ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO 4A “APÉNDICE TÉCNICO PARA LA ETAPA DE FACTIBILIDAD

CORREDORES FÉRREOS

LOTE 1

Tabla de contenido

ANEXO 4ª "APENDICE TÉCNICO PARA LA ETAPA DE FACTIBILIDAD"

1.1 FASES DEL PROYECTO 4

1.1.1 Debida diligencia y propuesta de estructuración 4

1.1.2 Estudios y diseños a nivel de factibilidad. 4

1.1.2.1 Estudio de demanda y análisis logísticos 5

1.1.2.2 Estudio de movilidad vehicular, peatonal y ciclista 8

1.1.2.3 Estudios prediales 9

1.1.2.4 Estudios ambientales y sociales 10

1.1.2.5 Topografía 12

1.1.2.6 Diseño geométrico (férreo y vial) 13

1.1.2.7 Interferencias con redes y estudios hidrológicos e hidráulicos 17

1.1.2.8 Geotecnia, geología y geomorfología 18

1.1.2.9 Estructuras (obras lineales y edificaciones) 19

1.1.2.10 Sistemas ferroviarios 20

1.1.2.11 Gestión de reliability, availability, maintainability and safety (RAMS) 22

1.1.2.12 Material rodante 22

1.1.2.13 Centros intermodales, urbanismo y estudios de patrimonio 23

1.1.2.14 Patios y talleres 24

1.1.2.15 Superestructura de vía férrea 25

1.1.2.16 Túneles 26

1.1.2.17 Operación y mantenimiento 26

1.1.2.18 CAPEX, OPEX y programación de obra 28

1.1.2.19 Especificaciones técnicas 30

1.1.2.20 Análisis tarifario 30

1.1.2.21 Aprovechamiento de infraestructura existente (En caso de existir) 31

1.1.2.22 Análisis de desarrollo territorial 31

1.1.2.23 Gestión del proyecto de estudios y diseños 33

1.1.2.24 Aplicación de la Guía de Desarrollo de Proyectos 34

1.1.2.25 Metodología de los Cinco Casos M5C 34

ANEXO 4A “APÉNDICE TÉCNICO PARA LA ETAPA DE FACTIBILIDAD

El alcance del Contrato incluye la elaboración de todos los estudios y diseños técnicos necesarios para llevar el proyecto a nivel de factibilidad, incluyendo, pero sin limitarse a, los análisis de demanda, movilidad, predios, aspectos ambientales y sociales, interferencias con redes, ingeniería ferroviaria (diseño geométrico, subestructura, superestructura, estructuras, sistemas y material rodante), sistemas intermodales, operación y mantenimiento, CAPEX/OPEX y programación de obra. Incluye, además, la evaluación tarifaria, el análisis territorial y el aprovechamiento de infraestructura existente. Se desarrollarán trabajos de campo, consultas a entidades competentes y actividades logísticas de socialización, con el fin de garantizar la viabilidad técnica del proyecto y cumplir con los requisitos establecidos por la ANI.

De acuerdo con lo anterior, el estructurador técnico (en adelante “E.T.”) deberá realizar los estudios necesarios para determinar que el trazado óptimo, diseño geométrico, especificaciones técnicas de infraestructura_(subestructura, superestructura, estaciones, viaductos), material rodante para mantenimiento de vía y demás requerimientos de obra de la alternativa seleccionada, respondan a las necesidades técnicas y a los objetivos planteados en el proyecto de una vía férrea eficiente, segura y sostenible, bajo el precepto del mejor costo – beneficio.

En este sentido, los alcances técnicos generales de la consultoría especializada están orientados a verificar, revisar, validar, elaborar y complementar los estudios y diseños que deben desarrollar y fijar los aspectos del proyecto que se enuncian a continuación:

La estructuración técnica se compone de diversas actividades especializadas, orientadas a producir insumos específicos (estudios, diseños, análisis y validaciones) que posteriormente se articulan e integran entre sí. En tal sentido, la consultoría especializada deberá desarrollar este componente siguiendo una secuencia lógica y progresiva que le permita avanzar hacia la definición de la estrategia técnica, hasta alcanzar el nivel de factibilidad requerido.

Dentro de las actividades y productos que deberán ser articulados se encuentran:

- Debida diligencia, metodología y plan de trabajo.
- Estudios y diseños a nivel de factibilidad.
- Aplicación de la metodología de los 5 casos.
- Presentación de la Guía de Desarrollo de Proyectos PDR.
- Trabajos de campo (orientados a la obtención de información primaria necesaria para el desarrollo de los entregables).
- Actividades logísticas para las socializaciones del Proyecto, en atención a las solicitudes de la ANI o de las entidades competentes.
- Trámites y consultas a entidades nacionales y territoriales, con seguimiento a las respuestas, en cumplimiento de la normatividad vigente aplicable.

Es importante señalar que algunas actividades —como la debida diligencia y la aplicación de

la metodología de los 5 casos— tienen un carácter transversal, por lo cual deben abordarse desde una perspectiva técnica acompañando todas las fases del proceso de estructuración.

1.1 FASES DEL PROYECTO

FASE I Debida diligencia y Propuesta de Estructuración

FASE II - Estructuración técnica integral a nivel de factibilidad de la infraestructura ferroviaria

Todas las actividades previstas cuentan con el soporte de especificaciones técnicas que garantizan su adecuada ejecución. A continuación, se presenta una síntesis de las diferentes actividades a desarrollar en cada una de las disciplinas técnicas que conforman los estudios de factibilidad, las cuales se llevarán a cabo de conformidad con las especificaciones técnicas definidas por la ANI.

1.1.1 Debida diligencia y propuesta de estructuración

Como parte de este producto, el E.T. recopilará y analizará toda la información existente de carácter técnico, legal, ambiental y social, incluyendo estudios precedentes, documentos contractuales, normas aplicables y datos estadísticos relevantes. A partir de dicha información, el E.T. elaborará un reporte de debida diligencia que contenga sus principales conclusiones, alertas y recomendaciones, proporcionando una visión clara del entorno del proyecto, sus restricciones y oportunidades.

Metodología de trabajo: El E.T. deberá presentar una metodología clara y detallada, que incluya el enfoque técnico, los criterios, herramientas y procedimientos que aplicará para el desarrollo de los estudios de estructuración técnica, así como los mecanismos previstos para su articulación e integración. Esta metodología deberá describir la secuencia lógica de ejecución de las actividades necesarias para alcanzar el nivel de factibilidad del proyecto.

Cronograma de ejecución del contrato: El E.T. deberá elaborar un plan de trabajo, en el cual se establezca el cronograma detallado de actividades, responsables, productos y plazos, en coherencia con la metodología propuesta. El plan de trabajo deberá permitir el seguimiento y control del avance de los componentes y evidenciar la ruta de ejecución prevista para la E.T.

1.1.2 Estudios y diseños a nivel de factibilidad.

ET-01: Estudio de demanda y análisis logísticos

ET-02: Estudio de movilidad

ET-03: Estudios prediales

ET-04: Estudios ambientales y sociales

ET-05: Topografía

ET-06: Diseño geométrico férreo y vial

ET-07: Interferencias con redes y estudios hidrológicos e hidráulicos

ET-08: Geotecnia, geología y geomorfología

ET-09: Estructuras (obras líneas y edificios)

ET-10: Sistemas ferroviarios

ET-11: RAMS

ET-12: Material rodante

ET-13: Diseño de Centros intermodales, urbanismo y estudios de patrimonio

ET-14: Patios y talleres

ET-15: Superestructura de Vía férrea

ET1-16: Túneles (no aplica)

ET-17: Operación y mantenimiento

ET-18: CAPEX, OPEX y Programación de Obra

ET-19: Especificaciones técnicas

ET-20: Análisis tarifarios

ET-21: Aprovechamiento de infraestructura férrea existente

ET-22: Estudios de componente de Ordenamiento Territorial y de Desarrollo

ET-23: Gestión del proyecto de estudios y diseños (SIG y BIM)

1.1.2.1 Estudio de demanda y análisis logísticos

A. Estudio de Demanda

Realizar la estimación de demanda de carga y pasajeros para el Proyecto mediante la actualización y/o mejora de un Modelo de transporte multimodal de partida que será suministrado para el desarrollo de la Consultoría y a través de varios análisis de sensibilidad que permitan entender la variabilidad de las cifras de demanda ante el cambio de variables internas o externas del Proyecto. El estudio de demanda deberá realizarse para todo el corredor y la variante, y en los análisis se debe incluir el análisis de la funcionalidad del tramo 1 y tramo 2 como corredores independientes.

- **Debida diligencia – diagnóstico de información disponible y análisis de la funcionalidad de la herramienta de modelación.**

El E.T. recopilará y analizará, previo al inicio de las actividades de diseño objeto del Contrato, los diferentes estudios y diseños de la disciplina realizados para el proyecto o sobre proyectos similares en el corredor, así como los estudios, diseños o estado de construcción actual de otros proyectos de transporte férreo o vial o de otro tipo de infraestructura que puedan tener influencia o interacción del Proyecto.

Con base en lo anterior, se identificarán los posibles vacíos en la información disponible para evaluar su impacto en la realización del estudio y proponer, de ser necesarias, soluciones específicas para suplirlos. En particular para este estudio se deberán desarrollar las siguientes actividades:

1. Realizar una revisión del Modelo de transporte de partida entregado y de información secundaria disponible para identificar necesidades de información a conseguir y/o

funcionalidades del modelo que se deban mejorar para cumplir con el alcance de este estudio del Proyecto. La selección del modelo de transporte se sugerirá por el E.T. en el plan de trabajo y el mismo será aprobado por la agencia.

2. Realizar y presentar una propuesta de Plan de trabajo para realizar el levantamiento de la información primaria que se requiera para realizar completar o mejorar o actualizar el modelo, en línea con lo identificado en el punto anterior.
3. Analizar las dinámicas urbanas, económicas, demográficas, territoriales y de uso del suelo que se presentan en el área de estudio; tanto las contempladas en los planes de ordenamiento territorial y demás instrumentos de planificación del territorio, como aquellos que pueden surgir por la implantación del Proyecto, que sirvan de insumos y a la escala requerida por el modelo de transporte.
4. Realizar y presentar una propuesta de metodología y cronograma a seguir para realizar la estimación de demanda de carga y pasajeros del Proyecto, partiendo del uso del modelo de transporte e integrando el componente de análisis logísticos, con el fin de cumplir con el alcance de los estudios del Proyecto.

