

AGRALIA

PROYECTO FERROCARRIL ANGOSTURA – NARANJAL

Memoria Descriptiva Conceptual

Noviembre 2024



Contenido

1 RESUMEN EJECUTIVO	3
2 DEMANDA	9
2.1 Sentido Este – Oeste (De Naranjal a Angostura).....	9
2.2 Sentido Oeste – Este (De Angostura a Naranjal).....	10
3 ALTERNATIVAS DE TRAZADO FERROVIARIO	11
3.1 Evaluación en campo	12
3.2 Situación Actual.....	12
4 PARÁMETROS DE DISEÑO DEL PROYECTO	21
4.1 Etapas del Proyecto	21
4.2 Criterios de Diseño del Proyecto	22
5 MODELO DE EXPLOTACIÓN FERROVIARIA	23
5.1 Requerimiento de tripulaciones	27
5.2 Requerimiento de instalaciones en los Patios Terminales Ferroviarios de Angostura, Abaí y Naranjal.....	27
6 MANTENIMIENTO DE TRENES	28
7 MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA	29
7.1 COSTO DE CONSERVACIÓN.....	31
8 RESULTADOS PRELIMINARES DEL MODELO ECONÓMICO - FINANCIERO.....	32
8.1 CAPEX de Infraestructura - Concesionario.....	32
8.2 CAPEX de Trenes – Operador Vinculado.....	33
8.3 CAPEX de Trenes – Operador Externo	34
8.4 Resumen General de CAPEX de Infraestructura y Trenes	35
8.5 Aspectos Financieros del Modelo de Negocio	35
8.5.1 Resumen del Concesionario	37
8.5.2 Resumen del Operador Externo.....	37
8.5.3 Resumen del Operador Vinculado	37
9 CRONOGRAMA PRELIMINAR DE EJECUCIÓN DE OBRAS Y EQUIPAMIENTO	38
10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
LISTA DE ANEXOS.....	40

1 RESUMEN EJECUTIVO

AGRALIA S.A. en adelante el Cliente, viene elaborando un proyecto de inversión en el sector ferroviario de Paraguay denominado “Ferrocarril Angostura - Naranjal”, en adelante, el Proyecto, con el fin de proponer a las entidades del Estado representadas por FEPASA, el MOPC y otras, una iniciativa privada que consiste en una concesión por treinta (30) años, renovables, bajo el modelo de Asociación Público-Privada (APP) y esquema de explotación Open Access.

El Proyecto comprende el Diseño, Financiamiento, Construcción, Operación y Transferencia de los bienes (DFBOT) de un ferrocarril de aprox. 297 km de longitud que se extiende desde la zona portuaria de Angostura, en el departamento Central, donde se ubican los principales puertos fluviales de Paraguay hasta los centros de producción agrícola de Naranjal en el departamento de Alto Paraná.

El Proyecto contempla cuatro (04) años de diseño y construcción contabilizados desde la firma del contrato de concesión y veintiséis (26) años de explotación (operación y mantenimiento). Las inversiones en infraestructura y trenes se han desarrollado para una demanda escalable que inicia el año cinco (05) con 02 (dos) y culmina el año treinta (30) con 7.4 millones de toneladas netas al año¹, siendo el tramo más cargado de la línea el que va del Este al Oeste, es decir desde las zonas de producción agrícola de Naranjal y Abaí hacia los puertos de Angostura.

El Proyecto comprende tres (03) tramos bien definidos:

1. **Tramo nuevo** por construir desde la zona de Angostura a Paraguarí: aprox. 48 km
2. **Tramo existente**² por rehabilitar desde Paraguarí a Abaí: aprox. 158 km
3. **Tramo nuevo** por construir desde Abaí hasta Naranjal: aprox. 90 km

Para el tramo nuevo de Angostura a Paraguarí se analizaron dos (02) alternativas de trazado, la primera orientada más hacia los puertos de Angostura y la segunda hacia la zona poblada de Villeta. Se seleccionó la primera alternativa por tener la longitud más corta, la que más acerca el patio terminal ferroviario hacia los puertos fluviales en el río Paraguay y la que menores impactos en interferencias con los servicios públicos y la población posee.

