de toda de perturbación, funcionamiento y desgaste prematuro.
- El consultor en la elección de la tecnología se deberá considerar tomar todo tipo de precauciones con el fin de preservar el vehículo de toda perturbación de funcionamiento o desgaste prematuro, en especial debido a la corrosión, por la presencia de dicha polución y polvo en el ambiente.

Vehículos auxiliares y equipamiento de vía permanente:

- Para la operación y mantenimiento del sistema el diseñador definirá y recomendará según el tamaño y forma del trazado, así como el diseño constitutivo de la vía férrea los equipos y vehículos para el mantenimiento de la misma, considerando las normas Europeas EN.
- El diseñador evaluará, el trazado de la vía, las condiciones de carga al cual está sometida la vía férrea por los vehículos de pasajeros y de carga estimados, así como la circulación de los mismos. Información con la cual definirá los vehículos auxiliares mínimos para garantizar el mantenimiento de la vía y definirá las especificaciones de los mismos acorde con los tiempos de mantenimiento disponibles para la vía. Autonomía horas de operación, rendimiento de las actividades por noche.
- El consultor en la elección de la tecnología se deberá considerar tomar todo tipo de precauciones con el fin de preservar el vehículo de toda perturbación de funcionamiento o desgaste prematuro, en especial debido a la corrosión, por la presencia de dicha polución y polvo en el ambiente.

xx.2. Definición de las características principales del vehículo

El Consultor indicara las siguientes especificaciones del material rodante propuesto:

- Tensión de tracción
- Ancho total teniendo en cuenta las condiciones del gálibo.
- Longitud total
- Altura vehículo
- Capacidad unitaria del vehículo con plazas sentadas y de pie, para una densidad de ocupación de 6 pasajeros de pie/m².
- Velocidad máxima de servicio en la parte interurbana y en la parte urbana
- Capacidad de aceleración y deceleración.
- Niveles de redundancia, para asegurar altos niveles de fiabilidad y disponibilidad.
- Aceptabilidad de composición doble (conducción múltiple con dos unidades acopladas).
- Indicar áreas de piso bajo
- Nivel de acceso (Lo más bajo posible para reducir al máximo la altura de los andenes).
- Vida útil del equipo.
- El coeficiente de motorización y los esfuerzos de frenado
- Consumo de energía

xx.3. Definición de las condiciones de carga

La capacidad del material rodante quedará especificada de acuerdo a las siguientes definiciones sobre las condiciones de carga y características sobresalientes:

- Carga en vacío.
- Carga de "confort": plazas sentadas ocupadas al 100% + 2 pasajeros a pie por metro cuadrado.
- Carga "media": plazas sentadas ocupadas al 100% + 4 pasajeros a pie por metro cuadrado.

- Carga “normal hora pico”: plazas sentadas ocupadas al 100% + 6 pasajeros a pie por metro cuadrado.
- Carga “excepcional”: plazas sentadas ocupadas al 100% + 8 pasajeros a pie por metro cuadrado. Este estado de carga se utilizaría a efectos del cálculo estructural.

xx.4. Imagen exterior e interior del vehículo

La imagen interior y exterior del material móvil del Corredor deberá mostrar su integración en la región. Deberá mostrar imagen de modernidad y alta tecnología.

Debe transmitir imagen confortable, ofreciendo una impresión de tranquilidad a sus pasajeros, con una insonorización muy cuidada y una luminosidad relajante, así como una elección de tonos interiores apropiados. Deberá ser reconocible y legible a primer golpe de vista por el viajero, transeúnte, ciudadano, etc.

Además de sus características en cuanto a fuego y humo, especificadas más adelante, los materiales de interiorismo estarán realizados en materiales con un buen comportamiento ante posibles acciones de vandalismo, como por ejemplo aluminio o acero inoxidable, así como resina reforzada con fibra de vidrio. Las piezas pintadas, se protegerán contra grafitis.

Por otra parte los pisos estarán dimensionados para soportar las cargas derivadas de una ocupación en configuración AW4. Los revestimientos de los pisos serán resistentes a la abrasión y acordes al diseño interior definido.

xx.5. Características técnicas del vehículo

a. Normativa aplicable

Las unidades se ajustarán a las leyes y normas obligatorias que les sean aplicables. Las unidades tendrán que cumplir las Normas Europeas (EN) ya existentes, así como los proyectos de Normas Europeas (prEN) en la última versión disponible en el momento de desarrollar el proyecto. Así mismo, las unidades tendrán que cumplir las normas UIC.

Además de todos los documentos o normas anteriormente citados, en el proyecto y construcción de las unidades se aplicarán también todas las normas correspondientes, ISO, CEI, así como las correspondientes a la legislación colombiana.

b. Resistencia estructural

La estructura de las cajas deberá estar dimensionada según los requerimientos de la categoría P-IV de la norma EN 12663, para la condición de carga AW4. Así mismo, se realizará un ensayo extensométrico.

c. Resistencia al choque

El vehículo estará dimensionado para cumplir con los escenarios de colisión definidos para la categoría C-III de la norma EN 15227.

d. Ruedas y ejes

La anchura de llanta y el diámetro de rueda serán compatibles con los aparatos de vía. La vida de la rueda debe ser la mayor posible.

La rueda podrá ser enteriza o elástica, teniendo siempre en cuenta que deberán cumplirse las exigencias en cuanto a ruido y vibraciones que se estipulen.

e. Sistemas de suspensión

La suspensión del vehículo estará formada por dos etapas, primaria y secundaria, garantizando entre ambas un adecuado grado de confort en el departamento de viajeros y correcta circulación del bogie tanto en curva como en recta, salvaguardando al vehículo de las posibles irregularidades de la vía, conjugando el confort con el comportamiento vertical y transversal, teniendo en cuenta el galibo máximo admisible del corredor y las aceleraciones verticales máximas permitidas por la normativa.

f. Sistema de freno

El sistema de freno estará dimensionado siguiendo los principios de la norma EN 13452. El material está equipado con al menos los siguientes tres tipos de freno:

- Un freno eléctrico que se puede regular, permitiendo su ejecución mediante freno regenerativo, o freno reostático. Este freno funciona normalmente como freno de recuperación y cuando la red no puede absorber toda la energía de frenado recuperada, se utiliza el freno reostático con apoyo del freno mecánico cuando se requiera.
- Un freno mecánico ajustable será dimensionado con el fin de respetar el rendimiento óptimo sin calentamiento anormal. En sus funciones de socorro y de estacionamiento, el freno mecánico será el de seguridad.
- Un freno por patín electromagnético, alimentado por la fuente autónoma del vehículo (la batería).

g. Sistema de antipatinaje y antideslizamiento

Los dispositivos de antipatinaje y antibloqueo optimizarán los rendimientos de tracción y de frenado en todas las condiciones de adherencias.

En particular, en frenado el sistema deberá permitir que no haya deslizamiento ni bloqueo de rueda

h. Bucles de seguridad

Los bucles de seguridad estarán constituidos por un cableado que enlace en serie todos los contactos.

La detección de averías que ponen en peligro la seguridad de un vehículo se realizará mediante el corte inmediato de los diferentes lazos de seguridad.

Estas provocarán, por su inhibición, la activación del frenado de emergencia o de socorro. Las funciones o equipos vigilados por estos lazos y las acciones resultantes se definirán en los estudios de seguridad del funcionamiento.

En especial, y al menos, las funciones de frenado, puertas, hombre muerto serán vigiladas mediante bucles de seguridad.

La aparición del frenado de emergencia o socorro debido al corte de un bucle de seguridad deberá traducirse igualmente a través de una información proporcionada al agente de conducción sobre el origen de la solicitud de frenado.

i. Hombre muerto

Esta función permite a los transportes guiados, la conducción con un solo conductor. El funcionamiento del dispositivo que asegurará el control de vigilancia del conductor, deberá autorizar el desplazamiento del vehículo, solamente si el agente mantiene pulsado intermitentemente el dispositivo instalado sobre el panel de conducción.