- **Actualización y mejora del modelo de transporte y estimación de cifras de demanda del proyecto**

1. Realizar la toma de información primaria o adquisición de información de bases de datos disponibles y su procesamiento.
2. Realizar, con base en información primaria recogida e información secundaria disponible, la actualización y/o mejora del modelo de transporte entregado, incluyendo mejoras en zonificación, costos, velocidades, segmentos de demanda, definición de la red, parámetros operacionales de los modos, funcionalidades, entre otros parámetros del modelo, y presentar los indicadores de calibración requeridos para mostrar la bondad de ajustes de este:

a. Actualizar y complementar los vectores de información socioeconómica que sirven de variables explicativas para los modelos de generación/atracción.
b. Analizar las dinámicas temporales de demanda de viajes y/o producción de km de los distintos segmentos de demanda de carga y pasajeros potenciales del Proyecto para identificar los periodos representativos a modelar y generar los respectivos modelos de expansión de horas de análisis a “días representativos” y de “días representativos” a año.
c. Actualizar y complementar la información actividades que sirve, en primera instancia, como insumo para la estimación de variables explicativas del modelo de generación/atracción (usos del suelo, actividades urbanas, construcciones, dotaciones, población, entre otros) y, posteriormente, como insumo para las proyecciones de estas variables para el análisis de escenarios futuros.
d. Actualizar la red y parámetros de oferta del modelo de asignación, incluyendo longitud y capacidad de arcos, velocidades por modo, funciones flujo-demora, cobertura y oferta de los modos, estructura tarifaria o de costos, entre otros.
e. Revisar y actualizar los parámetros y estructura de las funciones de costo generalizado de cada uno de los modos de transporte de pasajeros y de carga, usadas en el modelo de asignación. Se deberán realizar encuestas de preferencia declaradas (PD) para revisar constantes modales y de componentes de costos generalizados como tiempos de viaje, trasferencias, costos de viaje o fletes o peajes, según las necesidades del

proyecto y la estrategia de modelación y de estimación de demanda a proponer.

f. Creación de nuevos segmentos de carga y pasajeros según potencial de mercancías y pasajeros a ser capturados por el Proyecto.

g. Calibración de corredores de la red de carga y pasajeros con base en volúmenes.

3. Detallar, actualizar y/o construir los escenarios futuros de oferta y demanda del modelo para los distintos cortes de tiempos solicitados y las visiones de crecimiento de oferta y demanda a analizar. En cuanto a escenarios se deberán proponer en la metodología el número de escenarios y sus combinaciones para cumplir con los siguientes requerimientos:

a. Mínimo 2 cortes de tiempo

b. Mínimo 3 visiones de crecimiento de oferta

c. Mínimo 2 visiones de crecimiento de demanda

d. Escenarios futuros “sin proyecto” o Línea base

4. Realizar las estimaciones de demanda de carga y pasajeros del Proyecto para los distintos cortes de tiempo y visiones de crecimiento de oferta y de demanda (visiones de crecimiento de carga y pasajeros) requeridos y realizar análisis sobre los cambios en los patrones de viaje o indicadores.

5. Realizar análisis de sensibilidad a las estimaciones de carga y pasajeros del Proyecto variando parámetros adicionales de las visiones de crecimiento de oferta y de demanda (visiones de crecimiento de carga y pasajeros) del modelo de transporte, como mínimo: estructura tarifaria, integración con otros proyectos y velocidades comerciales.

- **Profundización de cifras de demanda de carga y pasajeros con base en definiciones del proyecto**

Con base en el avance del componente técnico de los estudios del Proyecto el Contratista deberá realizar análisis de sensibilidad adicionales a las cifras de demanda para incorporar ajustes o validar supuestos de los análisis logísticos, los estudios operacionales y, los estudios tarifarios, entre otros, que se requieran.

B. Análisis logísticos de carga

- **Debida diligencia – diagnóstico de información disponible y metodología de análisis logísticos**

El E.T. recopilará y analizará, previo al inicio de las actividades de diseño objeto del Contrato, los diferentes estudios y diseños de la disciplina realizados para el proyecto o sobre proyectos similares en el corredor, así como los estudios, diseños o estado de construcción actual de otros proyectos de transporte férreo o vial o de otro tipo de infraestructura que puedan tener influencia o interacción del Proyecto.

Con base en los anterior se identificarán las posibles deficiencias en la información disponible, para evaluar su impacto en la realización del estudio y proponer, de ser necesarias, soluciones específicas para suplirlas. En particular para este estudio se deberán realizar una revisión y consolidación de información secundaria disponible sobre, entre otros, registros de despacho

carga, registros de tráfico de carga, estudios sectoriales o de productos, tarifas o costos de servicios de transporte y otros costos logísticos o de comercio exterior del modo férreo y de los otros modos (de competencia o complementarios) con énfasis en los productos potenciales y zonas de influencia del Proyecto.

- **Análisis logísticos**

Se deberán realizar las siguientes actividades:

Complementar y detallar las estimaciones de carga del Proyecto, obtenidas del modelo de transporte. Con base en consideraciones logísticas y de mercado, bajo distintos escenarios de competencia y/o complementariedad con otros modos de transporte de carga.

Realizar análisis de cadenas logísticas de los principales productos o nichos de mercado que puede captar el Proyecto, estimando para estos, en escenarios con o sin Proyecto (comparación con alternativa modo carretero): costos de transporte o fletes, costos de transferencias, otros costos logísticos, costos de importación o exportación, así como tiempos de transporte, tiempos de cargue y descargue, tiempos, necesidades de almacenamiento, de infraestructura especializada y de equipos para estas actividades. Se deberán realizar como mínimo 10 análisis de cadenas logísticas. El E.T. propondrá los productos y pares a analizar según la representatividad de estos en el volumen de carga del proyecto y la diversidad de segmentos.

Con base en los análisis de estimación de demanda y los análisis de cadenas logísticas se deberán presentar casos de estudios comerciales en los cuales se muestren ventajas comparativas del transporte férreo, en términos ambientales (reducción de emisiones de GEI), operacionales, logísticos y de costos operativos con respecto a otros modos de transporte (principalmente el modo Carretero).

Realizar análisis de capacidad portuaria en sus distintas terminales para identificar capacidades remanentes y restricciones para recibir los volúmenes y tipos de carga que usen la vía férrea, según las terminales de integración o centros de transferencia de carga que se definan para lograr una solución viable y eficiente para la transferencia de carga del Proyecto.

1.1.2.2 Estudio de movilidad vehicular, peatonal y ciclista

En las zonas urbanas, respecto al estudio de movilidad se pretenden realizar los análisis técnicos que permitan definir una configuración espacial y funcional optima de la infraestructura vial del Proyecto que será usada por los distintos actores viales (peatones, ciclo usuarios, vehículos livianos, vehículos pesados, sean usuarios o no usuarios de los servicios de carga y pasajeros del Proyecto), asegurando una integración de esta con la infraestructura vial y de espacio público ya construida a lo largo del corredor y minimizando los costos y los impactos de carácter constructivo, seguridad vial, predial, urbanístico, social, operacional de la vía férrea, ambiental, entre otros.

La infraestructura del Proyecto a ser analizada desde este componte de movilidad incluye: estaciones de pasajeros, centros de transferencia de carga, patios y talleres y los pasos a nivel y desnivel del corredor férreo con cruces viales e incluye el análisis de operación de esta infraestructura en situación de construcción (planes de manejo de tránsito), como en situación de operación del Proyecto (estudios de tránsito).

En cuanto a la interacción de la infraestructura de la línea férrea del Proyecto con las vías vehiculares actuales o proyectadas, se deberá hacer un análisis integrado entre el componente vial y el férreo para justificar la solución a adoptar en cada cruce o paso a nivel,

minimizando los costos y los impactos.

En desarrollo de este estudio el E.T. debe:

- Determinar el área de influencia del Proyecto, considerando la extensión de los impactos en la circulación del tráfico vehicular y peatonal.
- Identificar sitios críticos para la movilidad, accesibilidad y conectividad de las diferentes zonas que conforman el área de influencia del corredor y plantear y evaluar alternativas de solución.
- Evaluar las condiciones de circulación del tráfico vehicular, peatonal y de bici usuarios en el corredor del Proyecto y su área de influencia durante las etapas de construcción y operación del proyecto ferroviario (incluyendo perfiles, alineamientos, geometría, capacidad, niveles de servicio, sentidos de circulación de vías e intersecciones viales, elementos para el control del tráfico y de seguridad vial, entre otros) y proponer las medidas de mitigación que sean necesarias para garantizar la funcionalidad del futuro corredor y su área de influencia.
- Cuantificar los impactos que se tendrían sobre la movilidad a lo largo del corredor del Proyecto y su área de influencia durante las etapas de construcción y operación del proyecto ferroviario en términos de congestión, colas, demoras, nivel de servicio tanto en vía como en intersecciones, entre otros. Los impactos deben identificarse de conformidad con los escenarios propuestos en cada corte temporal. Durante la etapa de construcción, los impactos deben estimarse de acuerdo con los diseños, en función del cronograma y frentes de obra.

El E.T. deberá realizar las siguientes actividades principales:

I. Debida diligencia de la información.

II. Definición y justificación de área de influencia a analizar para cada infraestructura.

III. Caracterización, diagnóstico del área de influencia y formulación metodología del análisis.

IV. Análisis operacional del corredor, su infraestructura complementaria y la red vial del área de influencia, para la situación con y sin proyecto.

V. Propuesta de accesibilidad peatonal y de bici usuarios a las estaciones

VI. Análisis de condiciones de circulación durante la etapa de construcción.

VII. Propuesta de señalización y manejo del tránsito durante y después de la obra.

1.1.2.3 **Estudios prediales**

Se deberá llevar a cabo la identificación predial y elaborar el inventario de los predios requeridos para el Proyecto, para lo cual también deberá hacer uso de toda la información disponible que tenga la ANI, el IGAC, en los Catastros Descentralizados, en las Oficinas de Registro de Instrumentos Públicos; adicionalmente el E.T. debe elaborar los estudios cartográficos, catastrales y la conformación de bases de datos para los estudios prediales.

Durante la etapa de prefactibilidad se han identificado preliminarmente 3.156 predios requeridos para la ejecución del Proyecto en una franja con ancho total de 40 metros. Esta cifra se entiende como una referencia base para la ejecución de este alcance, y deberá ser optimizada de conformidad con la definición que se realice de la franja operacional del

proyecto en fase de factibilidad.

También deberá elaborar los estudios de zonas homogéneas físicas y geoeconómicas: estos se realizarán de acuerdo con los procedimientos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. Para la elaboración de las zonas homogéneas físicas se tendrán en cuenta como principales, las siguientes variables: normatividad, topografía, servicios públicos y usos o actividades económicas. Para la determinación de las zonas geoeconómicas se aplicarán las metodologías valuatorias de la resolución IGAC No. 620 de 2008.

El E.T. realizará la caracterización socioeconómica de las unidades sociales existentes en trazado determinado para el corredor.

De igual manera, el E.T. deberá realizar un estudio jurídico de la situación de cada predio requerido para el Proyecto (o estudio de títulos), sean predios públicos o privados o sin registro. Este alcance corresponde a una actividad que se remunerará por medio de la Bolsa de Monto Agotable, según la cantidad de predios que se identifiquen como afectados en esta etapa de factibilidad.

Adicionalmente, el E.T. deberá calcular un avalúo de referencia para los cada uno de los predios requeridos para el proyecto, que, de igual manera, serán pagados como monto agotable.

Como resultado de lo descrito anteriormente el E.T. debe estimar los costos de la adquisición y/o gestión predial, las compensaciones, la reubicación, el pago de mejoras y demás erogaciones relacionadas con el presente componente. La información se debe entregar en archivos georreferenciados.

1.1.2.4 **Estudios ambientales y sociales**

A. Estudios de Impacto Ambiental y Social

El E.T. deberá elaborar los lineamientos de los Estudios de Impacto Ambiental y Social con base en los requerimientos de las autoridades competentes y siguiendo los requisitos de la normatividad nacional vigente. El estudio como mínimo debe incluir los siguientes componentes:

a. Metodología por desarrollar
b. Descripción del Proyecto
c. Caracterización del área de influencia del proyecto
d. Línea base ambiental
e. Zonificación Ambiental
f. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales.
g. Evaluación ambiental
h. Evaluación socioeconómica
i. Zonificación de manejo ambiental del proyecto
j. Plan de manejo ambiental (PMA)
k. Plan de gestión social
l. Programa de monitoreo y seguimiento del proyecto

m. Presupuesto

n. Cronograma de Ejecución

o. Documentos para incorporar en la etapa de ejecución.