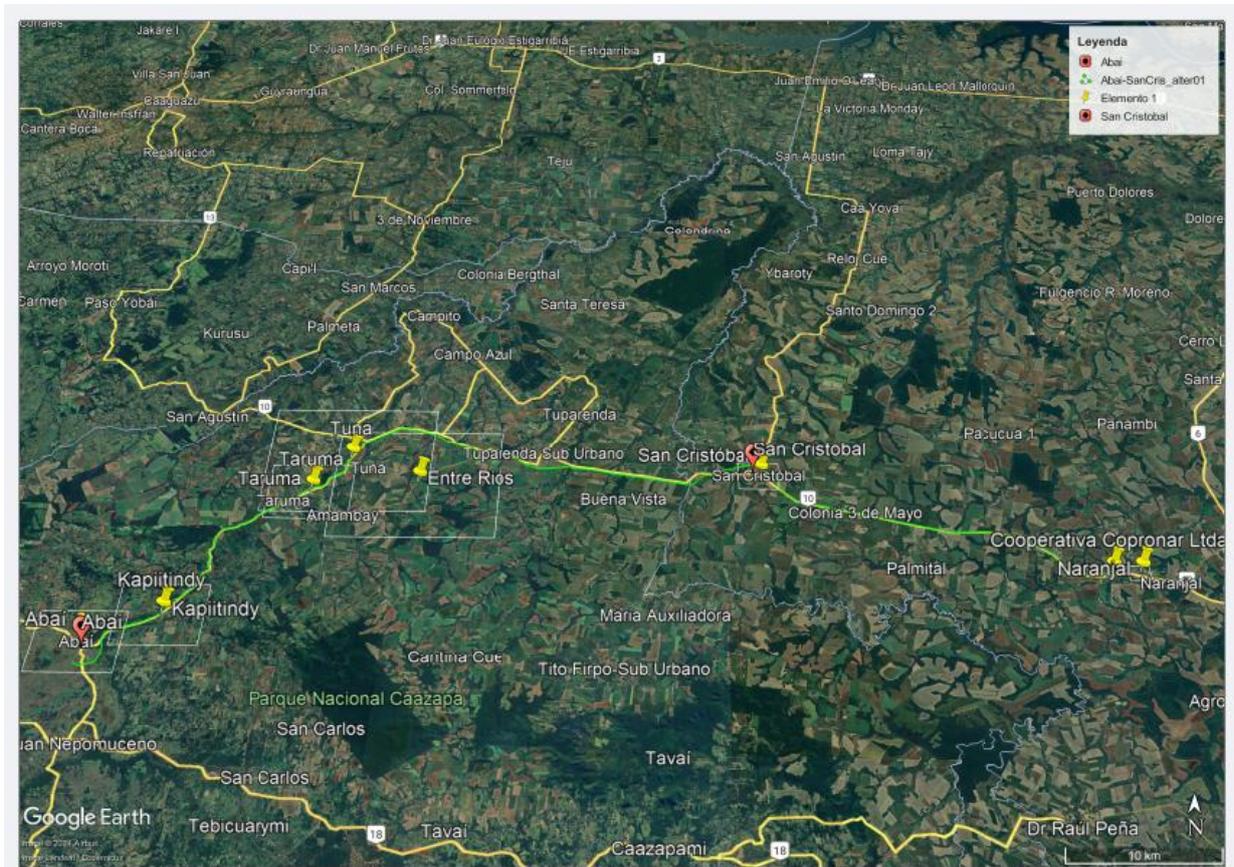
Para el tramo nuevo de Abaí hasta Naranjal se analizaron dos (02) alternativas de trazado, ambas alternativas tienen como punto de inicio la estación de Abaí y llegan hasta las instalaciones de COPRONAR en Naranjal.

La alternativa 1 inicia en Abaí, en la zona Sur del poblado (zona del wye³ de la estación de Abaí) y va paralela a la carretera pasando por las poblaciones de Kapitindy, Taruma y Tuna

¹ Datos proporcionados por el Cliente AGRALIA S.A.