Este sistema será de doble seguridad, de acuerdo con las prescripciones de la ficha UIC 641-2-0.

j. Registrador de eventos

Este dispositivo permite registrar los diferentes parámetros característicos de la marcha en operación, tales como la velocidad, el sentido de la marcha, las acciones del conductor o los viajeros que concierne a la seguridad, la hora exacta, etc.

Los datos se graban permanentemente en un aparato con memoria estática compatible con una computadora tipo PC. El tamaño de la memoria (que deberá ser ampliable) permitirá registrar los parámetros durante un cierto tiempo.

Estará protegido contra golpes y aceleraciones, de forma que no se dañe en potenciales accidentes.

k. Estanqueidad al agua

No deberá producirse penetraciones de agua (rastros de humedad) en los espacios para viajeros y las cabinas de conducción cuando el elemento está en parada o en circulación.

l. Protección contra la corrosión

Se evitará la formación de corrosión en los elementos, mediante pintura y otras protecciones.

La pintura y los revestimientos exteriores serán capaces de resistir sin alteración alguna los lavados repetidos.

m. Protección contra incendios

La concepción del vehículo en lo que respecta a la protección contra incendios se realizará siguiendo la especificación técnica TS 45545 u otra norma similar, clasificando el vehículo en función de la explotación del Corredor.

El conductor poseerá en cabina los medios de intervención para tratar de apagar cualquier incendio en el vehículo cualquiera que sea la causa. Tendrá a su disposición un extintor de polvo. Existirán también extintores en el compartimento de pasajeros.

El conjunto de los materiales que componen el vehículo estarán concebidos según la norma NF F 16-101, en lo que respecta a su reacción contra el fuego, la opacidad del humo y el nivel tóxico de los gases emitidos.

Los equipos eléctricos responderán a las especificaciones de la norma NF F 16-102.

La descripción del Material Rodante deberá contener entre otros elementos técnicos los siguientes:

- Características de funcionamiento
- Características Físicas
- Diseño Interior
- Confort, control del clima, ruido y aislamiento de vibraciones
- Sistema de Puertas para acelerar el embarque
- Acceso de pasajeros con discapacidad o movilidad reducida
- Indicadores de Velocidad
- Indicadores de Confiabilidad
- Indicadores de nivel de rendimiento
- Sistemas de Seguridad
- Sistemas de evacuación rápida
- Características de Seguridad Operacional
- Otros datos relevantes.

Además, el Consultor debe describir las características técnicas del material rodante y las relaciones con el sistema propuesto desde un punto de vista estratégico, soportado en los análisis estadísticos y comparaciones, considerando las variables individuales de la ciudad capital y los aspectos relevantes de seguridad operacional y protección a los ocupantes.

xx.9. Selección de unidades de material rodante

A partir del modelo operacional, que tiene en cuenta las especificaciones de trazado identificadas en el diseño geométrico y la demanda estimada calculada en el anexo III, el Consultor podrá identificar el material rodante tractivo y remolcado (Pasajeros y Carga) necesario para llevar a cabo el proyecto.

Para la selección de las diferentes clases y tipos de material rodante que requiere la naturaleza del proyecto, el Consultor debe considerar en sus requisitos básicos 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, etc.

- La interrelación del vehículo con los otros subsistemas de la red ferroviaria a la que se va a incorporar, ya sea nueva, rehabilitada o existente, estableciendo su relación con la superestructura de la vía, la alimentación eléctrica, 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.

xx.10. Configuración o Composición de Trenes

Para la configuración de trenes, el consultor deberá elegir la longitud máxima (máximo número de vagones) con base en diversos aspectos como la localización y la capacidad de la producción de la carga a movilizarse por el corredor férreo, el tipo de carga, la tracción disponible en el material rodante tractivo, las secciones de vía disponibles en patios, apartaderos y estaciones.

Así mismo se deberá tener en cuenta si el trazado del proyecto cruza carreteras (de segundo grado) a nivel, así como áreas pobladas para verificar con las autoridades en materia de tránsito, la disponibilidad de tiempo autorizado para el paso de trenes por dichas áreas. La disponibilidad de tiempo para el cruce por estas zonas limita la longitud máxima de la composición del tren.

En resumen, el consultor realizará la composición del tren usando la información de la carga a movilizar para identificar el tipo y el número de vagones requeridos y con base en lo anterior calculará el peso total del tren (incluyendo peso del material tractivo) para determinar la potencia necesaria (Clase y número de locomotoras) con la que se podrá movilizar el tren teniendo en cuenta el diagrama de pendientes del alineamiento.

El consultor deberá tener en cuenta también los siguientes aspectos que inciden en la composición de trenes:

- Sistema de Frenado
- Eficiencia de los frenos
- Prueba de frenado
- Tracción concentrada y repartida
- Acoples

xx.11 Interrelación del material rodante y la infraestructura

Adicionalmente, se requerirá que el Consultor indique los componentes del material rodante, que se relacionan a continuación, y analice cada uno de ellos para determinar su incidencia en el diseño de otros subsistemas ferroviarios tales como la infraestructura, la superestructura, el alineamiento geométrico, el galibo estructural, el diseño de estaciones, puentes, obras de arte, etc.

Definición de Parámetros Básicos del material rodante:

- Gálbo
- Gálbo en Recta
- Gálbo en Curvas
- Conicidad de la Superficie de Rodado de Llantas o Ruedas
- Peso de los Equipos Rodantes
- Potencia
- Resistencia al Rodado
- Capacidad de Tracción de los Equipos
- Velocidad de Circulación
- Características del Rodado
- Capacidad de Frenado
- Solicitaciones de la Vía Sobre el Equipo Rodante
- Solicitaciones del Equipo Rodante Sobre la Vía
- Circulación de los Vehículos en las Curvas
- Sistemas de Alimentación para la Tracción
- Altura del Piso
- Enganches
- Otras especificaciones que el Consultor considere analizar

En términos generales, los componentes que más inciden, de todos los relacionados en el listado, en el diseño de la infraestructura de un proyecto ferroviario se indican a continuación:

- Gálbo, o sección transversal, que determina el contorno de las obras de arte, entrevías y elementos accesorios de la vía, tales como instalaciones de electrificación y señalización.
- Peso, que determina la sección de los rieles y el dimensionamiento de puentes y otras obras de arte.
- Potencia, que determina las gradientes máximas en que podrán operar los vehículos en condiciones de eficiencia razonable, así como algunas características geométricas de la vía.
- Velocidad de circulación, que determina la morfología de las curvas.
- Características del rodado, que determina elementos como la forma del perfil de los rieles, el tipo de sujeciones y otros factores.
- Sistema de alimentación eléctrica de tracción, que determina el diseño de catenarias y subestaciones eléctricas.

xx. Análisis de los componentes de mantenimiento y Operación de la Concesión

En caso que el proyecto o parte del proyecto se realice por algún tipo de Asociación público privada, el Consultor debe proponer parámetros de servicio funcionales, estructurales y operacionales para la concesión y metas asociadas con cada uno de ellos.

Definir requerimientos para la operación de la vía férrea, incluyendo costos de construcción y gestión de estaciones, patios de maniobra, puestos de control, casetas de pasos a nivel y otros relevantes. Presentar un estimado de los costos de operación durante la concesión.

El Consultor, deberá inicialmente identificar, evaluar y utilizar los índices empleados por el Gobierno de Colombia en el transporte ferroviario. Al mismo tiempo, si amerita, el Consultor deberá proponer, justificar

y utilizar índices alternativos o complementarios que considere adecuados. Los parámetros deben estar asociados con el servicio y confort de los usuarios y con la durabilidad de largo plazo de la obra teniendo en cuenta los índices de calificación de la vía tales como la metodología AAR (Track Quality Index – TQI), la metodología ADIF (Calificación de la vía) o algún equivalente.. Parámetros operacionales incluyen velocidad de operación, ton-km transportadas, pasajeros transportados, capacidad de la vía, número de incidentes, número de accidentes, índices de mortalidad, estado de los equipos de control y monitoreo, entre otros.