Se debe tener en consideración que, desde la prefactibilidad se han adelantado trámites ante la autoridad ambiental ANLA para este Proyecto que servirán de insumo para los estudios correspondientes. Para los tramos definidos en el corredor, se determinaron las tipologías de intervención (construcción y mejoramiento) frente a los cuales como parte del alcance de la etapa de prefactibilidad se realizaron consultas sobre la necesidad de Diagnóstico Ambiental de Alternativas – DAA ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA y posteriormente, se elaboraron y radicaron los DAA requeridos por la autoridad de licencias ambientales ANLA.

No obstante, durante la etapa de factibilidad el E.T. deberá realizar las gestiones ambientales requeridas en marco de la estructuración integral del proyecto, en las que se incluye de ser requerido, las consultas ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA y la actualización y/o la elaboración y/o radicación de los trámites a los que haya lugar.

Cabe mencionar que, en caso de modificaciones al trazado que resulten por los parámetros geométricos definidos para la etapa de factibilidad, el E.T. deberá realizar los trámites respectivos ante la ANLA, y de igual manera se deben surtir las consultas y trámites de DAA que se requieran para dar cumplimiento al objeto contractual y a los requisitos previos de un proceso de selección.

B. Plan de gestión social

El E.T. deberá formular un Plan de Gestión social que permita minimizar el impacto de la obra y la vinculación de la población. Este plan debe tener en cuenta las políticas de género e inclusión y de la Corporación Financiera Internacional (IFC). El plan deberá contener como mínimo, los siguientes elementos:

a. Gestión Social y Reasentamiento Integral

b. Plan de Manejo Social de los Impactos

c. Programas para desarrollar con población beneficiaria del proyecto y la ciudadanía

- **Componente de participación y socialización con comunidades y actores durante la etapa de factibilidad**

El E.T. debe proponer una metodología de socialización y participación con comunidades y actores relevantes para la etapa de factibilidad desde su inicio, en la cual se detalle la estrategia para dos momentos claves de la E.T. para cada tramo. En los tramos en los que se requiera desarrollar EIA los momentos de socialización estarán incluidos en la cantidad mencionada.

Adicionalmente deberá proponer una estrategia de comunicación con comunidades, actores relevantes y la ANI con el fin de facilitar el flujo de requerimientos.

Los encuentros deben ser coordinados y organizados por el E.T., pero articulados con la ANI y su pago se realizará por medio de la bolsa de monto agotable.

- **Consultas previas**

El proceso de consulta previa deberá desarrollarse conforme al marco normativo que rige el proceso a través de las normas que lo regulan el tema (Decreto 2613 de 2013 y su Directiva Presidencial No 010 de 2013, Directiva Presidencial No. 08 de 2020 de la Presidencia de la República, y los lineamientos establecidos por el gobierno nacional y por el protocolo de buenas prácticas ANI, para los procesos de consulta previa de los proyectos de infraestructura de transporte de la Nación, así como la ley 1682 de 2013 de infraestructura. Como mínimo deberá desarrollar las siguientes actividades: Como mínimo deberá desarrollar las siguientes actividades:

- Coordinación y preparación: Una vez certificada la presencia de comunidades étnicas, se solicita a la Dirección de la Autoridad Nacional de Consulta Previa la programación de una reunión con las entidades relacionadas en el proyecto.
- Preconsulta: se realiza un dialogo preparatorio con los representantes de las comunidades étnicas involucradas, construyendo la ruta metodológica de la Consulta Previa, definiendo los lugares y las fechas en que se efectuaran las reuniones necesarias.
- Consulta: en conjunto con los representantes del proyecto, la Dirección de la Autoridad Nacional de Consulta Previa, y los representantes de las comunidades étnicas, se definen las medidas de manejos adecuadas para prevenir, corregir, mitigar o compensar las potenciales afectaciones que generará el proyecto. Se protocolizan los acuerdos a través de un acta de acuerdos.

El alcance de este componente incluye todas las labores de planeación y logística para el desarrollo de las preconsultas y las consultas.

Cada consulta previa requerida por el Ministerio del Interior estará a cargo de la ANI, no obstante, el futuro E.T. deberá prever los insumos requeridos y realizar el acompañamiento de la Agencia hasta su protocolización. Sera responsabilidad las actividades y la logística de las preconsultas, las cuales se cuantificarán como un valor global por preconsulta y las mismas serán reconocidas desde la Bolsa de Monto Agotable.

Nota: los estudios ambientales y sociales deberán realizarse siguiendo los lineamientos establecidos de los Principios de Ecuador (políticas de la IFC para asegurar el cumplimiento en temas sociales y ambientales), así como de los estándares de desempeño definidos por la Corporación Financiera Internacional, como referente de las salvaguardias de la banca multilateral, con el fin de identificar, definir y evaluar los impactos y/o afectaciones al medio ambiente derivadas de la construcción y operación del corredor férreo, considerando el área de influencia del proyecto, incluyendo las estaciones, centros logísticos, patios y talleres, y determinar las medidas de manejo ambiental y de seguridad y salud en el trabajo a implementar durante las etapas de construcción y operación.

1.1.2.5 **Topografía**

El E.T. debe desarrollar y complementar los estudios topográficos existentes en las áreas definidas para el corredor y su área de influencia. Los estudios de prefactibilidad del corredor que serán el insumo principal de la presente estructuración incluyeron, dentro de sus obligaciones, el levantamiento topográfico mediante la metodología LIDAR, para lo cual, el estructurador deberá hacer uso total o parcial de todo el levantamiento siempre que coincida con el trazado definitivo y cumpla con que los resultados de este garanticen una precisión para una escala 1:2000 y puedan obtenerse curvas de nivel cada metro. En todo caso, el estructurador puede seleccionar la metodología de levantamiento que mejor le convenga para los sectores no cubiertos en el estudio de prefactibilidad o que no cumplan con la precisión

exigida.

Independientemente de la metodología que se seleccione, sea convencional o mediante LIDAR, el resultado a obtener es la representación gráfica del terreno en planimetría, altimetría y datos básicos de las redes secas e hidrosanitarias existentes, cumpliendo con los requisitos de precisión exigidos para los vértices GNSS, poligonal o marco de referencia, nivelación y detalle, para lo cual la revisión del levantamiento LIDAR existente es fundamental con el propósito de identificar el levantamiento faltante con la metodología LIDAR o convencional, según las necesidades del proyecto.

Para tener el control posicional de la toma de información topográfica recopilada, ya sea con la metodología LIDAR o convencional, y buscando garantizar la información pertinente para la elaboración de los diseños de factibilidad del Proyecto con base en el corredor definido en la etapa de prefactibilidad, se materializará una red de control geodésico dividida en dos partes: la primera, una red con precisión de red de tercer orden la cual debe contar con parejas de puntos intervisibles, los cuales se materializarán cada 2 km según lo establecido en la NTC 6271.

En general, el levantamiento topográfico deberá cumplir los requisitos y especificaciones enmarcados en la norma NTC 6271 respecto a la instrumentación a utilizar, la verificación del desempeño instrumental, la adopción del DATUM horizontal y vertical conforme a lo también establecido en la resolución IGAC 068 de 2005, georreferenciación del estudio, perfil profesional, adquisición de datos de campo, procesamiento de la información, calidad de los datos digitales y precisión posicional para datos topográficos geoespaciales.

El estudio topográfico también deberá tener en cuenta lo siguiente la materialización y construcción de los referentes topográficos de acuerdo con la RESOLUCIÓN N° 1562 del 27 de septiembre del 2018 del IGAC o la que haga sus veces.

1.1.2.6 **Diseño geométrico (férreo y vial)**

Los parámetros de diseño geométrico propuestos para el desarrollo de la factibilidad son los siguientes:

Tabla 1. ***Parámetros de Diseño Geométrico***

Parámetro	Valor	Referencia
Gálibo estructural (m)	Se debe definir y sustentar por el E.T. ante la ANI y al Ministerio de Transporte para su respectiva aprobación con base en exigencias de explotación de línea, parámetros del material rodante (carga y pasajeros) y de otros sistemas y equipos y en el potencial de interoperabilidad entre corredor futuros	
Trocha	Estándar – 1435 mm (solución base) – Solución técnica sobre la superestructura que permita configurar la trocha yárdica en el corto plazo y la	

Parámetro	Valor			Referencia
	estándar en el mediano o largo plazo[1]			
Velocidad de diseño (km/h)	Terreno plano y ondulado: mínimo 80 km/h	Terreno montañoso Entre 1.5 y 2.0%: mínimo 60 km/h		La velocidad de diseño deberá ser, como mínimo, la indicada en función de la tipología de terreno, no obstante, en tramos con potencial de atracción de demanda de pasajeros y cuyos trazados cuenten con geometría adecuada, se fijarán límites de velocidad que se ajusten a una operación confiable y segura a partir de los parámetros geométricos sectorizados.
Pendiente longitudinal máxima	Terreno plano y ondulado: Máximo 1.5%	Terreno montañoso Entre 1.5 y máximo 2.0%*	En puntos críticos singulares[2]: Mas de 2.0%*	
Pendiente longitudinal mínima	0,20%			Valor adaptado como criterio mínimo para drenaje longitudinal en línea
Peralte máximo (mm)	a definir y sustentar por el E.T. con base en exigencias de explotación de línea, parámetros del material rodante (carga y pasajeros)			

[1] La solución planteada deberá considerar, entre otros, la instalación de traviesas polivalentes o el sistema de bloque SINAV con el fin de que, en el corto plazo, la interoperabilidad de la red férrea nacional se garantice con la configuración de trocha yárdica y que, en el mediano o largo plazo, una vez se cuenten con las condiciones necesarias a nivel de red, se facilite la conversión a trocha estándar de manera rápida y con el menor impacto técnico y operativo posible.

[2] Los puntos críticos singulares se definen como sectores sobre el trazado ferroviario que en caso de diseñarse con parámetros excepcionales (gradientes mayores al 2%) permitan reducir el alcance y/o la inversión de obras de gran envergadura, especialmente túneles de gran extensión, viaductos y altas distancias de sobrerecorridos, con la condición de que la adopción del parámetro excepcional de gradiente aporte beneficios técnicos y financieros en capex y optimice los costos de operación, medido en un horizonte de entre 50 y 100 años, conforme a la vida útil de la infraestructura.

Parámetro	Valor	Referencia
Máxima insuficiencia de peralte (mm)	El E.T. deberá proponer y realizar la justificación de uso de cada uno de estos parámetros de diseño geométrico, en cumplimiento de las normatividades solicitadas y realizando una verificación de compatibilidad entre los listados u otros que sean exigidos en las especificaciones de otros componentes del Proyecto como la vía férrea o los distintos tipos de material rodante.	
Variación de peralte máxima (mm/m)		
Sobre aceleración (Variación de aceleración transversal no compensada con respecto al tiempo) máxima (m/s3)		
Aceleración transversal no compensada (m/s2)		
Radio mínimo en planta (m)		
Longitud de espiral mínima (m)		
Máxima diferencia algebraica de pendientes sin curva vertical		
Radio mínimo de curva vertical (m)		
Longitud mínima de arco circular y entre tangencia horizontal (m)		
Aceleración vertical máxima (m/s^2)		

**El diseño geométrico de las alternativas deberá realizarse a partir de los parámetros que se relacionaron anteriormente. No obstante, si la complejidad de la topografía en la zona del estudio no permite el cumplimiento de estos o el diseño genera una afectación significativa a zonas urbanas o afectación a infraestructura ya construida o se requieren implementar infraestructuras complejas, se podrá acudir a parámetros inferiores siempre que la seguridad y la eficiencia de la operación no se comprometan. En los casos que se identifique excepciones en algunos parámetros iniciales de diseño, lo informará a la interventoría y al contratante para que esta pueda analizar la aceptación de parámetros inferiores a los aquí relacionados, con su correspondiente análisis de impacto en la seguridad, en la operación y de cualquier otros impacto generado e evitado, lo anterior desde una lógica de ingeniería de valor y buscando mejorar la viabilidad del Proyecto. En caso de generarse excepciones*

deberán ser aprobadas por interventoría.