² El trazado existente que se extiende de Paraguarí a Abaí se encuentra prácticamente abandonado y no existe operación ferroviaria actualmente.

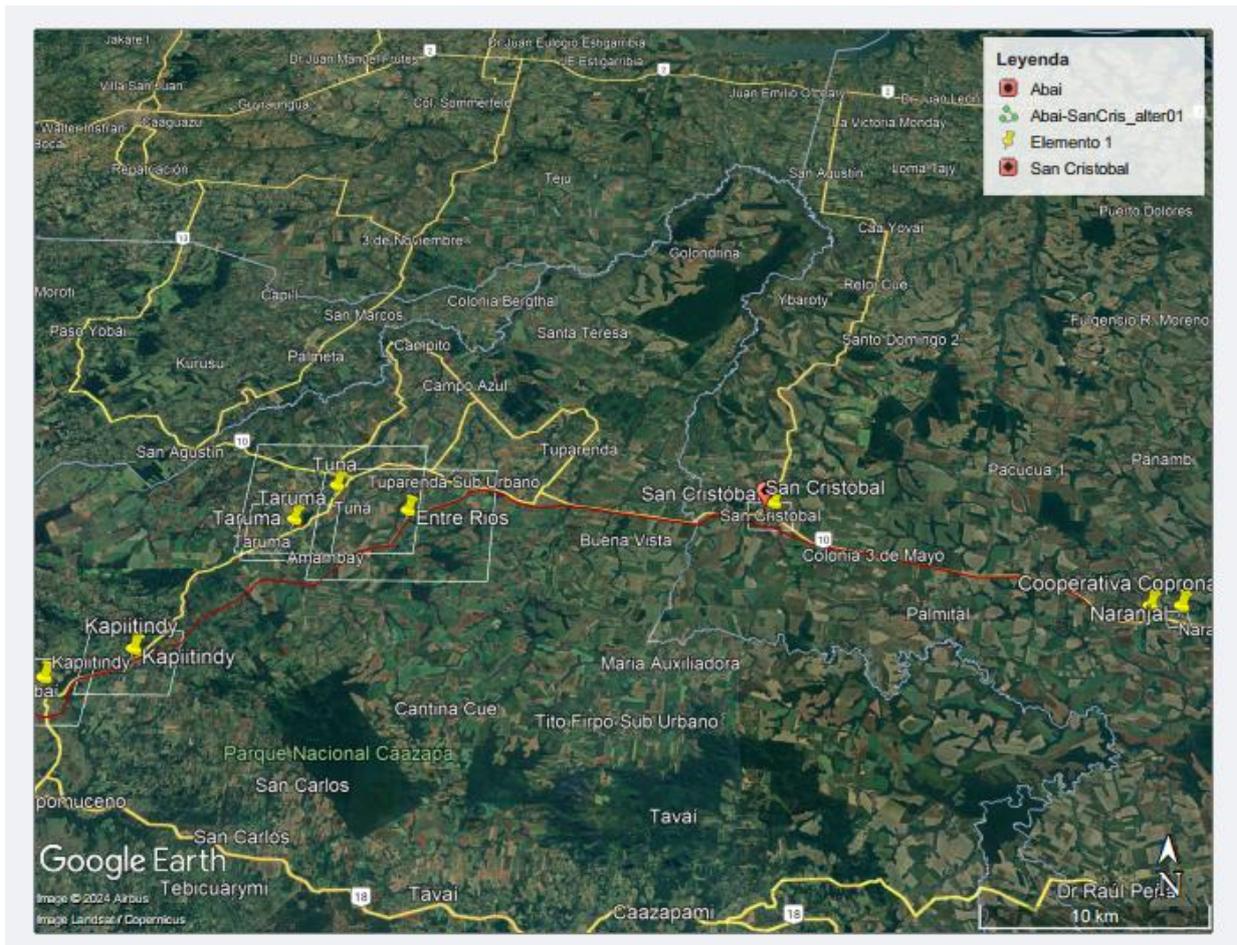
hasta llegar a Tuperanda por la parte Sur de la población, continuando paralela a la carretera pasando por la zona Norte del poblado de San Cristóbal y continua paralelo a la carretera hasta llegar a las instalaciones de COPRONAR cerca al poblado de Naranjal.