Realizar análisis de sensibilidad sobre los costos de rehabilitación, mantenimiento y operación. Dentro de estos costos se tendrán en cuenta aquellos relacionados con la infraestructura y equipos para la operación.

Proponer una estrategia para el mantenimiento y operación de los Proyectos, que involucre estándares en descripción de actividades, metodologías, presupuestos, programaciones, sistema de seguimiento, formas de pago, entre otras.

Definir los componentes de mantenimiento y operación, determinando las actividades, cantidades de obra, especificaciones, características técnicas, costos, programación, requerimientos técnicos y demás elementos necesarios para la ejecución de dichas actividades en el Proyecto teniendo en consideración las metodologías utilizadas por las normas EN..

Operaciones Ferroviarias

La adecuada planificación de las operaciones ferroviarias y sus subsistemas garantizaran la seguridad en la circulación de trenes mediante el uso apropiado de un sistema confiable de señalización, un sistema eficiente de comunicaciones y la capacitación del personal ferroviario a cargo de las operaciones.

En consecuencia a lo anterior, el Consultor deberá hacer entrega de un Informe que en primera instancia indique el modelo operacional con base en la demanda a movilizar (calculada en el Anexo III) y el material rodante a utilizar (calculado en el capítulo anterior) y a partir de dicho modelo, deberá indicar todos los componentes que se deben tener en cuenta para que los sistemas que garantizan la seguridad en las operaciones ferroviarias sean satisfactorios.

Modelo operacional

Para elaborar el modelo operacional, el Consultor deberá utilizar los resultados del alineamiento óptimo calculado en el diseño geométrico y la demanda estimada en todas las etapas del proyecto, la cual es calculada a través del análisis del anexo III. Las variables que deberá seleccionar e indicar en este modelo se relacionan a continuación:

- Longitud total del trazado.
- Diagrama de pendientes.
- Longitud de los apartaderos.
- Localización (indicando la abscisa de inicio y terminación) de cada apartadero.

- Velocidad de diseño sectorizada en el corredor teniendo en cuenta sectores de la vía en los cuales la velocidad puede ser restringida como puede ser el caso en los pasos a nivel, pasos por estaciones, cruces por áreas pobladas, circulación a través de curvas excepcionales, puentes, etc.
- Localización de estaciones (indicando la abscisa de inicio y terminación).
- Demanda proyectada en todas las etapas del proyecto.
- Desintegración de la demanda por productos.
- Identificación de origen y destino de los productos (indicando las abscisas correspondientes en el corredor).
- Tiempos de duración de cargue y descargue de las mercancías a transportar en el Ferrocarril según su configuración (Análisis que se requiere en el capítulo de Material Rodante).
- La capacidad de arrastre del material tractivo a utilizar en el proyecto (Análisis que se requiere en el capítulo de Material Rodante).

Con base en la recopilación de las variables, el Consultor elaborará el modelo operacional que a su vez deberá indicar los el tiempo total del ciclo de operación y con base en los ciclos de operación se deberán calcular las frecuencias de paso en el corredor.

El modelo operacional deberá considerar los inconvenientes reales que se generan en la operación de una red ferroviaria, por lo cual la disponibilidad de tiempo real se debe reducir con el fin de considerar en el modelo un factor de seguridad que se tiene en cuenta por interrupciones en el servicio causados por huelgas, accidentes, condiciones climáticas desfavorables, periodos dedicados al mantenimiento, entre otros.

Con base en los resultados del modelo operacional, el Consultor deberá indicar las necesidades del material rodante para satisfacer la demanda identificada en el anexo III e indicar la configuración del tren tipo (aspecto que se desarrollara más a fondo en el capítulo de material rodante).

El modelo operacional deberá incluir la entrega de las mallas de circulación preliminares (Graficas espacio – temporales) de la operación de los trenes y un horario estimado de la hora de llegada y de salida de los trenes en cada estación del proyecto.

Por otro lado, el Consultor deberá hacer entrega de todo el personal necesario para ejecutar las actividades relacionadas con la operación ferroviaria, así como las funciones que son ejecutadas a través del funcionamiento de los subsistemas de enclavamientos, comunicaciones y señalización.

Gestión RAMS

El Consultor en cualquier fase del ciclo de vida del proyecto deberá realizar todas las actividades de gestión de proceso RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Safety) según las siguientes normas:

- EN 50126 Aplicaciones Ferroviarias. Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS). Parte 1: Requisitos básicos y procesos genéricos
- EN 50128 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección de ferrocarril.
- EN 50129 Aplicaciones ferroviarias. Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.

Los documentos de seguridad se tendrán que presentar organizados en un Dossier de Seguridad según lo especificado en la norma EN 50129.

Entregables RAMS

El Consultor presentará la siguiente Información:

- Programa RAM
- Plan de Seguridad
- Informe Preliminar de RAM
- Análisis de Seguridad Preliminar

Programa RAM

El Programa RAM tendrá como mínimo lo siguientes apartados:

- Definición de la Política RAM adoptada.
- Definición clara del alcance del Programa.
- Descripción del Sistema/Subsistema y descomposición preliminar del sistema/subsistema a nivel componente.
- La definición de paquetes de trabajo RAM asociados a cada fase del ciclo de vida aplicable.

- Definición de roles, responsabilidades, competencias y relaciones de las organizaciones responsables de realizar los paquetes de trabajo RAM a lo largo del ciclo de vida.
- Definición del modelo FRACAS (Informe de Fallos, Sistema de Análisis y Acciones Correctivas) aplicado desde la fase de producción hasta la aceptación. En esta primera versión del Programa será necesario como mínimo definir la organización que se entiende concretar para llevar a cabo las tareas asociadas a las actividades del FRACAS.
- Definición de los medios empleados para asegurar la coordinación de los distintos elementos RAM.
- Definición del listado de entregables.
- Definición de tareas de seguimiento de los parámetros RAM que se realizarán desde la fase de Instalación hasta el conseguimiento de la Aceptación.
- Definición de interfaces con otros Planes o Programas relacionados.
- Definición de hipótesis y limitaciones utilizadas en la definición del Programa RAM.
- Definición de los medios a emplear en la gestión de subcontratos.

Plan de Seguridad

El Plan de Seguridad tendrá como mínimo los siguientes apartados:

- Definición de la política de Seguridad adoptada.
- Definición clara del alcance del Programa.

- Descripción del Sistema/Subsistemas y descomposición preliminar del sistema/subsistema a nivel componente.
- Definición de roles, responsabilidades, competencias y relaciones de las organizaciones responsables de realizar los paquetes de trabajo de Seguridad a lo largo del ciclo de vida.
- Descripción del ciclo de vida aplicado y de las tareas de los paquetes de trabajo asociados a cada fase del ciclo de vida.
- Descripción de las técnicas y metodologías empleadas para identificar riesgos, realizar la gestión de riesgos en tiempo real, redactar las especificaciones de requerimientos, verificar el diseño, proporcionar la cobertura de los requerimientos y realizar auditorías de Seguridad tanto internas como a subcontratistas.
- Definición del proceso/procedimiento de gestión de la configuración empleado.
- Definición de un listado de entregables.
- Definición de la estructura del caso de Seguridad.
- Definición de interfaces con otros Planes o Programas relacionados.
- Definición de hipótesis y limitaciones utilizadas en la definición del Plan de Seguridad.
- Definición de los medios a emplear en la gestión de subcontratas.