A. Sistema Férreo

El objetivo de este producto es realizar a nivel de factibilidad el diseño geométrico del sistema férreo del Proyecto y adicionalmente, con base en las soluciones de diseño implementadas, justificar y definir las franjas de aislamiento o franjas de retiro requeridas para la inserción y/u operación de esta infraestructura.

Respecto al diseño geométrico férreo se pretende determinar la configuración geométrica óptima y segura de todo tipo de infraestructura del Proyecto que se vaya a implantar, línea férrea, estaciones de pasajeros, ramales operativos, centros de transferencia de carga, patios y talleres y pasos a nivel y desnivel con la infraestructura vial, asegurando una óptima integración entre estos componentes del Proyecto y de estos con otra infraestructura férrea y vial existente.

En cuanto la interacción de la infraestructura de la línea férrea del Proyecto con las vías actuales y proyectadas, se deberá hacer un análisis integrado entre el componente vial y férreo para justificar la solución a adoptar en cada cruce, minimizando los costos y los impactos de carácter constructivo, predial, urbanístico, de redes, social, operacional, ambiental, entre otros. Para tal fin se debe articular el alcance de este entregable con los alcances previstos en los Estudios de Movilidad y Operación y mantenimiento.

El E.T debe tener en cuenta las franjas de trazado (incluidos ramales) que hayan sido aprobados por la *Agencia Nacional de Licencias Ambientales* mediante los trámites de Diagnóstico Ambiental de Alternativas realizados para los distintos tramos del Proyecto.

El E.T. deberá determinar a partir de los parámetros técnicos asociados a la infraestructura y a la operación ferroviaria la franja de aislamiento mínimo que se debe asegurar a lo largo del corredor para la correcta operación de los servicios férreos, bajo consideraciones de seguridad y de minimizaciones de impactos urbanos, entre otros aspectos. Entre los aspectos técnicos para tener en cuenta, el E.T. debe considerar el galibo dinámico y estructural, los pasos de vía para el desplazamiento del personal operativo y de mantenimiento de la red férrea, los límites de terraplén y/o corte (Chaflanes de la vía férrea), la infraestructura paralela a la plataforma de vía (vías de servicio, cunetas, estaciones, elementos del sistema de señalización y control, elementos del sistema de alimentación eléctrica, si aplica) y las velocidades de operación sectorizadas para una operación segura, confiable y eficiente, los tipos de material rodante y su generación de ruido y vibraciones y el espacio para la instalación de elementos disipadores y mitigadores de ruido.

El E.T. deberá considerar las interferencias y/o conexiones con otros proyectos férreos con los cuales se conectará el corredor y debe proponer una solución para la interoperabilidad de estos. Más particularmente, el diseño geométrico del proyecto deberá evaluar los tramos potenciales en los cuales se justifica asegurar la interoperabilidad con la red férrea Nacional. Para tal fin el E.T. deberá evaluar distintas alternativas en esos tramos potenciales, como mínimo: 1) Trenes con bogíes adaptables a los dos anchos de trocha estándar y trocha angosta.

Estas propuestas de interoperabilidad se deberán evaluar en conjunto con las definiciones de los sistemas de señalización y control de trenes y material rodante.

B. Sistema Vial

Definir el diseño geométrico completo, a nivel de factibilidad del sistema vial afectado por la

implantación del corredor férreo. En particular, busca proveer una conexión que facilite la circulación de todos los tipos de usuarios (personas con movilidad reducida, peatones, ciclo usuarios y modos motorizados).

El E.T., a partir de información secundaria y primaria de los demás estudios del Proyecto, debe plantear la geometría en planta para la infraestructura vial afectada y la infraestructura vial nueva que se requiera por la implantación del corredor férreo tanto en el ámbito urbano como en el ámbito interurbano.

Para todas las intersecciones a nivel se debe definir el trazado de los cruces peatonales y de bicicletas de manera tal que, en lo posible, se eliminen los conflictos peatón – ciclo usuario – vehículo y se garanticen pasos protegidos y la continuidad de los flujos peatonal y de ciclo usuarios a través de la intersección.

Para los cruces a nivel de vías vehiculares y otras vías férreas con la vía férrea del Proyecto, deben diseñarse las vías vehiculares extendiéndose en una longitud tal que permita un empalme adecuado con la infraestructura vial existente.

Para las intersecciones a desnivel, se debe definir toda la accesibilidad vehicular, peatonal y de ciclo usuarios y su conexión con el sistema vial y peatonal existente.

Para la implantación de estaciones de carga y de pasajeros y los patios y talleres del Proyecto se debe asegurar conectividad y accesibilidad de estas instalaciones con la red vial urbana o interurbana. Por lo cual también deberán diseñarse tramos viales de acceso a estas instalaciones asegurando el acceso peatonal, vehicular (vehículos livianos y pesados) y de bici usuarios.

1.1.2.7 Interferencias con redes y estudios hidrológicos e hidráulicos

A. Interferencias con redes

Este estudio prevé dos alcances con los siguientes objetivos:

Realizar un estudio de interferencia con redes de servicios públicos húmedas y secas que permita:

- Analizar, evaluar y depurar la información secundaria y primaria recopilada para ser plasmada en planos y así determinar la ubicación y distribución actual de las redes existentes en el área de influencia del proyecto.
- Identificar la existencia real de Redes húmedas y secas que puedan verse afectadas por el Proyecto, así como proponer las soluciones de traslado y/o protecciones necesarias para resolver dicha interferencia.
- Elaborar los estudios y diseños de factibilidad de las soluciones de traslado y/o protección de las redes afectadas por el Proyecto, así como de sus obras complementarias, que permitan establecer un presupuesto de las obras requeridas.

B. Hidrología e hidráulica

Desarrollar un análisis de las condiciones hidrológicas e hidráulicas del corredor férreo del Proyecto y su área de influencia para soportar las previsiones de diseño de la infraestructura existente y proyectada del Proyecto, incluidos box culverts, puentes y viaductos, taludes, soterrados y edificaciones de todo tipo. Los análisis que debe realizar el E.T. incluyen el estudio de socavación de estructuras, así como la determinación de zonas inundables que permitan definir la cota de diseño de las estructuras.

Para este componente el E.T. debe desarrollar como mínimo las siguientes actividades:

- Realizar un diagnóstico sobre las condiciones hidrológicas e hidráulicas en las zonas de aferencia de los cauces y ríos que crucen el proyecto
- Diseñar las obras hidráulicas del corredor férreo que se requieran de acuerdo con el diagnóstico. El E.T. presentará en un informe las actuaciones requeridas, con su correspondiente plan de obras y presupuesto. Se deben incluir todas las intervenciones requeridas generadas por fatiga o cumplimiento de vida útil de los diques que se encuentren sobre el corredor.
- Proponer mecanismos de intervención que minimicen los efectos sobre los cauces de agua y sobre la dinámica de las zonas aledañas.
- Diseñar a nivel de factibilidad las nuevas obras hidráulicas teniendo en cuenta el resultado del análisis de caudales, escorrentía, precipitaciones y eventos registrados de crecientes.

1.1.2.8 **Geotecnia, geología y geomorfología**

Elaborar la caracterización geológica, geotécnica, geomorfológica, hidrogeológica, sísmica y de amenaza de la zona de estudio y los diseños respectivos, para las siguientes estructuras:

- Viaductos o puentes de la línea férrea
- Puentes vehiculares o peatonales
- Túneles (no aplica)
- Estructura de vía férrea
- Edificaciones (centros de transferencia de carga, estaciones de pasajeros, centros logísticos, entre otros).
- Pasos férreos o vehiculares deprimidos
- Estructuras de contención de tierras
- Estructuras de pavimentos y espacio público asociado,
- Protección y cimentaciones para redes
- Demás estructuras que lo requieran.

La caracterización debe tener en cuenta aspectos como la identificación de potenciales problemas y criterios geotécnicos generales. Igualmente, el E.T. realizará un diagnóstico de pavimentos existentes a partir de una inspección visual y finalmente presentar a nivel de prediseño una propuesta de solución para estructuras de pavimento y espacio público, cimentación de estructuras y estructuras de contención.

Según el plan de exploración a proponer, en consideración a las exigencias del estudio y las condiciones de las zonas de estudio, el E.T. realizará los siguientes trabajos.

- Ejecución de sondeos mecánicos con extracción de testigo continuo.
- Toma de muestras inalteradas y parafinadas.
- Identificación, preparación, conservación y envío al laboratorio de las muestras obtenidas.
- Ejecución de ensayos de penetración estándar (SPT).
- Ejecución de ensayos de veleta de campo (SVT) y ensayo de penetrómetro de bolsillo.

- Ejecución de ensayos de penetración dinámica tipo Borros y DPSH.
- Ejecución de ensayos de piezocono estándar y sísmico (CPTU y SCPTU).
- Ejecución de ensayos de Presiómetro (PMT) y Dilatómetro (DMT).
- Ensayos de carga con placa (donde se prevea cimentaciones superficiales)
- Ensayos de permeabilidad tipo Lugeon y Lefranc.
- Instalación de piezómetros de tubo abierto tipo Casagrande.
- Medición y registro de niveles freáticos.

La campaña geotécnica de exploración del subsuelo se complementará con una campaña exhaustiva de investigación geofísica. En general, se contemplarán, pero no se limitará, los siguientes tipos de exploración geofísica, en la cantidad que el Contratista estime conveniente y que se incluirán en el informe:

- Sondeos eléctricos verticales (SEV) y sondeos electromagnéticos (SEDT).
- Líneas de reflexión y refracción sísmica.
- Ensayos Downhole.
- Tomografía eléctrica y sísmica.
- Prospecciones con GPR y análisis espectral de ondas de superficie SASW.
- Análisis multicanal de ondas superficiales MASW
- Análisis de micro trepidaciones en arreglo multicanal MAM y Método sísmico de refracción de micro tremores ReMi.

1.1.2.9 **Estructuras (obras lineales y edificaciones)**

Diseñar el dimensionamiento de las estructuras a nivel de factibilidad, tales como viaductos de línea, edificaciones, estaciones, portales, talleres, patios, subestaciones, puentes a desnivel, puestas a nivel, deprimidos, estructuras hidráulicas, estructuras de contención, pasos peatonales y demás obras complementarias, en sus tipologías generales o soluciones tipo, necesarias para asegurar la viabilidad y la constructibilidad del Proyecto, y que permitan la valoración y contratación posterior de la obra, con una certidumbre razonable sobre la adecuación del precio de dicha contratación.

Para el diseño de cada una de las estructuras, se deberá tener en cuenta la capacidad de carga requerida y presentar en el informe la respectiva justificación y la metodología del diseño de todas las intervenciones, las cantidades, especificaciones generales, presupuesto y todos los aspectos relevantes a tener en cuenta.