Esta alternativa tiene una longitud aproximada de 90 km y pese a ser más larga, ha sido seleccionada para el proyecto por su menor complejidad técnica.

La alternativa 2 también inicia en Abaí, en la zona Sur del poblado y va paralela a la carretera pasando hasta el poblado de Kapiitindy, después se separa y continúa hacia el Este hacia la zona de Oro Cui y Entre Ríos para posteriormente ir hacia el Norte hacia el poblado de Tuperanda por la parte Sur de la población, continuando paralela a la carretera pasando por la zona Sur del poblado de San Cristóbal y continúa paralelo a la carretera hasta llegar a las instalaciones de COPRONAR cerca al poblado de Naranjal.

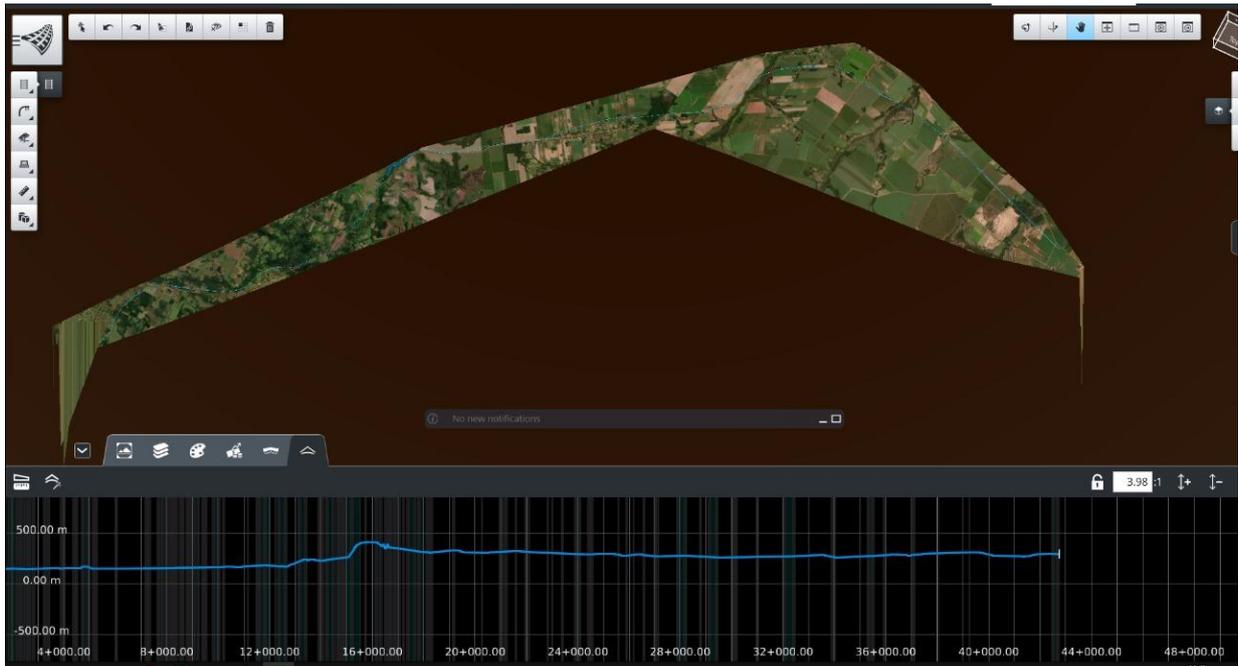
Esta alternativa tiene una longitud aproximada de 85 km.