Informe RAM

El Informe RAM tendrá como mínimo los siguientes apartados:

- Tabla de datos RAM (como mínimo MTTF o MTBF, tasa de fallo, MTTR), con relativas fuentes.
- Análisis por diagrama de bloques de fiabilidad
- Especificación de todas las redundancias empleadas en el sistema/subsistemas

Análisis de Seguridad Preliminar

El Análisis de Seguridad Preliminar tendrá como mínimo los siguientes apartados:

- Análisis preliminar de peligros.
- Listado de peligros asociados al sistema/subsistema.

Objetivos RAM

El Consultor deberá garantizar, tanto para la arquitectura propuesta como para las arquitecturas resultado de futuros cambios una Disponibilidad Inherente del 99.99%.

La Disponibilidad Inherente se define como:

- La definición de requerimientos más detallados y de definición de condiciones de fallo RAM será parte de la prestación a proveer.

Objetivos de Seguridad

El Consultor en su análisis de riesgos deberá tener en cuenta los objetivos de seguridad (tabla de aceptabilidad de riesgos, lista de eventos potencialmente peligrosos,...) que definirá la autoridad ferroviaria competente.

xxi. Recomendaciones para corredor mixto

En caso que el Consultor en su análisis proponga un proyecto de tráfico mixto, es decir que considere la circulación de trenes de pasajeros y de carga por la misma vía, se le solicita al Consultor que presente un planteamiento técnico para este aspecto y tenga en cuenta los siguientes aspectos en la solución que deberá diseñar:

Las líneas de tráfico mixto deben tener las características más restrictivas de los trenes de pasajeros y de los trenes de carga, y por esta misma razón, presentan problemas metodológicos de interés en las soluciones técnicas de los proyectos, así como en su evaluación.

En lo que se refiere a la geometría, los servicios de pasajeros requieren curvas de mucho mayor radio, debido a su mayor velocidad. Estas curvas representan inversiones mayores que en un proyecto de transporte exclusivo de carga no serían necesarias. En contraste, las gradientes en un proyecto mixto deben ser menores que las que serían necesarias en un proyecto sólo de transporte de pasajeros.

La infraestructura de la vía férrea es un tema similar. Los equipos de pasajeros son normalmente más livianos que los de carga y no requieren secciones de riel tan grandes. Lo mismo sucede con las estructuras de los puentes.

Asimismo, la longitud de los desvíos de cruzamiento y maniobras para los trenes de carga deben ser considerablemente mayores.

En contraste, los sistemas de señalización y control de tráfico de las líneas con trenes de pasajeros deben tener niveles de seguridad mayores, no sólo por la seguridad de sus usuarios, sino por la mayor velocidad de los trenes.

Para el correcto diseño de los proyectos de tráfico mixto conviene separar las características de ambos tipos de trenes.

Además de las características propias del servicio, los trenes de pasajeros requieren:

- Mayores radios de curvas
- Sistemas de señalización y control de tráfico más seguros y sofisticados
- Estándares de mantenimiento más exigentes
- Relativa cercanía a los centros poblados
- Estricta segregación de las fajas
- Sistemas de suministro eléctrico (la mayoría de las veces)

A su vez, los proyectos de trenes de carga requieren:

- Menores gradientes (en el sentido cargado predominante)

- Mayores secciones de riel
- Puentes y obras de arte más resistentes
- Desvíos de cruzamiento y maniobras más largos
- Gálibos mayores

xxii. Presupuesto y Programación

El propósito de esta sección es desarrollar la información de ingeniería necesaria para estimar en el corredor férreo todas las estimaciones de costos, características, y programación de las diferentes etapas del Proyecto para proporcionar elementos técnicos y financieros para continuar con la apertura de licitación para el contrato de obra o de concesión según se determine en la estructuración (e interventoría).

El Consultor deberá entregar un presupuesto de referencia que describa los componentes que deben tenerse en cuenta para la implantación y mantenimiento de un sistema férreo y sea la base para estimar el costo del corredor que se escoja desarrollar. El presupuesto debe tener en cuenta y sin limitarse a estos, los siguientes componentes:

- Infraestructura (excavaciones, pavimentos, puentes, túneles, rampas de acceso y salida, barreras, señalización, redes de servicios públicos, planes de manejo ambiental y social, planes de manejo de tráfico y adecuación de desvíos, espacio público, puentes o túneles peatonales, etc).
- Sistema de cobro y comunicaciones.
- Sistema de control de tráfico.
- Mantenimiento.

El consultor basado en los estudios, planos y diseños anteriores debe desarrollar como mínimo los siguientes temas:

- Calcular las cantidades de obra
- Desarrollar el Análisis de precios Unitarios
- Identificar las especificaciones generales de construcción aplicable al Proyecto.
- Calcular el A.I.U. (Administración, Imprevistos y Utilidad)
- Calcular el presupuesto para la las diferentes etapas del Proyecto
- Calcular los costos ambientales y sociales aplicables al Proyecto (estudios, licencias, gestión)
- Calcular los costos prediales
- Calcular los costos asociados al mantenimiento
- Calcular los costos asociados a la operación con base en la demanda estimada.

Producto de esto se debe estimar un costo de inversión por Km Ferrocarril, diferenciando el costo entre Pasajeros, carga y residuos sólidos, y que incluya todos los sistemas y subsistemas que lo componente.

El Consultor deberá, entre otros, definir los siguientes costos que forman parte de la estructura del proyecto analizado:

Costos de rehabilitación y mejoramiento de la infraestructura férrea. Con base en los estudios y diseños, se calcularán cantidades de obra a nivel de ítem de construcción, y de acuerdo con las

especificaciones a utilizar; se establecerán los precios unitarios de cada uno, con su respectivo análisis, y con estos dos elementos se elaborará el presupuesto de inversión por este concepto. De igual manera se elaborará la programación de obra, teniendo como meta el desarrollo progresivo del Proyecto, acorde con los crecimientos estimados de la demanda, definiendo los eventos o hitos que darán inicio a la ejecución de inversiones. Se confeccionará igualmente el flujo de inversión anual.

Costos de mantenimiento rutinario, periódico, y preventivo de la infraestructura y superestructura.

Con base en el plan de mantenimiento se calcularán cantidades de obra a nivel de ítem de mantenimiento; se establecerán los precios unitarios de cada uno, con su respectivo análisis, y con estos dos elementos se elaborará el presupuesto de mantenimiento por este concepto. De igual manera se elaborará la programación de mantenimiento anual, acorde con los estándares de calidad y niveles de servicio que se vayan a exigir. Se confeccionará igualmente el flujo de inversión anualizado.

Costos de equipos e infraestructura para la operación.

Con base en el diseño pen factibilidad avanzada del sistema de operación se calcularán las cantidades de equipos a nivel de ítem, de acuerdo con las especificaciones a utilizar; se establecerán los precios unitarios de cada uno de acuerdo con precios de mercado, con su respectivo análisis o soportes de cotizaciones, y con estos dos elementos se elaborará el presupuesto de inversión por este concepto. De igual manera se elaborará la programación de adquisiciones, teniendo como meta el desarrollo progresivo del Proyecto, acorde con los crecimientos estimados de la demanda. Se confeccionará igualmente el flujo de inversión anual.

Costos de mantenimiento de equipos e infraestructura para la operación.

Con base en el plan de mantenimiento de equipos e infraestructura y superestructura se calcularán los costos, de acuerdo con las especificaciones a utilizar; se establecerán los precios, con su respectivo análisis, y con estos dos elementos se elaborará el presupuesto de operación y mantenimiento de equipos e infraestructura y superestructura. De igual manera se elaborará la programación de mantenimiento anual, acorde con los estándares de calidad y niveles de servicio que se vayan a exigir. Se confeccionará igualmente el flujo de inversión anualizado.

Costos de operación.