Para cada estructura, se deberán entregar los planos de diseños a nivel de factibilidad y presupuesto.

Se podrán plantear secciones y/o estructuras tipo las cuales deberán estar debidamente justificadas teniendo en cuenta aspectos como la longitud, ancho, cargas, uso, entre otros.

Para las edificaciones se tendrán que realizar los estudios estructurales, hidráulicos, HVAC (calefacción, ventilación, aire acondicionado), eléctrico, así como la definición de equipos necesarios para el funcionamiento de la edificación y los servicios que proveerá la instalación.

1.1.2.10 **Sistemas ferroviarios**

A. Sistema de alimentación eléctrica en tramos potenciales

Inicialmente se deberá realizar un análisis de la potencial de electrificación de tramos del trazado que podrían ser electrificados, según sus necesidades de demanda, cercanía con la red interconectada y requisito de infraestructura de soporte para implementar este sistema. Este análisis deberá realizarse mediante una metodología simplificada de evaluación multicriterio o de ciclo de vida que permita evaluar y justificar en qué tramos de la red es viable y eficiente instalar infraestructura de alimentación eléctrica para su operación desde el punto de vista de costos de inversión, costos de operación y mantenimiento, eficiencia energética y beneficios por reducción de externalidades, entre otros. Este análisis deberá realizarse de forma integrada con análisis de selección de tecnologías de material rodante.

Posteriormente, sobre los tramos potenciales se deberá definir los requisitos técnicos, funcionales y operacionales que deberán cumplir los Sistemas de Energía de la línea y realizar el diseño de este sistema a nivel de factibilidad.

Los sistemas de alimentación eléctrica a definir deben permitir el correcto funcionamiento de todos los sistemas alimentados con energía eléctrica con los niveles de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad adecuados para conseguir la prestación de un servicio de transporte de pasajeros de calidad.

B. Sistema de señalización y control de trenes

El E.T. deberá realizar las siguientes actividades:

- Realizar un diseño de factibilidad del sistema adaptando la solución a los requerimientos operacionales del Proyecto. Así mismo, se deberán realizar simulaciones de marcha con los parámetros que caractericen el corredor y adaptar el diseño en base a los resultados obtenidos.
- Realizar una descripción general del Sistema Automático de Control de Trenes (ATC), Sistema Automático de Supervisión de Trenes (ATS), enclavamientos, y elementos de campo que permitan el funcionamiento en modo normal y degradado, tal y como se ha indicado en el alcance del sistema. 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.
- Especificar la implementación de todas las interfaces, detallándose las funcionalidades que proporcionarán.
- Definir de manera general pero suficiente para asegurar las prestaciones, 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.
- Definir de manera suficiente las directrices y requisitos mínimos para que el suministrador del sistema, adjudicatario de su diseño de detalle y su instalación y puesta en marcha, quede obligado a realizar los planes de formación con la calidad requerida, incluyendo las tareas y funciones del responsable de capacitación, el calendario y duración de las formaciones, contenido según la especialidad y objetivo de la capacitación. Se deberá definir el material de soporte a entregar para la capacitación.

La propuesta de sistema de señalización y control de trenes del proyecto deberá cumplir con

las especificaciones antes mencionadas para la operación de servicios de carga y pasajeros dentro del corredor, pero también deberá ser estructurada con el objetivo de que se aseguré la compatibilidad y una virtual interoperabilidad de servicios con la red férrea nacional. Para tal fin, el E.T. deberá definir una solución o alternativas de solución de un sistema de señalización adaptable y escalable que se pueda integrar con los sistemas de los tramos en operación. Lo anterior implica que los trenes sean diseñados con equipos embarcados y sistemas de control y protección que permitan la operación en esos tramos, así implique una duplicidad de equipos o funcionalidades particulares del sistema de señalización y control que permitan la operación de material rodante de los otros corredores que cuenten con otros estándares de sistemas de control, protección y comunicación. Estas propuestas de interoperabilidad se deberán evaluar en conjunto con las definiciones de diseño geométrico férreo y de material rodante, proyectando a futuro la integración del corredor Villavicencio–Puerto Gaitán con la red férrea nacional

C. Sistema de comunicaciones

Diseñar a nivel de factibilidad cada uno de los sistemas de comunicaciones, segmentando el diseño de factibilidad en los distintos subsistemas identificados, así como en los módulos funcionales que se consideren oportunos. El diseño de factibilidad deberá incluir como puntos principales: el grado de cobertura de las funcionalidades, la arquitectura del sistema, la descripción de todos los elementos y equipos propuestos en la arquitectura, así como su especificación técnica asociada. Deberán especificarse la implementación de todas las interfaces, tanto internas como externas, detallándose las funcionalidades que proporcionarán.

Deberán proporcionarse planos y esquemas que permitan entender el diseño de factibilidad especificado. Deberán presentarse planos de tipo funcional y general. 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.

El E.T. deberá especificar los condicionantes para la realización del plan de implantación del sistema completo, estableciendo las fases temporales requeridas, los hitos o requisitos previos, el número y tipo de recursos materiales y humanos necesarios, así como los costes derivados del suministro de equipos, instalación y puesta en marcha.

Independientemente de las tareas y documentación definidas en este apartado, el E.T. deberá tomar como parte del alcance del proyecto, cualquier documentación y/o especificación definida por las entidades nacionales en cualquiera de las normativas aplicables al sistema. Se establecerá como alcance y contenido de la documentación vinculada la definida en cada una de las normas aplicables.

D. Puesto Central de Control (PCC o CCO)

Definir y diseñar las especificaciones funcionales y requerimientos que el E.T.

tendrá que cumplir en la redacción del Proyecto del Puesto de Control Centralizado (PCC. Se deben incluir las características funcionales y de diseño arquitectónico a nivel de factibilidad que debe cumplir el edificio que albergará el Puesto de Control Central (PCC) o Puesto Central de Operaciones (PCO).

El diseño debe tener como mínimo los siguientes componentes:

a. Las especificaciones técnicas en cuanto a planeamiento y urbanismo, estudios funcionales, instalaciones no ferroviarias.

b. Estudios funcionales.

c. Descripción funcional y criterios particulares del diseño del sistema.

d. Organización del PCC.

e. Especificaciones técnicas de equipamiento y subsistemas.

1.1.2.11 **Gestión de reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)**

Diseñar cada una de las actividades del ciclo de vida a tener en cuenta en la factibilidad según la siguiente normatividad aplicable:

- 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.

Se deben desarrollar los componentes de:

- Programa RAM
- Plan de Seguridad
- Informe Preliminar de RAM
- Análisis de Seguridad Preliminar

Los demás que se requieran para esta etapa de maduración del proyecto, según el ciclo de vida en “V” RAMS definido en la normatividad mencionada.

1.1.2.12 **Material rodante**

Elaborar y definir los parámetros, requerimientos, especificaciones, datos y normatividad aplicable, necesarios para el diseño y construcción del material rodante (carga, pasajeros y de mantenimiento) del Proyecto y poder establecer ofertas comparables para su suministro. Dentro del concepto de Material Rodante se incluye el tractivo, el remolcado y el de mantenimiento de vía.

Elaborar un pliego de especificaciones técnicas que recoja aquella información que permita a los fabricantes no solo realizar sus ofertas sino poder presentar soluciones alternativas si fuesen más favorables tales como el ofrecimiento de material rodante en construcción para otros proyectos similares, esto reduciría para el proponente en los costos de ingeniería de diseño y costos de montaje y puesta en marcha del tren de producción o cadena de ensamble.

Las especificaciones del material rodante del proyecto de carga y pasajeros deberán ser estructuradas con el objetivo de que se asegure una virtual interoperabilidad de servicios con la red férea nacional. Para tal fin el E.T. deberá definir una solución o alternativas de solución de un sistema de señalización adaptable y escalable que se pueda integrar con los sistemas de esos tramos. Lo anterior implica que los trenes sean diseñados con equipos embarcados y sistemas de control y protección que permitan la operación en esos tramos, así implique una duplicidad de equipos. Estas propuestas de interoperabilidad se deberán evaluar en conjunto con las definiciones de los sistemas de señalización y control de trenes y de vía férrea.

1.1.2.13 **Centros intermodales, urbanismo y estudios de patrimonio**

A. Centro intermodales (Centros de transferencia de carga y Estaciones de pasajeros)

Realizar una propuesta de implantación y diseñar a nivel de factibilidad los Centros de transferencia de carga y las Estaciones de pasajeros del proyecto teniendo en cuenta como mínimo los siguientes componentes: diseño urbano, funcional y arquitectónico, espacio público, espacios de uso técnico, elementos electromecánicos, sistemas de protección contra incendio y sistema eléctrico.

B. Alcance centros de transferencia de carga

Teniendo presente el diseño geométrico establecido, el Plan Operacional Preliminar (POP), el Estudio de demanda y logística, así como las proyecciones de demanda de los corredores carreteros, portuarios y ferroviarios a nivel departamental y nacional, y las cadenas logísticas identificadas, se deberá proponer y justificar la localización de los potenciales Centros de transferencia de carga que permitan un intercambio modal.

Para cada Centro de transferencia de carga se debe realizar un dimensionamiento y diseño volumétrico y en planta de la infraestructura y las áreas requeridas para las operaciones de cargue y descargue en las vías férreas, así como una identificación detallada de la necesidad de equipos (grúas pórtico, reach stackers, etc.) para almacenamiento, para transferencia interna y con otros modos de transporte, zonas de circulación, áreas administrativas y demás áreas para servicios logísticos que sean necesarias.

Dentro del concepto de Centros de transferencia de carga también se incluyen las instalaciones de los terminales portuarios que sean identificados para atender volumen de carga del proyecto férreo y que requieren ampliaciones de capacidad, de equipos o de área para asegurar la transferencia de carga entre el modo férreo y marítimo y viceversa.

Se deberá realizar un balance de masas que permita identificar el flujo de la carga, y para tener insumos para el dimensionamiento y diseño operativo del centro de transferencia de carga. El balance de masas deberá contribuir a evaluar la capacidad y eficiencia de la infraestructura y la gestión ambiental de esta instalación.

C. Alcance diseño de estaciones de pasajeros

El diseño, a nivel de factibilidad, de las estaciones del Proyecto deberán incluir todos los elementos y espacios asociados requeridos para un correcto funcionamiento de estas, para las labores de operación, mantenimiento y usos complementarios. El proyecto debe contemplar la integralidad entre el tren, la infraestructura de la ciudad, el entorno urbano, el sistema de transporte y los proyectos regionales en desarrollo.

El alcance del diseño arquitectónico de las estaciones, a nivel de factibilidad comprende:

- El diseño conceptual y arquitectónico integrado al entorno urbano que logre otorgarle identidad a las estaciones.
- El diseño funcional y operacional que incluye la definición y distribución de los espacios (accesos, vestíbulos, andenes o plataformas de abordaje, espacios de uso técnico y operacional), los elementos electromecánicos de transporte y espacios para instalación de sistemas.

- Análisis y definiciones de los distintos sistemas y equipamientos de las estaciones incluido: elementos electromecánicos, ventilación, protección contra incendio, alumbrado, evacuación y seguridad de los usuarios, señalética y redes hidrosanitarias y eléctricas.

D. Urbanismo, diseño urbano y estudios patrimoniales

Realizar los análisis y estudios, a nivel de factibilidad, de los componentes de urbanismo y diseño urbano de los diseños de la infraestructura del Proyecto, la cual incluye: Centros transferencia de carga, estaciones de Pasajeros, patios y talleres, centros de control operacional y pasos a nivel o desnivel del corredor con la infraestructura vial y peatonal.