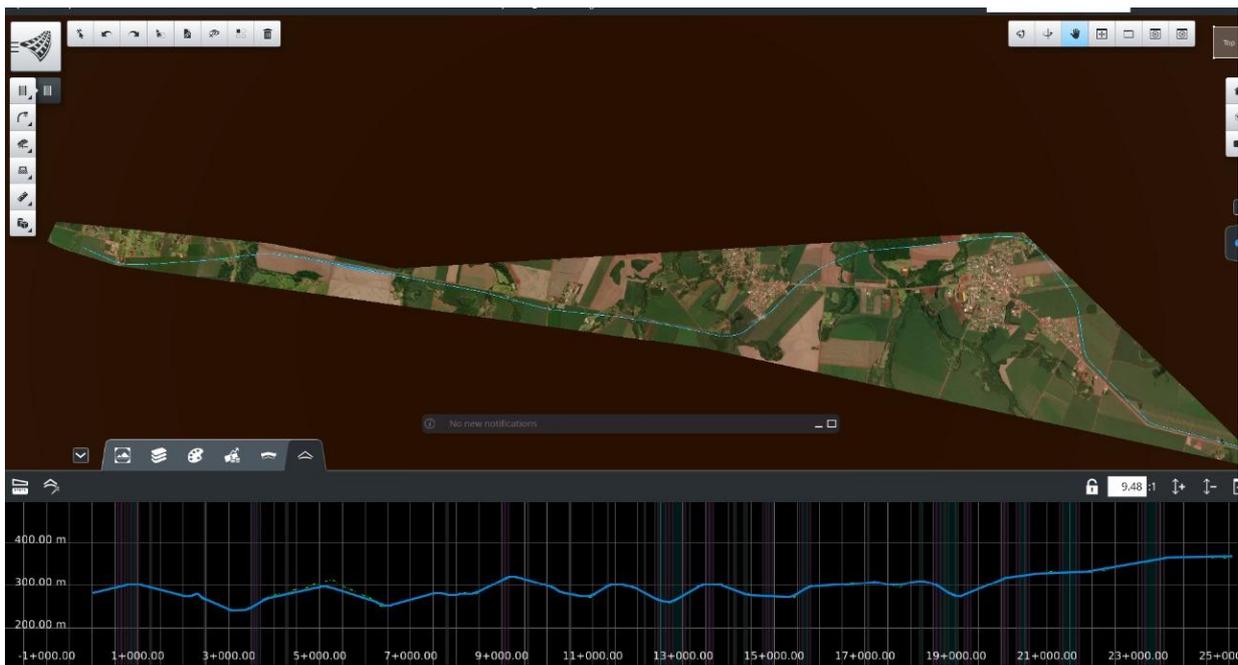
Adicionalmente a las dos alternativas se evaluó a pedido del Cliente una alternativa saliendo de la estación de Fassardi hacia Tuna y continuar a San Cristóbal y después hacia COPRONAR. Se descartó esta alternativa por la topografía entre Fassardi y Tuperanda que significa un incremento de los volúmenes de corte y relleno, especialmente en el tramo Fassardi a Tuna.

De acuerdo a la evaluación realizada en campo, se recomienda la alternativa 1, que si bien es más larga que la alternativa 2, se requiere menos movimiento de tierra, con lo que el CAPEX de esta alternativa es inferior, asimismo desde el punto de vista logístico, se incluye en este trazado, más centros poblados para un futuro transporte de pasajeros, y se tiene carreteras aledañas a la vía férrea en todo el recorrido.