Con base en la estructura orgánica y en el diseño de operación de trenes definidos se calcularán los costos mensuales y anuales de la administración, control de tráfico, que incluirán los costos de personal, equipos, programas, servicios y seguros necesarios para el funcionamiento del sistema y la protección del proyecto. Se confeccionará igualmente el flujo de inversión anualizado.

Costos de implementación de gestión de predios.

Con base en el análisis predial y avalúos comerciales promedio se calcularán los costos de adquisición de terrenos en caso de ser necesario. Se confeccionará igualmente el flujo de caja de este costo conforme a la programación de obra y requerimientos prediales.

Costos de implementación de gestión ambiental.

Con base en el análisis ambiental y las actividades requeridas se calcularán los costos ambientales como estudios, licencias y demás trámites. Se confeccionará igualmente el flujo de caja de este costo conforme a la programación de obra y requerimientos propios del tema.

Costos de implementación de gestión social.

Con base en el análisis de la situación social se calcularán los costos de las campañas necesarias para atender estos aspectos, implementación de Planes de Manejo Ambiental o Estudio de Impacto Ambiental y demás trámites. Se confeccionará igualmente el flujo de caja de este costo conforme a la programación de dichas actividades.

Costos de consultoría.

Para llevar a cabo el Proyecto a nivel de estudios y diseños para construcción el Constructor y/o Concesionario del proyecto incurrirá en costos de consultoría que deben ser estimados

para incorporarlos a la evaluación del Proyecto. Se confeccionará igualmente el flujo de caja anual de este costo.

Otros costos. El Consultor deberá establecer la presencia de otros costos que afecten el Proyecto, calcularlos e incluirlos en este análisis.

Cronograma de inversiones: El Consultor con base en los costos y la programación de inversiones de cada una de las actividades señaladas elaborará el cronograma general de inversiones del Proyecto. La unidad temporal mínima para este cronograma de inversiones será anual, de tal forma que sirva de insumo para el modelo financiero.

xxiii. Determinación del Cronograma de Ejecución del Proyecto

El Consultor deberá establecer los cronogramas para la ejecución y puesta en funcionamiento del proyecto:

- Cronograma de ejecución de las obras de construcción y de inversión de los recursos.
- Cronograma de adquisición y puesta en funcionamiento del material rodante y de inversión de los recursos.
- Cronograma de ejecución de pruebas y puesta en funcionamiento del servicio.
- Cronograma de inversiones a ejecutar en mantenimientos periódicos y reposiciones tanto de la infraestructura como del material rodante.

Estos cronogramas deberán permitir elaborar proyecciones financieras de las inversiones requeridas para la ejecución de las obras del proyecto, la adquisición y puesta en servicio del material rodante y la proyección de los ingresos del proyecto durante su fase de implementación, así como de las inversiones requeridas en reposición y mantenimiento durante la ejecución del proyecto.

xxiv. Informe Final de Estudios y Diseños

En el Informe Final, el Consultor integrará todos los estudios mencionados a continuación. Este informe constará de los siguientes capítulos.

- Estudio de Demanda
- Estudio de topografía
- Diseño Geométrico
- Diagnóstico de la Calidad de la Geometría de Vía
- Estudio de Hidráulica, Hidrología y Socavación
- Estudio de Geotecnia y Geología
- Estudio de túneles
- Diseño de puentes, pontones y viaductos
- Estudio ambiental, Social y Predial
- Inventario y diseño de redes de servicios públicos
- Diagnóstico y Aprovechamiento de la infraestructura y superestructura existente
- Diseño de la plataforma de la vía
- Diseño de estaciones, edificaciones y plataformas de carga
- Sistema de Distribución de Energía
- Sistema de seguridad, señalización y control de trenes

- Diseño de Patios y talleres
- Diseño del sistema de comunicación para el sistema de señalización
- Diseño del Sistema de Recaudo
- Diseño del PCO
- Operación y mantenimiento del sistema
- Diseño del material rodante
- Análisis de los componentes de mantenimiento y operación
- Presupuestos y Programación
- Cronograma de ejecución del Proyecto

A su vez, parte de este entregable será un resumen ejecutivo que contendrá de manera resumida el alcance de cada uno de los estudios enunciados, las metodologías utilizadas, los resultados obtenidos y las conclusiones y recomendaciones formuladas, así como los planos, gráficos y cuadros que faciliten la comprensión del informe. Además debe contener la descripción de la localización, importancia y la ficha técnica del Proyecto.

El Informe Final de Estudios y Diseños contendrá el contenido requerido en cada uno de los estudios enunciados en las presentes especificaciones.

Este documento también constará de las fichas técnicas indicativas que servirán para la preparación de los procesos de licitación de los futuros Proyectos.

Además, deberá entregar una presentación (prezi y .ppt) con videos, renders, y demás expresiones gráficas, donde muestre las principales características del proyecto definido, descripción, localización y la ficha técnica.

Dentro del plazo previsto para la ejecución de los estudios, deberá entregar los documentos en original y 1 copia (textos en tamaño carta, papel blanco bond base 20 o de 75 gramos, con tapa dura de cartón de 2.5 milímetros, forrada en percalina o cuerina, con tornillo en aluminio, debidamente marcadas y los planos de tamaño de un pliego de 70 centímetros por 100 centímetros, el original en papel mantequilla de 120 gramos y por lo menos una copia en papel de seguridad presentado en porta planos) y 2 copias en medio magnético (en CD o DVD de todos los documentos del proyecto de planos y documentación escrita.).

xxv. Normatividad Aplicable

El consultor debe considerar la normatividad aplicable para la preparación tanto de su trabajo de Consultoría como para las labores que espera lleve a cabo el futuro contratista del Proyecto. El siguiente es un listado no exhaustivo de la normatividad que podría ser aplicable²²:

- a. Resolución 4577 del 23 de septiembre de 2009, adición al Manual de Señalización de señales turísticas.
- b. Resolución 24 del 7 de enero de 2011, Manual de Drenaje para Carreteras (2009).
- c. Resolución 3290 del 15 de agosto de 2007, Normas de Ensayo de Materiales.
- d. Resolución 3288 del 15 de agosto de 2007, Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.
- e. Resolución 7106 del 2 de diciembre de 2009, Guía de Manejo Ambiental.

²² La normatividad vigente de infraestructura vial carretera que regula aspectos técnicos sobre movimientos de tierras, estructuras hidráulicas y estructuras de contención aplica de la misma manera para proyectos ferroviarios.

- f. Resolución 3600 de 1996 del INVIAS. CODIGO COLOMBIANO DE DISEÑO SISMICO DE PUENTES de 1995 (CCP-200-94) y el Adenda No. 1 de 1996
- g. NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE.
- h. Resolución No. 1050 del 5 de mayo de 2004 del Ministerio de Transporte. Manual de señalización vial y reglamento.
- i. Manual of Standards and recommended practices de la Association of American Railroads - AAR.

Los criterios de diseño a adoptar en los estudios especificados serán propuestos por el consultor y verificados por la Interventoría y la Promotora Ferrocarril de Antioquia SAS o a quien esta delegue.