Los análisis de este componente se deberán realizar en el área de influencia del Proyecto, pero el diseño deberá realizarse para un Polígono de intervención según las siguientes consideraciones.

- Es el polígono dentro del cual se desarrollarán las obras a cargo del Proyecto a lo largo de la línea corresponde al derecho de vía del corredor férreo en el caso de los tramos interurbanos y el ancho del corredor hasta empalmar con vías laterales existentes, sin superar en ningún caso una franja mayor a los 40 metros a partir del eje del corredor férreo. No obstante, en los casos que para la implantación del Proyecto sea necesario afectar infraestructura vial existente y, por lo tanto, se requiera la reconfiguración de la sección del corredor, el área de intervención debe incluir todo el espacio necesario para desarrollarla.
- Alrededor de estaciones contemplará todas las intervenciones en el espacio público en un radio entre 300 metros alrededor de la estación.
- Estas propuestas deberán plantearse a nivel de esquema básico a Escala 1:500.
- Igualmente se considera como Polígono de intervención los ramales para la conexión de las instalaciones de patios y taller y Centros de transferencia de carga con la línea principal, buscando que estas instalaciones queden “conectada” con la malla urbana existente. En consecuencia, se debe desarrollar un proyecto urbano, de espacio público y paisajismo que integren esta infraestructura, permitiendo su acceso peatonal, vehicular, ciclorrutas, etc.
- Además, para las estaciones férreas o conjuntos monumentales que cuenten con declaratoria como bien de interés cultural de la nación, del departamento o municipal y que su área de influencia se encuentre dentro del corredor o intersecada con el mismo, se deben llevar a cabo estudios de diagnóstico, valoración y una propuesta de intervención arquitectónica, según los lineamientos establecidos por el Ministerio de Cultura o quien este a cargo en los departamentos y municipios. Estos estudios permitirán identificar el estado actual del bien y formular una propuesta de aprovechamiento e integración con la nueva infraestructura que se construirá para el proyecto. Esta propuesta debe prever la conservación, preservación y sostenibilidad del bien, de acuerdo con la normatividad aplicable.

1.1.2.14 **Patios y talleres**

El E.T. debe elaborar la propuesta de implantación y el diseño de las infraestructuras identificadas en la factibilidad y de aquellas que considere necesarias para la flota de trenes, equipos auxiliares de mantenimiento y modelo de explotación, en el horizonte de tiempo definido para la factibilidad. Estas infraestructuras deben dimensionarse, considerando cada una de las áreas funcionales de los talleres y de los estacionamientos, desde la construcción

del proyecto e inicio de la operación comercial del sistema y considerando los posibles cambios en la flota de trenes, material rodante auxiliar y equipos auxiliares de mantenimiento, y cambios que se produzcan en el modelo de explotación en concordancia, además, con el incremento de la demanda y la futura extensión de la línea.

El E.T. debe realizar el debido análisis de la localización de los talleres y patios, a través de técnicas de evaluación que involucre varios criterios tales como: distancia respecto a la línea férrea del nuevo sistema para reducir al máximo recorridos en vacío, criterios ambientales y sociales, urbanísticos, normativos, restricciones por usos del suelo o retiros obligados o servidumbres u otros que limiten su área efectiva de desarrollo, geotécnicos, prediales, riesgos de inundaciones u otro tipo, costos de inversión, entre otros y teniendo en cuenta el las recomendaciones realizadas en la etapa de prefactibilidad, y aplicando toda su experticia para realizar la(s) mejor(es) propuesta(s) costo beneficio para la aprobación de la interventoría.

Partiendo de los estudios existentes, el E.T. debe definir, en primer término el Layout del patio y taller, y a partir de allí elaborar el diseño a nivel de factibilidad de todas sus instalaciones, incluyendo: el diseño urbano y arquitectónico,, paisajístico, estructural, instalaciones y sistemas electromecánicos, la distribución en el interior de los mismos según su funcionalidad, los esquemas de vías que permitan el movimiento de los trenes para la realización de las tareas de mantenimiento en el interior del(los) taller(es), los esquemas de vías de acceso a los talleres y a la cochera o patio considerando las diferentes fases de explotación de la línea, las zonas de transferencia de control entre el Puesto de Mando Local del Taller (PMLPT) y el Puesto de Control Central (PCC), así como todo el equipamiento necesario para efectuar las labores de mantenimiento y reparaciones, así como de limpieza del material rodante.

Igualmente, el E.T. debe analizar la conveniencia de disponer de algunas áreas de mantenimiento menor o rutinario, en diferentes sitios estratégicos a lo largo de la línea (extremos o intermedios), buscando con ello optimizar las labores de operación y mantenimiento y considerando las diferentes estrategias que se planteen dentro de los respectivos planes de operación y mantenimiento.

Una vez seleccionado la mejor ubicación para los talleres y patio, el E.T. debe validar la viabilidad técnica y jurídica de utilizar este predio para la localización del patio taller. En el evento de encontrase condiciones específicas que no hagan viable el uso de este predio

A. Sistema de patios y talleres

Diseñar los patios y talleres para la flota de trenes y vagones que requiera la línea, equipos auxiliares de mantenimiento y modelo de explotación. En el taller se debe realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de la flota. La infraestructura debe dimensionarse para albergar como mínimo durante los próximos 30 años, contados desde el inicio de la operación comercial –del Proyecto, los posibles cambios en la flota de trenes y vagones, equipos auxiliares de mantenimiento, y cambios que se produzcan en el modelo de explotación.

Se debe contemplar dentro del diseño el espacio suficiente para la retirada de material rodante auxiliar que ayuda a la operación y al mantenimiento.

Se deben desarrollar como mínimo los siguientes componentes: diseño arquitectónico y urbanístico, especificaciones técnicas, estudios funcionales, descripción técnica de cada una de las instalaciones que incluyen el patio taller, caracterización y trazado.

1.1.2.15 **Superestructura de vía férrea**

Diseñar a nivel de factibilidad la superestructura de la vía en su conjunto y de los patios

talleres. Deberá tomar como referencia la experiencia internacional disponible en la actualidad en el mercado y el uso establecido por los operadores de trenes de carga y pasajeros, dentro del más adecuado nivel tecnológico, buscando la seguridad y confiabilidad del sistema y en concordancia con las últimas versiones de normas nacionales e internacionales. Se deberá como mínimo tener en cuenta los siguientes componentes: soluciones constructivas en vía, rieles, aparatos en vía y otros elementos de la vía.

El E.T. debe revisar, adaptar, aprovechar y completar la documentación preexistente relativa al diseño de la superestructura de vía obtenida y definida en el estudio de prefactibilidad del corredor férreo.

El trazado del proyecto definido en la etapa de prefactibilidad aprovecha parcialmente el derecho de vía de la vía férrea nacional, la cual en algunos tramos se encuentra fuera de operación.

Para el diseño a nivel de factibilidad de la superestructura férrea deben tenerse en cuenta, los parámetros de diseño definidos en este documento y los resultados de la prefactibilidad los cuales buscan garantizar velocidades de diseño competitivas, así como seguridad y confiabilidad del sistema férreo.

1.1.2.16 Túneles

Para este corredor férreo no aplica el desarrollo de este componente

1.1.2.17 Operación y mantenimiento

El objetivo de este producto es realizar un Plan de Operación Preliminar (POP) del Proyecto que incluya parámetros y condiciones para el diseño operacional y su explotación comercial, que sirva como soporte y punto de partida para todas las estimaciones de la operación del sistema férreo y de su infraestructura de soporte, que a su vez permitirán obtener un cálculo de los costos de operación del Proyecto.

Adicionalmente, realizar de manera integrada con las definiciones del POP, un Plan de Mantenimiento Preliminar (PMP) que sirva como soporte y punto de partida para todas las estimaciones de personal y costos de mantenimiento de la infraestructura y del sistema férreo para el Proyecto y permita mantener, en el tiempo, sus estándares de calidad, disponibilidad, confiabilidad, mantenibilidad y seguridad.

La elaboración de los planes preliminares de Operación y Mantenimiento antes indicados, deben cubrir estas actividades para todos los componentes del proyecto: línea férrea, estaciones de pasajeros, ramales operativos, Centros de transferencia de carga, los patios y talleres, pasos a nivel y desnivel de la infraestructura vial e infraestructuras complejas como deprimidos. Igualmente, todo el material rodante y los diferentes sistemas ferroviarios.

A. Plan de operación preliminar (POP)

El Plan de Operación Preliminar (POP) debe definir la oferta de transporte de carga y pasajeros y los principios funcionales de un sistema de transporte, así como los métodos y estructura organizacional que deben aplicarse para asegurar el funcionamiento óptimo de este sistema.

Para el diseño del POP, el E.T. debe considerar la información generada en la fase de prefactibilidad y las interfaces o las interacciones que se generen con otros componentes de los estudios y diseños de factibilidad del Proyecto

Para el cumplimiento de este alcance deberán desarrollarse las siguientes actividades:

1. Descripción del Proyecto y objetivos de explotación
2. Concepto operativo
3. Análisis de sensibilidad y optimización del POP
4. Indicadores de operación

Dentro del entregable – “Plan Operacional Preliminar (POP)”, el E.T. debe entregar, como mínimo, los siguientes documentos con el siguiente contenido mínimo y en cumplimiento del alcance previsto en el capítulo Estudios de factibilidad:

A. Descripción del Proyecto y objetivos de explotación

- Descripción del Proyecto.
- Necesidades de demanda del corredor (diagramas de carga, matrices O-D).
- Mapas o esquemas de las líneas de deseos.
- Servicios potenciales que interconecten con otros corredores de la red.
- Metodología de análisis.
- Archivos de Excel con información de demanda procesada.

B. Concepto operativo

- Política general de transporte: objetivos de producción y de calidad de servicio objetivos de seguridad del funcionamiento, horarios de operación y niveles de servicio (intervalos máximos por franja horaria).
- Establecimiento de políticas y elaboración de un plan de seguridad para la operación férrea.
- Características del trazado (Planimetría y alzado, esquema de vías, ubicación de estaciones, zonas de maniobras en estaciones, intersecciones a nivel, ubicación de patios y talleres, etc.) Identificación de puntos críticos que limiten la velocidad.
- Infraestructura (Vía, Aparatos de vía, Terminales y Patios y Taller).
- Tecnología y configuración del material rodante.
- Características del servicio (oferta de transporte necesaria para hacer frente a la demanda que debe incluir, al menos: trazados de la o las líneas, tablas horarias con frecuencias por hora por línea y sentido, capacidad de los trenes y ocupación, tiempos de ciclo, cantidad de trenes requeridos, kilómetros recorridos y disponibilidad temporal, tiempos de parada en estaciones, entre otros).
- Flota de trenes para inicio de operación comercial y su ampliación en el tiempo.
- Memorias de cálculo.
- Definiciones y método (Capacidad, tiempos de estacionamiento en estaciones y retornos, intervalos en línea y de retorno en estación terminal, método de cálculo).
- Cálculo de desempeño de la línea (flujo de pasajeros y de carga, intervalo mínimo para satisfacer demanda, velocidad comercial y tiempo de ciclo, bucles, cálculo de trenes requeridos).
- Esquemas de aparatos de vía (esquema de vías).
- Esquemas de Centros de transferencia de carga.

- Perfiles de velocidad de la línea o de los servicios.
- Esquema de circulaciones (Tablas horarias con frecuencias).
- Capacidad máxima del corredor.
- Indicadores y parámetros operacionales.