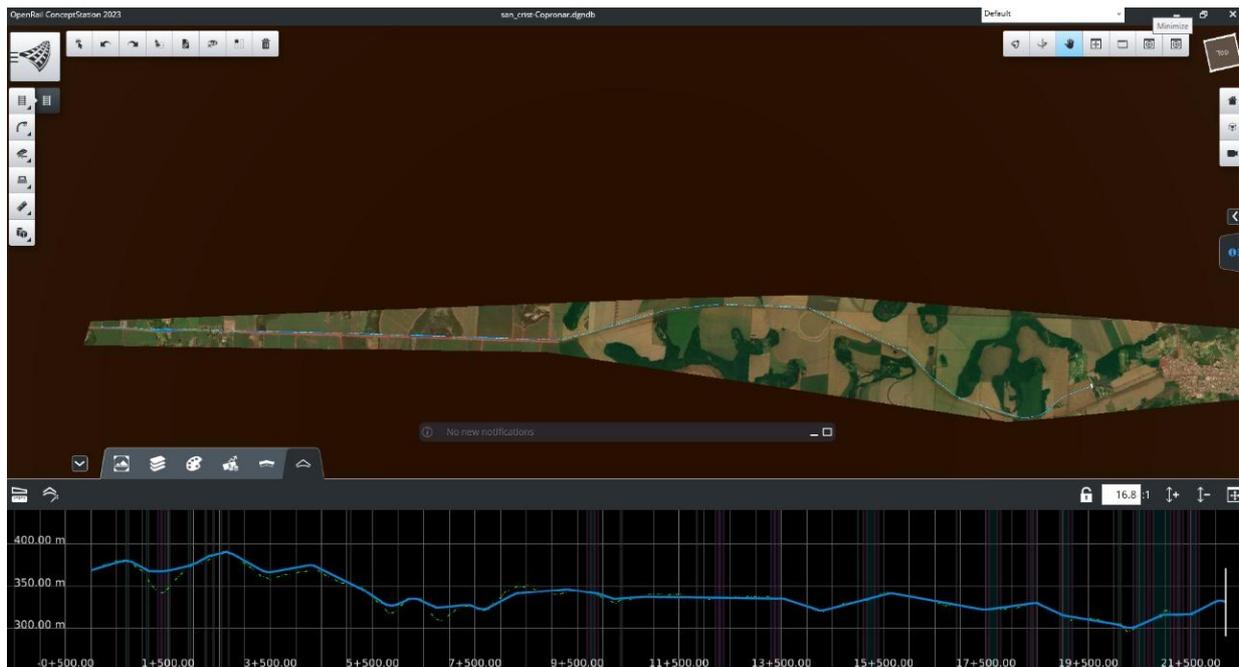
A continuación, se muestra el trazo y los perfiles obtenidos del software utilizado, para la alternativa 1:



Abai – Tuparenda



Tuparenda – San Cristóbal



San Cristóbal – COPRONAR (Naranjal)

Esta iniciativa privada busca reactivar el transporte ferroviario de carga en Paraguay introduciendo una alternativa sostenible para el transporte de cargas de media y larga distancia cuyos principales objetivos son:

1. Facilitar el transporte de carga (soja, carga contenedorizada, productos y derivados forestales, insumos químicos, combustibles, etc), aprovechando las máximas ventajas y eficiencia energética del ferrocarril permitiendo la interconexión con el sistema fluvial del país y la mayor transferencia de cargas al ferrocarril.
2. Generar las menores externalidades en las cadenas logísticas, tales como: demoras y congestión en las vías y en los accesos portuarios, accidentes, emisiones contaminantes de gases de efecto invernadero, ruido, etc.
3. Reducción de los costos logísticos por mejor tarifa comparada con el camión y las externalidades que este modo posee en la gestión de volúmenes de carga de gran tamaño y densidad.

El modelo de negocio contempla la siguiente organización:

1. **El Concesionario** quien diseña, construye, equipa y es el que administra y mantiene la infraestructura de la concesión pudiendo esta última ser tercerizada a una firma especialista en la materia.
2. **El Operador Vinculado** al Concesionario quien, por encargo de otro operador, operadores o Clientes externos, realizará el servicio de transporte ferroviario en la vía principal y en los patios terminales de Naranjal, Abaí y Angostura, pudiendo además proveer el servicio de mantenimiento de los trenes de carga propios y de otros operadores que se sumen al Proyecto.

3. **El Operador Externo** es quien compra sus trenes, operan los servicios de transporte en la vía principal y pagan el acceso a la vía al Concesionario.

Tanto el Concesionario como el Operador Vinculado pertenecen a un mismo Accionista.