Normatividad técnica específica:

- Norma UNE-EN 13848-1:2004+A1:2009 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. CALIDAD DE LA GEOMETRÍA DE VÍA. PARTE 1: CARACTERIZACIÓN DE LA GEOMETRÍA DE VÍA.
- Norma UNE-EN 13848-5:2009+A1:2011 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. CALIDAD DE LA GEOMETRÍA DE LA VÍA. PARTE 5: NIVELES DE CALIDAD GEOMÉTRICA. PLENA VÍA.
- Norma NRV 0-2-0.1. GEOMETRÍA DE LA VÍA. PARÁMETROS GEOMÉTRICOS EN VÍA DE ANCHO INTERNACIONAL. Renfe. 1985.
- Norma NRV 1-0-1.0. ESTUDIO PREVIO GEOLOGICO. Renfe. 1985.
- Norma NRV 1-0-2.0. HIDROLOGÍA. Renfe. 1980.
- Norma NRV 7-1-0.1 - VÍA. REPLANTEO DE LA VÍA. Renfe. 1982.
- Norma INV E-172-07, Instituto Nacional de Vías
- MANUAL DE DRENAJE PARA CARRETERAS” del INVIAS (Instituto Nacional de Vías, del Ministerio de Transporte), de 2009.
- METODOLOGÍA GENERAL PARA LA PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS AMBIENTALES, expedida por el Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial conforme Resolución 1503 del 4 de agosto de 2010.
- Norma **UNE-EN 13803-1:2011** - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. PARÁMETROS DE PROYECTO DEL TRAZADO DE LA VÍA. ANCHOS DE VÍA DE 1 435 MM Y MAYORES. PARTE 1: PLENA VÍA.
- UIC leaflet 713. DESIGN OF MONOBLOCK CONCRETE SLEEPERS. 2004
- Norma NRV 3-4-1.0 - BALASTO DIMENSIONADO DE LA BANQUETA. Renfe. 1985.
- Norma NRV 3-6-0.0 - DESVÍOS DESCRIPCIÓN GENERAL. Renfe. 1991.
- UIC leaflet 715-2. RECOMMENDATIONS FOR MANAGEMENT OF RAIL. 2003
- Norma UNE-EN 15273-1:2013 (Partes 1 a 3) - APLICACIONES FERROVIARIAS. GÁLIBOS.
- Norma UNE-EN 13230-4:2010 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. TRAVIESAS Y SOPORTES DE HORMIGÓN. PARTE 4: SOPORTES PRETENSADOS PARA APARATOS DE VÍA.
- Norma UNE-EN 13145:2001+A1:2012 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍAS. TRAVIESAS Y SOPORTES DE MADERA.
- Norma UNE-EN 13481-2:2012 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO PARA LOS CONJUNTOS DE SUJECIÓN. PARTE 2: CONJUNTOS DE SUJECIÓN PARA LAS TRAVIESAS DE HORMIGÓN.
- Norma NRV 3-4-1.0. MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA, BALASTO Y DIMENSIONADO DE LA BANQUETA. Renfe. 1985.
- Norma NRV 2-1-0.0. OBRAS DE TIERRA. CALIDAD DE LA PLATAFOTMA. Renfe. 1980.

- Norma NRV 2-1-1.0. OBRAS DE TIERRA. DRENAJE Y SANEAMIENTO. Renfe. 1980.
- Norma NRV 2-1-2.0. OBRAS DE TIERRA. TRATAMIENTO DE LA PLATAFORMA. Renfe. 1982.
- Norma UNE-EN 13848-6:2014 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. CALIDAD DE LA GEOMETRÍA DE VÍA. PARTE 6: CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DE GEOMETRÍA DE LA VÍA.
- Norma NRV 7-1-0.0 - MONTAJE DE VÍA. SECUENCIA DE TRABAJOS. Renfe. 1993.
- Norma NRV 7-1-0.2 - MONTAJE DE VÍA. MÉTODOS DE REPLANTEO. Renfe. 1994.
- Norma NRV 7-1-0.3 - VÍA. MONTAJE DE LA VÍA. Renfe. 1983.
- Norma NRV 7-1-3.1 - MONTAJE DE VÍA. INSTALACIÓN DE LA VÍA. Renfe. 1995.
- Norma NRV 7-1-4.1 - MONTAJE DE VÍA. LIBERACIÓN DE TENSIONES. Renfe. 1993.
- UIC leaflet 719. EARTHWORKS AND TRACK BED CONSTRUCTION FOR RAILWAY LINES. 2008
- Norma N.R.V.3-2-2.0. SUJECIONES DE CARRILES Y DE APARATOS DE VÍA. SUJECIÓN ELÁSTICA HM. Renfe. 1982.
- Norma N.R.V.3-2-1.0. SUJECIONES DE CARRILES Y DE APARATOS DE VÍA. SUJECIÓN ELÁSTICA RN. Renfe. 1982.
- Norma N.R.V.3-1-2.1. TRAVIESAS. TRAVIESAS MONOBLOQUE DE HORMIGÓN. Renfe. 1982.
- Norma N.R.V.3-0-1.0. CARRILES. BARRAS LARGAS. Renfe. 1981.
- Norma NRV 3-3-2.1 - JUNTAS DE CARRILES. SOLDADURAS ALUMINOTÉRMICAS. Renfe. 1982.
- Norma NRV 3-4-0.0 - BALASTO CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD. Renfe. 1987.
- Norma NRV 6-0-1.0 - PASOS A NIVEL SUPERFICIE DE RODADURA. Renfe. 1982.
- UIC leaflet 720. LAYING AND MAINTENANCE OF CWR TRACK. 2005
- UIC leaflet 722. METHODS OF IMPROVING THE TRACK FORMATION OF EXISTING LINES. 2011
- UIC Leaflet 712. RAIL DEFECTS
- Norma UNE-EN 13481-5:2012 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO PARA LOS CONJUNTOS DE SUJECIÓN. PARTE 5: CONJUNTOS DE SUJECIÓN PARA VÍA EN PLACA SIN BALASTO O VÍA CON CARRIL EMBUTIDO EN UN CANAL.
- Norma UNE-EN 13230-2:2010 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. TRAVIESAS Y SOPORTES DE HORMIGÓN. PARTE 2: TRAVIESAS MONOBLOQUE PRETENSADAS.
- Norma UNE-EN 13230-4:2010 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. TRAVIESAS Y SOPORTES DE HORMIGÓN. PARTE 4: SOPORTES PRETENSADOS PARA APARATOS DE VÍA.
- Norma UNE-EN 13145:2001+A1:2012 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍAS. TRAVIESAS Y SOPORTES DE MADERA.
- Norma UNE-EN 13481-2:2012 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. REQUISITOS DE FUNCIONAMIENTO PARA LOS CONJUNTOS DE SUJECIÓN. PARTE 2: CONJUNTOS DE SUJECIÓN PARA LAS TRAVIESAS DE HORMIGÓN.
- Norma UNE-EN 13146-9:2011+A1:2012 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. MÉTODOS DE ENSAYO DE LOS SISTEMAS DE FIJACIÓN. PARTE 9: DETERMINACIÓN DE LA RIGIDEZ.
- Norma UNE-EN 13146-5:2012 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. MÉTODOS DE ENSAYO DE LOS SISTEMAS DE FIJACIÓN. PARTE 5: DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA.
- Norma UNE-EN 13146-7:2012 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. MÉTODOS DE ENSAYO DE LOS SISTEMAS DE FIJACIÓN. PARTE 7: DETERMINACIÓN DE LA FUERZA DE APRIETE.