C. Indicadores de mantenimiento.

Descripción de los indicadores de mantenimiento propuestos que reflejen los rendimientos, estados de condición mínimo o resultados de disponibilidad de la infraestructura, sistemas ferroviarios y material rodante que se buscan lograr con propuesta de mantenimiento definida en el PMP.

Se debe incluir en éste numeral los métodos de cálculo y medición de los indicadores propuestos.

B. Plan de mantenimiento preliminar (PMP)

Elaborar el plan de mantenimiento de la infraestructura, sistemas ferroviarios, de comunicaciones, etc. y del material rodante en donde se incluyan cada uno de los ciclos del mantenimiento preventivo y correctivo. Se deberán tener como mínimo los siguientes aspectos:

- Identificación preventiva, condicional y correctiva de las tareas de mantenimiento,
- Ciclo de mantenimiento preventivo y condicional,
- Recursos humanos y materiales para realizar dicho mantenimiento.
- Desglose del sistema en subconjuntos funcionales.
- El Plan de mantenimiento de los sistemas, infraestructura y material rodante.
- Elaborar los índices o indicadores de mantenimiento necesarios.

El Plan de Mantenimiento Preliminar (PMP) debe presentar una visión completa de las estrategias de mantenimiento existentes para sistemas férreos de pasajeros y carga de características similares, con el fin de generar insumos para dimensionar las estructuras organizacionales requeridas para asegurar un mantenimiento adecuado y eficiente del Proyecto.

1.1.2.18 **CAPEX, OPEX y programación de obra**

A. Costos de Inversión - CAPEX

Elaborar todos los análisis de las cantidades de obra de todos los componentes del proyecto con el correspondiente presupuesto y análisis de precios unitarios, desagregando en costos de diseño, suministro, construcción (obras civiles), transporte, seguros, nacionalización, montaje, instalación, pruebas, capacitación y puesta en marcha, material rodante y los demás elementos que se consideren necesarios.

Igualmente se deben estimar los costos de la implantación de Plan de manejo Ambiental y gestión Social, estimados por el E.T. de acuerdo con el alcance indicado en sus respectivas especificaciones técnicas.

El E.T. como mínimo debe entregar las memorias de cálculos, matriz presupuestal de actividades de obra o elaboración de los análisis de precios unitarios APU.

El E.T. igualmente estimará, con el detalle de personal, dedicación, salarios y costos

administrativos y sustentará los costos de la interventoría y la gerencia de Obra.

B. OPEX

El opex consiste en estimar todos los costos asociados a la operación, administración, conservación y mantenimiento del activo a lo largo de su vida útil, después de la inversión inicial (CAPEX). En este ejercicio se debe determinar el costo de la operación y administración (personal administrativo, técnico y operativo, centros de control y monitoreo, energía, comunicaciones y consumibles, servicios asociados (peajes, seguridad, vigilancia, gestión de tráfico), el mantenimiento rutinario (limpieza y conservación periódica de la vía, taludes, drenajes, señalización, iluminación, reparaciones menores por desgaste normal, control de vegetación y gestión ambiental), mantenimiento mayor o programado (intervenciones cíclicas, renovación de rieles, reemplazo de equipos eléctricos, sustitución de activos con vida útil menor que la infraestructura principal), costos indirectos de operación (seguros, impuestos y tasas, contratos de concesión o canon de uso, licencias ambientales y monitoreos continuos) tecnología y sistemas de apoyo (sistema de señalización y comunicaciones-, software de gestión de activos, modernización de equipos y actualización tecnológica), contingencias y riesgos (eventos no previstos -derrumbes, inundaciones, vandalismo, fondos de reserva para emergencias.).

El presupuesto deberá realizarse con base en la metodología BIM y utilizando un programa o software acorde con la magnitud e importancia del proyecto y que garantice su correcto funcionamiento y aplicación en el proyecto.

C. Modelo operativo

Se entregará una propuesta de organización de la operación y mantenimiento, con el número de personas necesarias para cada función, así como las variantes fruto de las diferentes opciones operativas: grado de automatización, subcontratación, etc.

Es importante que estos costos de mantenimiento se estructuren en una matriz donde se involucren los Capítulos, Subcapítulos, ítems, debidamente valorados y cuantificados, con los índices de indexación respectivos al número de años en que se realizaran, con el fin de obtener costos reales y proyectados, que servirán para la estructuración total de la operación del proyecto.

Los costos de operación y mantenimiento se presentarán, para cada variante, en los siguientes rubros:

- Personal propio
- Materiales y aprovisionamientos
- Energía
- Servicios exteriores:

1. Reparaciones y conservación de inmovilizado
2. Reparación y conservación trenes
3. Limpieza y saneamiento
4. Seguridad y vigilancia
5. Transporte y manipulación de la recaudación
6. Seguros

7. Suministros
8. Otros costos

D. Programación de obra y flujo de inversiones

Elaborar el programa de obra por tramos, identificando la ruta crítica, que comprenda los principales componentes del proyecto: diseño de detalle (incluyendo tiempos de aprobaciones y trámites); obras civiles desagregando: relocalización de redes, movimiento de tierras, adquisición de equipos especializados (en caso de ser requerido tuneladoras o vigas lanzadoras), construcción de estaciones o centros de transferencia de carga, obras del corredor férreo y obras complementarias principales; patios y talleres; PCC; sistemas electromecánicos férreos (fabricación y montajes), material rodante (fabricación, transporte); pruebas individuales y de conjunto, capacitación y puesta en marcha. El programa debe reflejar adecuadamente las interfaces entre la obra civil y los diferentes sistemas férreos.

El programa deberá realizarse con un Software especializado (PDM), acorde con la magnitud e importancia del proyecto y que garantice su correcto funcionamiento y aplicación en el tema de obras.

1.1.2.19 Especificaciones técnicas

El E.T. deberá elaborar las especificaciones técnicas que servirán de base para las fases subsiguientes del ciclo del proyecto, incorporando el nivel de detalle requerido para la etapa constructiva.

El componente de Especificaciones Técnicas define los lineamientos, criterios y requisitos que el E.T. deberá desarrollar para la estructuración técnica del Proyecto, abarcando desde estudios y diseños hasta operación y mantenimiento. También contempla las especificaciones para sistemas ferroviarios, planes de operación y mantenimiento, implementación de metodología BIM, gestión del proyecto y condiciones para la reversión de bienes.

Estas especificaciones deben ser integrales, detalladas y conformes a normatividad vigente, garantizando la coordinación entre los diferentes componentes técnicos y las mejores prácticas de ingeniería. El E.T. deberá entregar documentos que incluyan memorias de cálculo, planos, metodologías constructivas, criterios de diseño, protocolos de pruebas y manuales operativos y de mantenimiento. Además, deberá definir los parámetros para la correcta ejecución del proyecto, asegurando su viabilidad técnica, funcionalidad operativa, sostenibilidad y alineación con los objetivos estratégicos y de servicio planteados.

1.1.2.20 Análisis tarifario

A. Análisis tarifario

Desde el componente tarifario debe calcular la tarifa técnica que debe aplicarse al corredor para los servicios de carga, pasajeros, por el uso de vía y por distintos servicios logísticos que se ofrecerán. Adicionalmente de debe proponer un esquema tarifario para los servicios que requieran una interoperabilidad entre corredores, de acuerdo con los proyectos con los que se conectará el corredor.

Los análisis tarifarios deberán realizarse en línea con los escenarios de planeación y cortes temporales definidos en estudios de demanda y la metodología de elaboración del estudio deberá permitir realizar múltiples análisis de sensibilidad que permitan evaluar opciones de implementación del Proyecto.

También se deberán realizar sensibilidades comparando, el costo de transporte desde los centros de producción hasta los puertos, a través del modo férreo y otros modos como el

carretero o aéreo según aplique.

1.1.2.21 Aprovechamiento de infraestructura existente (En caso de existir)

Dado que el trazado del Proyecto usará parcialmente los corredores existentes de la red férrea nacional (activa o inactiva) por razones geométricas y de construcción de nuevos tramos, es necesario que la Consultoría haga un diagnóstico y propuesta de aprovechamiento sobre estos tramos que no serán usados como parte del Proyecto.

En este sentido se debe realizar un acotamiento de los tramos que quedarán desconectados o sin uso por el realineamiento del Proyecto y sobre estos realizar:

1. Un diagnóstico del estado actual de la estructura de la vía férreo y de otras estructuras como puentes, estaciones o talleres.
2. Análisis de conectividad para identificar qué parte de estos tramos o infraestructura tienen el potencial de ser rehabilitados o mejorados para generar ramales o conexiones con el corredor principal.
3. En los tramos desconectados analizar potenciales usos de aprovechamiento que les puedan dar las comunidades o autoridades de la zona como usos turísticos, conexiones para viajes locales o de conservación de estaciones patrimoniales.
4. Realizar un estudio y propuesta integral de aprovechamiento a nivel de factibilidad con la identificación de usos, diseños de rehabilitación y/o mejoramiento (según se requiera), costos de inversiones (incluidos costos de gestión predial y componentes ambientales y sociales), costos de operación y mantenimiento y un plan de acción en cada caso. Lo anterior con el fin de generar recomendaciones al cliente del Proyecto o autoridades locales o nacional para que potencialmente estos alcances de intervención de tramos sean incluidos como alcances complementarios de este Proyecto o como alcances de otros proyectos de inversión.

1.1.2.22 Análisis de desarrollo territorial

A. Análisis integrado de determinantes de ordenamiento territorial y de prospectivas de crecimiento territorial y socioeconómico

El E.T. deberá realizar un diagnóstico integral de los distintos componentes que hacen parte del análisis espacial y de ordenamiento territorial a partir de distintas coberturas de información, cartografía y temática que servirán de insumos para sustentar y precisar la inserción del trazado y de las infraestructuras del Proyecto en los distintos municipios que atraviesa. El análisis deberá incorporar los determinantes de ordenamiento territorial en sus 6 niveles de prevalencia según los estipulado en el Artículo 32 del Plan Nacional de Desarrollo.

Adicionalmente, deberá incorporar al análisis los resultados de las conclusiones de componente de riesgos de eventos asociados al cambio climático, impactos ambientales, sociales y económicos desarrollados en otros entregables.

Dentro de la información por analizar se encuentra la siguiente: la Estructura Ecológica Principal (sistema de áreas protegidas, parques, corredores ecológicos, áreas de manejo especial), zonas de amenazas y riesgos de desastres, la Estructura funcional y de servicios (sistemas de movilidad, vial y de transporte, de equipamientos, de espacio público, las condiciones socio económicas y espaciales (áreas de actividad urbana, centralidades, nodos de comercio y servicios, etc.), los sectores de interés cultural y los bienes de interés cultural del orden municipal, distrital, departamental y nacional. Adicionalmente, se relacionarán

proyectos en curso o proyectados de infraestructura asociada al corredor férreo, proyectos de desarrollo urbano implementados o en proceso de implementación a través de Planes Parciales, planes de Regularización y Manejo, planes de Implantación, etc.) En cuanto al análisis de prospectivas de desarrollo y crecimiento territorial y socioeconómico, se deberá realizar un diagnóstico de:

- Procesos y dinámicas de urbanización y desarrollo (huella de crecimiento) actuales y futuras en zonas urbanas o suburbanas de los municipios generados por las nuevas dinámicas del proyecto de infraestructura férrea teniendo en cuenta tipos y clases de suelo vigentes y requerimientos futuros. Debe incluir proyecciones de nuevas dinámicas de rentas de suelo y crecimiento de valor de suelos asociados a los nuevos usos generados por el proyecto.
- Dinámicas productivas y condiciones socio económicas municipales y dentro del área de influencia directa del corredor.