- Norma UNE-EN 13146-1:2012+A1:2015 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. MÉTODOS DE ENSAYO DE LOS SISTEMAS DE FIJACIÓN. PARTE 1: DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA LONGITUDINAL AL DESLIZAMIENTO DEL CARRIL.
- Norma UNE-EN 13146-2:2012 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. MÉTODOS DE ENSAYO DE LOS SISTEMAS DE FIJACIÓN. PARTE 2: DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TORSIÓN.
- Norma UNE-EN 14811:2007+A1:2011 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. CARRILES PARA FINES ESPECIALES. CONSTRUCCIÓN ASOCIADA Y ACANALADA.
- Norma UNE-EN 13674-3:2007+A1:2011 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. CARRILES. PARTE 3: CONTRACARRILES.
- Norma UNE-EN 13232:2007+A1:2012 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. APARATOS DE VÍA.
- Norma UNE-EN 13848-2:2007 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. CALIDAD DE LA GEOMETRÍA DE VÍA. PARTE 2: SISTEMAS DE MEDICIÓN. VEHÍCULOS DE REGISTRO DE LA VÍA.
- Norma UNE-EN 13848-3:2010 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. CALIDAD DE LA GEOMETRÍA DE VÍA. PARTE 3: SISTEMAS DE MEDICIÓN. MÁQUINAS DE CONSTRUCCIÓN Y DE MANTENIMIENTO DE LA VÍA.
- Norma UNE-EN 13848-4:2012 - APLICACIONES FERROVIARIAS. VÍA. CALIDAD DE LA GEOMETRÍA DE VÍA. PARTE 4: SISTEMAS DE MEDICIÓN. DISPOSITIVOS MANUALES Y DE BAJO PESO.
- Norma UNE-EN 50126-1:2005 CORR:2010. - APLICACIONES FERROVIARIAS. ESPECIFICACIÓN Y DEMOSTRACIÓN DE LA FIABILIDAD, LA DISPONIBILIDAD, LA MANTENIBILIDAD Y LA SEGURIDAD (RAMS). PARTE 1: REQUISITOS BÁSICOS Y PROCESOS GENÉRICOS
- NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO DE PUENTES (CCP-14)
- NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. NSR10.
- El Documento del Sistema de Puentes de Colombia – SIPUCOL, realizado para el INSTITUTO NACIONAL DE VIAS por la Dirección de Carreteras de Dinamarca.
- El Documento de Actividades para la Rehabilitación y Conservación y/o mantenimiento de puentes desarrollado por la Subdirección de Conservación del INVIAS en mayo de 2000.
- MANUAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y PROFUNDAS PARA CARRETERAS adoptado mediante Resolución No 1049 de 11 de abril de 2013 del Ministerio de Transporte.
- MANUAL DE SEÑALIZACIÓN – DISPOSITIVOS PARA LA REGULACIÓN DEL TRÁNSITO EN CALLES, CARRETERAS Y CICLORUTAS DE COLOMBIA. Adoptado por Resolución 4577 de 2009 del Ministerio de Transporte.
- LAS DISPOSICIONES QUE CONTEMPLAN LOS PLANES DE ORDENACIÓN TERRITORIAL (POT) EN RELACIÓN AL ESPACIO PÚBLICO
- UIC leaflet [776-2](#). DESIGN REQUIREMENTS FOR RAIL-BRIDGES BASED ON INTERACTION PHENOMENA BETWEEN TRAIN, TRACK AND BRIDGE
- UIC Leaflet [776-1](#). LOADS TO BE CONSIDERED IN RAILWAY BRIDGE DESIGN
- UIC leaflet [774-3](#). TRACK - BRIDGE INTERACTION. RECOMMENDATIONS FOR CALCULATIONS
- UIC leaflet [774-2](#). DISTRIBUTION OF AXLE-LOADS ON BALLASTED RAILWAY BRIDGES.
- UIC leaflet [774-1](#). RECOMMENDATIONS FOR THE FATIGUE DESIGN OF RAILWAY BRIDGES IN REINFORCED AND PRESTRESSED-CONCRETE.
- Norma **UNE-EN 15273-1:2013** (Partes 1 a 3) - APLICACIONES FERROVIARIAS. GÁLIBOS.
- ACI 318-08 Requisitos de reglamento para concreto estructural.

- Internacional Building Code 2012 (IBC 2012)
- AASHTO LRFD 2012 Bridge Design Specifications
- EUROCÓDIGO 8: DISEÑO DE ESTRUCTURAS SISMORESISTENTES.
- EUROCÓDIGO 1: ACCIONES EN ESTRUCTURAS (Partes 1 y 2).
- EUROCÓDIGO 2: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO.
- EUROCÓDIGO 3: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO.
- EUROCÓDIGO 4: DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO Y CONCRETO.
- CÓDIGO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DE PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE adoptado mediante Decreto Ley 2811 de 1974, y sus decretos reglamentarios.
- LEY AMBIENTAL - Ley 99 de 1993 y sus decretos reglamentarios.
- RÉGIMEN DE APROVECHAMIENTO FORESTAL establecido mediante el Decreto 1791 de 1996.
- GUÍA DE MANEJO AMBIENTAL DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA. SUBSECTOR VIAL adoptada mediante la Resolución 7106 de 2009 del Instituto Nacional de Vías.
- NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO DE PUENTES (CCP-14)
- NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE. NSR10.
- El Documento de Actividades para la Rehabilitación y Conservación y/o mantenimiento de puentes desarrollado por la Subdirección de Conservación del INVIAS en mayo de 2000.
- MANUAL DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES Y PROFUNDAS PARA CARRETERAS adoptado mediante Resolución No 1049 de 11 de abril de 2013 del Ministerio de Transporte.
- UIC leaflet 777-1. MEASURES TO PROTECT RAILWAY BRIDGES AGAINST IMPACTS FROM ROAD VEHICLES, AND TO PROTECT RAIL TRAFFIC FROM ROAD VEHICLES FOULING THE TRACK
- UIC leaflet 776-3. DEFORMATION OF BRIDGES
- American Standards for Testing and Materials – ASTM
- American Concrete Institute – ACI
- American Institute of Steel Construction – AISC
- Instituto Colombiano de Productores de Cemento – ICPC
- UIC leaflet 760. Level crossings - Road signs and signals. 2007.
- UIC leaflet 761. Guidance on the automatic operation of level crossings. 2004
- Norma UNE-EN 16494:2015 - APLICACIONES FERROVIARIAS. REQUISITOS PARA LAS PLACAS ERTMS A LO LARGO DE LA VÍA.
- UIC leaflet 736. SIGNALLING RELAYS
- UIC leaflet 737-1. COMBINATION OF TRACK CIRCUITS AND TREADLES
- UIC leaflet 755-1. LAYING OF TELECOMMUNICATIONS AND SIGNALLING CABLES AND THEIR PROTECTION AGAINST MECHANICAL DAMAGE
- UIC leaflet 731. INSPECTION OF SIGNALLING INSTALLATIONS
- UIC leaflet 737-2. MEASURES TO BE TAKEN TO IMPROVE TRACK CIRCUITS SHUNTING SENSITIVITY
- UIC leaflet 737-3. APPLICATION OF THYRISTORS IN RAILWAY TECHNOLOGY - MEASURES FOR THE PREVENTION OF FUNCTIONAL DISTURBANCE IN SIGNALLING INSTALLATIONS
- UIC leaflet 738. PROCESSING AND TRANSMISSION OF SAFETY INFORMATION
- UIC leaflet 750. RAILWAY TELECOMMUNICATIONS LINKS - IMPROVEMENTS TO BE EXPECTED FROM THE USE OF TELECOMMUNICATIONS FOR OPERATING PURPOSES
- UIC leaflet 753-2. GENERAL TECHNICAL REGULATIONS GOVERNING ESTABLISHMENT AND DEVELOPMENT OF COMMUNICATION CAPACITY OVER THE RAILWAY TELECOMMUNICATIONS NETWORK OF UIC MEMBERS

- UIC leaflet 753-2. GENERAL PROCEDURES GOVERNING MAINTENANCE, OPERATING AND PERFORMANCE CRITERIA FOR THE UIC MEMBER RAILWAYS TELECOMMUNICATION NETWORK
- Norma UNE-EN 50126-1:2005 CORR:2010. APLICACIONES FERROVIARIAS. ESPECIFICACIÓN Y DEMOSTRACIÓN DE LA FIABILIDAD, LA DISPONIBILIDAD, LA MANTENIBILIDAD Y LA SEGURIDAD (RAMS). PARTE 1: REQUISITOS BÁSICOS Y PROCESOS GENÉRICOS
- UNE-EN 50121-3-1:2007 - APLICACIONES FERROVIARIAS. COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA. PARTE 3-1: MATERIAL RODANTE. TREN Y VEHÍCULO COMPLETO.
- UNE-EN 50155:2007 CORR:2010. APLICACIONES FERROVIARIAS. EQUIPOS ELECTRÓNICOS UTILIZADOS SOBRE MATERIAL RODANTE
- UIC leaflet [704](#). Railway Transport Systems - Electromagnetic Compatibility (EMC)
- UIC leaflet 794-1. PANTOGRAPH/OVERHEAD LINE INTERACTION FOR DC - ELECTRIFIED RAILWAY LINES
- UIC leaflet 796. VOLTAGE AT THE PANTOGRAPH
- UNE-EN 50126-1:2005 CORR:2010. APLICACIONES FERROVIARIAS. ESPECIFICACIÓN Y DEMOSTRACIÓN DE LA FIABILIDAD, LA DISPONIBILIDAD, LA MANTENIBILIDAD Y LA SEGURIDAD (RAMS). PARTE 1: REQUISITOS BÁSICOS Y PROCESOS GENÉRICOS
- UIC leaflet 791. QUALITY ASSURANCE OF OVERHEAD LINE EQUIPMENT
- UIC leaflet 791-1. MAINTENANCE GUIDELINES FOR OVERHEAD CONTACT LINES
- UIC leaflet 791-2. DIAGNOSIS OF THE OCL CONDITIONS
- UIC leaflet 791-3. SAFETY MEASURES TO BE ADOPTED WHEN WORKING ON OR NEARBY OVERHEAD CONTACT LINE
- UIC leaflet 791-4. EVALUATION OF INCIDENTS ON THE RAILWAY ENERGY SYSTEM
- UIC leaflet 793. WORKING METHODS FOR MECHANISED OVERHEAD LINE INSTALLATION
- Norma UNE-EN 16185-1:2015 - APLICACIONES FERROVIARIAS. SISTEMAS DE FRENADO PARA UNIDADES AUTOPROPULSADAS. PARTE 1: REQUISITOS Y DEFINICIONES
- DIN 5510 PREVENTIVE FIRE PROTECTION IN RAILWAYS VEHICLES
- Norma UNE-EN 12663-1:2011+A1:2015 - APLICACIONES FERROVIARIAS. REQUISITOS ESTRUCTURALES DE LAS CAJAS DE LOS VEHÍCULOS FERROVIARIOS. PARTE 1: LOCOMOTORAS Y MATERIAL RODANTE DE VIAJEROS (Y MÉTODO ALTERNATIVO PARA VAGONES DE MERCANCÍAS). EN LO QUE RESPECTA A CATEGORÍA PIII A 800 KN A COMPRESIÓN).
- Norma UNE-EN 15827:2011 - APLICACIONES FERROVIARIAS. REQUISITOS PARA BOGIES Y ÓRGANOS DE RODADURA.
- Norma UNE-EN 15273-1:2013 (Partes 1 a 3) - APLICACIONES FERROVIARIAS. GÁLIBOS.
- Norma UNE-EN 15427:2009+A1:2011 - APLICACIONES FERROVIARIAS. GESTIÓN DE LA FRICCIÓN RUEDA/CARRIL. LUBRICACIÓN DE LA PESTAÑA DE LA RUEDA.
- Norma UNE-EN 16028:2013 - APLICACIONES FERROVIARIAS. GESTIÓN DE LA FRICCIÓN RUEDA/CARRIL. LUBRICANTES PARA LAS APLICACIONES A BORDO Y EN LA VÍA
- Norma UNE-EN 15179:2008 - APLICACIONES FERROVIARIAS. FRENADO. REQUISITOS DEL SISTEMA DE FRENADO DE LOS COCHES DE VIAJEROS.
- Norma UNE-EN 15595:2009+A1:2011 - APLICACIONES FERROVIARIAS. FRENADO. PROTECCIÓN CONTRA EL DESLIZAMIENTO DE LA RUEDA.
- Norma UNE-EN 13452:2004 (Partes 1 y 2) - APLICACIONES FERROVIARIAS. FRENADO. SISTEMAS DE FRENADO PARA TRANSPORTES PÚBLICOS URBANOS Y SUBURBANOS.
- Norma UNE-EN 13261:2009+A1:2011 - APLICACIONES FERROVIARIAS. EJES MONTADOS Y BOGIES. EJES. REQUISITOS DE PRODUCTO.

- Norma UNE-EN 13749:2012 - APLICACIONES FERROVIARIAS. EJES MONTADOS Y BOGIES. MÉTODOS PARA ESPECIFICAR LOS REQUISITOS ESTRUCTURALES DE LOS BASTIDORES DE BOGIE.
- Norma UNE-CEN/TS 15718:2013 EX - APLICACIONES FERROVIARIAS. EJES MONTADOS Y BOGIES. REQUISITOS DE PRODUCTO PARA RUEDAS EN ACERO MOLDEADO.
- Norma UNE-EN 13715:2007+A1:2011 - APLICACIONES FERROVIARIAS. EJES MONTADOS Y BOGIES. RUEDAS. PERFIL DE RODADURA.
- Norma UNE-EN 15153-1:2014 - APLICACIONES FERROVIARIAS. DISPOSITIVOS EXTERNOS DE AVISO, ÓPTICOS Y ACÚSTICOS, PARA TRENES. PARTE 1: LUCES DE CABEZA, DE POSICIÓN Y DE COLA DE TREN.
- Norma UNE-EN 15153-2:2014 - APLICACIONES FERROVIARIAS. DISPOSITIVOS EXTERNOS DE AVISO ÓPTICOS Y ACÚSTICOS PARA TRENES. PARTE 2: AVISADORES SONOROS.
- Norma UNE-EN 12299:2010 - APLICACIONES FERROVIARIAS. COMODIDAD DE VIAJE PARA LOS PASAJEROS. MEDICIÓN Y EVALUACIÓN.
- Norma UNE-EN 14750-1:2007 - APLICACIONES FERROVIARIAS. AIRE ACONDICIONADO PARA MATERIAL RODANTE URBANO Y SUBURBANO. PARTE 1: PARÁMETROS DE CONFORT.
- Norma UNE-EN ISO 3095:2014 - ACÚSTICA. APLICACIONES FERROVIARIAS. MEDICIÓN DEL RUIDO EMITIDO POR VEHÍCULOS QUE CIRCULAN SOBRE CARRILES. (ISO 3095:2013).
- Norma UNE-EN ISO 3381:2011 - APLICACIONES FERROVIARIAS. ACÚSTICA. MEDICIÓN DEL RUIDO EN EL INTERIOR DE VEHÍCULOS SOBRE CARRILES. (ISO 3381:2005)
- Norma UNE-EN 15610:2010 - APLICACIONES FERROVIARIAS. EMISIÓN DE RUIDO. MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD DE LOS CARRILES RELACIONADA CON LA GENERACIÓN DE RUIDO DE RODADURA.
- Norma UNE-EN 12082:2008+A1:2011 - APLICACIONES FERROVIARIAS. CAJAS DE GRASA. ENSAYO DE FUNCIONAMIENTO.
- Norma UNE-EN 12081:2008+A1:2011 - APLICACIONES FERROVIARIAS. CAJAS DE GRASA. GRASAS LUBRICANTES.
- Norma UNE-EN 12080:2008+A1:2011 - APLICACIONES FERROVIARIAS. CAJAS DE GRASA. RODAMIENTOS.
- EN 15227 Railway applications – collision safety requirements for railway vehicle bodies 01/2011
- BOStrab REGULATIONS:
- BOStrab, issue 11/2007
- BOStrab TRBr-technical rules for the measurement and testing of brakes for BOStrab vehicles; issue 12/2008
- Track system guidelines (OR) for BOStrab operation; issue 10/2008
- BOStrab alignment guidelines; issue 05/1993
- Tracking guidelines (SpR) for track railways pursuant to BOStrab; issue 1994
- DIN 5566-3 Railway vehicles driver's compartment part 3 (Visibility)
- VDV 154 Noises from urban railway vehicles according to BOStrab