Estos análisis integrados deberán permitir realizar propuestas de implantación y de armonización de la infraestructura del Proyecto en cada municipio mediante una síntesis integrada de los análisis mencionados, así como una identificación del área de influencia del Proyecto desde el punto de vista socio económico y espacial.

Como entregable se debe presentar un documento de diagnóstico y de prospectiva territorial (mínimo con dos escenarios) y una Geodatabase (GDB) consolidada en donde se encuentren estructurados por componente todas las coberturas de diagnóstico, soporte para los análisis cruzados requeridos, así como los planos finales de los análisis en formato shp y pdf.

B. Análisis de inserción de la infraestructura y formulación de propuestas de ordenamiento territorial en áreas de influencia

Con el fin precisar las definiciones de localización e inserción de la infraestructura del Proyecto (variantes/pasos urbanos e infraestructuras asociadas) se deberán realizar análisis de alternativas puntales por municipio, enmarcadas en el área de estudio definida. Para tal fin, se deberá proponer y hacer uso de una metodología de evaluación multicriterio o de costo/beneficio preliminar, con base en las variables estudiadas en el capítulo anterior.

Posteriormente, con base en el diagnóstico elaborado se debe adelantar la identificación de franjas de afectación del corredor y áreas de oportunidad del proyecto en cada municipio, en las que se deberá desarrollar una propuesta preliminar de usos y volumetrías, a nivel de esquema básico, con el fin de determinar el potencial de estas áreas para aprovechar la localización de la infraestructura del proyecto. Las áreas de oportunidad se entienden como aquellas que por sus características pueden ser sujeto de procesos de renovación y/o redensificación y/o cambios de uso, impulsados por la construcción del nuevo sistema férreo y que, además, puedan significar potenciales fuentes de ingresos por concepto de captura de valor.

Estas propuestas de desarrollo territorial se deberán formular a la escala del Área de Influencia Directa del Proyecto. Estas propuestas deben contemplar la integración y armonización de la infraestructura sugerida con las determinantes identificadas para el ordenamiento territorial. El objetivo es presentar un 'escenario óptimo de desarrollo territorial' que incluya propuestas de áreas industriales, carga y logística, comerciales y de servicios, institucionales o residenciales, según corresponda, en cada municipio. Estas propuestas podrían ser recomendadas a las autoridades de planeación para su implementación.

Las propuestas urbanas a desarrollar deben incluir un ejercicio inicial de proyección de variables urbanas (aumento de precios de suelo, posibles cambios de usos del suelo y

aumento de procesos de urbanización) para sustentar ejercicios de valoración.

C. Valoración de propuestas de ordenamiento territorial en áreas de influencia

Basado en los resultados del alcance anterior se deberán realizar las siguientes actividades con el fin de valorar las propuestas de ordenamiento territorial en las áreas de influencia de las distintas infraestructuras del Proyecto para sustentar y generar insumos que permitan a las autoridades estructurar potenciales instrumentos de captura de valor directamente en el proyecto o a través de otras iniciativas:

- Estimación de línea base de generación y potencial captura de valor de los predios.
- Recomendaciones sobre instrumentos de captura de valor a implementar en cada municipio.
- Análisis, a partir de zonas geoeconómicas homogéneas -ZGH- definidas con la metodología requerida, del área de estudio definida para realizar avalúos de referencia para la documentación requerida para el anuncio del proyecto como de utilidad pública y la posible aplicación de instrumentos de gestión de suelo y captura de valor. (La elaboración de avalúos de referencia de remunerará mediante Bolsa de Monto Agotable).
- Generación de insumos y estudios técnicos y económicos para implementar la metodología del Ministerio de transporte para la implementación del instrumento de Contribución Nacional de Valorización.
- Análisis y estimación de potenciales negocios de explotación comercial de la infraestructura.
- Análisis de potencial de uso de financiación verde para financiación de la infraestructura, incluida la construcción de una hoja de ruta para su solicitud.

1.1.2.23 Gestión del proyecto de estudios y diseños

A. BIM, SIG del proyecto

El Proyecto debe implementar la metodología BIM para respaldar la entrega de los productos de una manera eficiente y rentable. En este sentido el E.T. se acogerá a las especificaciones BIM que el contratante defina según la estrategia BIM a implementar y que se haya aprobado para la ejecución de estudios a nivel de factibilidad (ANEXO TÉCNICO BIM DE FACTIBILIDAD (ATB-F3) -INICIATIVAS PÚBLICAS, ANI 2024). Con base en procesos BIM respaldados por tecnología digital se deberán crear modelos multidisciplinarios totalmente coordinados, que representan las características físicas y funcionales del Proyecto.

Se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Desarrollar un Plan de Ejecución BIM, incluyendo la identificación clara de cuáles son los requisitos de calidad en cada uno de los hitos de control.
- Generar los Planos a partir del Modelo BIM.
- Utilizar el Modelo BIM en las reuniones de coordinación interdisciplinarias cuya frecuencia será definida en el Plan de Ejecución BIM.
- Al finalizar el proceso de diseño, los Modelos BIM de las diferentes especialidades deben representar los diseños al nivel de factibilidad.

- Los Modelos BIM de diseño de las diferentes especialidades se desarrollarán a un nivel de desarrollo 300 (ND 300) para aquellos elementos predimensionados y 200 (ND 200) para todos aquellos componentes complementarios. En todo caso, el Contratista podrá proponer, para aprobación, el diseño de algunos componentes del Proyecto con un nivel de desarrollo diferente.
- También deberá disponerse de un CDE (Entorno Común de Datos) para la gestión de la información, al cual la ANI deberá tener acceso. Asimismo, se deberán realizar capacitaciones periódicas para garantizar el uso adecuado de dicha plataforma.
- Se deberá considerar y aplicar lo dispuesto en la NTC ISO 19650
- También deberá utilizar el sistema de Clasificación Omniclass. Se podrá proponer y justificar la utilización de otro sistema de clasificación.
- Se deberá realizar un levantamiento de condiciones existentes
- Se deberá realizar todas las entregas parciales y finales en un formato abierto (IFC) y deberá considerar dentro de su proceso de estudios y diseños estrategias OpenBIM.

B. Gestión Documental del proyecto

- La gestión documental de todos los productos, entregables y en general de cualquier documento producido en la consultoría deberá seguir la misma estructura de carpetas, de desglose de trabajo y la misma nomenclatura de archivos que se defina para el componente BIM. Así mismo, se debe garantizar el almacenamiento de la información BIM y los productos entregables y documentos del proyecto se administren y gestionen a través de un único CDE.
- Así mismo, la información SIG secundaria o la generada para el proyecto deberá ser almacenada y organizada en un base de datos geográficas que siga la misma estructura de carpetas, de desglose de trabajo y la misma nomenclatura que la prevista para los modelos BIM o en general para la estrategia de gestión documental del proyecto.

1.1.2.24 Aplicación de la Guía de Desarrollo de Proyectos

Los contenidos de los módulos pueden aplicarse a todo tipo de proyectos de infraestructura, incluidos los de financiación privada y pública. Estos módulos ayudan a los equipos de Proyecto a identificar los riesgos técnicos.

Basado en la Guía PDR, el E.T. deberá presentar el informe de resultados de la utilización de la metodología aplicando a las fases de preparación, diagnóstico, plan de acción y módulo de gobernanza en el Proyecto, de acuerdo con el Anexo 6. “Guía de desarrollo de Proyectos – PDR” y/o la documentación disponible en el enlacehttps://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Participacin%20privada%20en%20Proyectos%20de%20infraestructu/PDR%20Manual.pdf.

1.1.2.25 Metodología de los Cinco Casos M5C

A. Presentación de resultados de la Etapa Inicial M5C

El E.T. deberá entregar un informe en el que se consigne, sin limitarse, la siguiente información, tomando como referencia la Etapa Inicial del modelo de los 5 Casos del Reino Unido, de acuerdo con el Anexo 8 “Guía para Colombia para el Desarrollo de Proyectos de Inversión M5C V1” (en adelante, M5C-Inicial). Dicho informe tendrá como propósito revisar y complementar, a partir de la información obtenida en la etapa de prefactibilidad y de los registros de revisión documental, los insumos correspondientes a la metodología M5C-Inicial, con el fin de identificar vacíos o ajustes y asegurar la base técnica necesaria para la continuidad de la etapa intermedia del Proyecto, según los siguientes casos:

Caso Estratégico

- Descripción del Proyecto, su contexto, organizaciones involucradas y alcances estratégicos
- Definición del alcance potencial, objetivos, condiciones existentes vs esperadas
- Descripción de los riesgos técnicos, limitaciones, beneficios y dependencias del Proyecto

Caso Económico

- Definición de los factores críticos de éxito (FCE) del Proyecto
- Marco de análisis de alternativas de desarrollo del Proyecto
- Lista corta de alternativas
- Evaluación inicial de impacto socioambiental

Caso Gestión

- Identificación del equipo del Proyecto
- Desarrollar el Plan Inicial del Proyecto
- Identificar los actores claves y su relacionamiento con el Proyecto para así construir el Plan de Cambio Organizacional
- Desarrollar un Plan Inicial de Cumplimiento de Beneficios
- Desarrollar una estrategia y Plan de Manejo de Riesgos técnicos

B. **Presentación de resultados de la Etapa Intermedia M5C**

El E.T. deberá entregar un informe dónde quedará consignado sin limitarse, la siguiente información aplicando la Etapa Intermedia del modelo de los 5 Casos del Reino Unido de acuerdo con el Anexo 6 “Guía para Colombia para el Desarrollo de Proyectos de Inversión M5C V1”, en adelante M5C-Intermedia:

- **Caso Estratégico**
  - Reconfirmar la necesidad estratégica del Proyecto
  - Demás aspectos del capítulo de Estratégico de la Fase Intermedia de la Guía para Colombia para el Desarrollo de Proyectos de Inversión M5C V1 – Reino Unido que la ANI considere pertinentes incluir.

- **Caso Económico**
  - Desarrollar el análisis económico de las alternativas
  - Realizar el análisis cualitativo de beneficios y riesgos técnicos
  - Seleccionar la Alternativa Preferida y realizar análisis de sensibilidad desde el punto de vista técnico
  - Demás aspectos del capítulo Económico de la Fase Intermedia de la Guía para Colombia para el Desarrollo de Proyectos de Inversión M5C V1 – Reino Unido que la ANI considere pertinentes incluir

- **Caso Gestión**
  - Desarrollar el Plan Inicial del Proyecto
  - Definir el trabajo de los expertos
  - Desarrollar el cronograma del Proyecto, Plan de aprobaciones y Filtros de Calidad
  - Ajustar/Finalizar el Plan de Participación de los grupos de interés
  - Ajustar/Finalizar la estrategia y el Plan de Cambio Organizacional
  - Ajustar/Finalizar el Plan de Cumplimiento de Beneficios y Plan de Manejo de Riesgos técnicos.
  - Demás aspectos del capítulo de Gestión de la Fase Intermedia de la Guía para Colombia para el Desarrollo de Proyectos de Inversión M5C V1 – Reino Unido que la ANI considere pertinentes incluir.

El M5C-Intermedia contendrá todo el desarrollo y alcance de los Casos antes mencionados correspondientes de la Fase II de tal manera que permita a la ANI inferir que el Proyecto es viable técnicamente.