Desde el punto de vista de los ingresos del Concesionario, estos provienen de las siguientes fuentes:

1. El cargo de acceso a la vía que pagan tanto el Operador Vinculado como el Operador Externo que para efectos de este modelo conceptual preliminar se ha estimado en **US\$ 1.40 vagón/km** recorrido que es también la tarifa de equilibrio con la cual el Accionista principal (Concesionario y Operador Vinculado) y el Operador Externo logran rentabilidad mayor al 16%. Este escenario tiene en cuenta el modelo financiero que considera una tasa de interés diferenciada a partir del 6to año de la concesión, es decir, después de culminadas las obras y su riesgo de terminación de las mismas. Esto además supone una tarifa de US\$ 27 por tonelada transportada, la misma que se divide en US\$ 25 por tonelada transportada en la vía principal y US\$ 2 por tonelada gestionada en los 3 patios terminales ferroviarios.
2. Para la operación de los servicios de patios en los terminales de Naranjal, Abaí y Angostura hacia las instalaciones de carga y descarga final que se defina con los clientes se ha estimado una tarifa de US\$ 2 por tonelada. Esta tarifa incluye las operaciones de carga, pesaje, transporte ferroviario interno como descarga de los vagones ferroviarios.
3. Por el mantenimiento de los trenes propios del Operador Vinculado y del Operador Externo se ha estimado tarifas del orden de US\$ 1.20 por locomotora-km y de US\$ 0.10 por vagón-km que serán cobradas a los Operadores Vinculado y Externo.
4. Por el desarrollo de espacios comerciales, publicidad y desarrollo inmobiliario en sitios estratégicos a lo largo del trazado ferroviario. Se ha asumido preliminarmente el 5% de los ingresos totales percibidos por el Concesionario.

Con estos supuestos la tarifa que tanto el Operador Vinculado como el Operador Externo cobrarían a los clientes estaría en el orden de US\$ 27 por tonelada para el transporte ferroviario en la vía principal incluyendo el servicio en los patios de Naranjal, Abaí y Angostura. Este incremento tarifario responde al incremento en la distancia de operación comercial de 90 km entre Abaí y Naranjal y los costos de inversión asociados a dicho tramo.

Se adoptará el modelo de explotación americano con locomotoras diésel eléctricas de 3,500 HP, vagones de carga de alto tonelaje conformando trenes de 25 vagones en una etapa inicial⁴ que pueden transportar 1,875 toneladas netas de productos y 2,500 toneladas brutas por tren. Se ha seleccionado el Estándar de Seguridad para Vías de Clase 4 regulado por la Federal Railroad Administration de USA para la explotación del Proyecto.

⁴ Dependiendo del volumen de carga a transportar, se podría migrar en el futuro a trenes sincronizados duplicando la configuración del tren a 2 locomotoras y 50 vagones de carga y el tonelaje remolcado.

La inversión del Proyecto para el Concesionario, en el escenario optimista, es de aprox. US\$ 477.15 millones la cual comprende las obras de construcción de la infraestructura ferroviaria en la vía principal para una carga por eje de 25 toneladas, los patios terminales en Naranjal, Abaí y Angostura, las instalaciones de los talleres de mantenimiento, de combustible, los edificios administrativos y la adquisición de los terrenos para una franja de servidumbre entre Abaí y Naranjal. No se incluye la compra de trenes para la operación en la vía principal y patios terminales dado que estos serán asumidos por el Operador Externo y Vinculado respectivamente.

La inversión para el Operador Vinculado es de aprox. US\$ 13 millones que consiste en la adquisición de 4 locomotoras diésel eléctricas de 1,500 HP de segundo uso mientras que la inversión para el Operador Externo es de aprox. US\$ 78.52 millones que consiste en la adquisición de toda la flota de locomotoras y vagones que requiere el Proyecto para el arranque de la Etapa 2 (año 5 de la concesión).

El proyecto es viable técnica, económica y financieramente para el horizonte de evaluación que se ha considerado de 30 años bajo los supuestos estimados en el presente modelo de negocio.

Para efectos de dimensionamiento conceptual preliminar de las inversiones, en abril y octubre del presente año se realizaron visitas e inspecciones técnicas al sitio del Proyecto para conocer en campo la situación actual y condiciones físicas del trazado existente entre Paraguarí y Abaí, así como evaluar posibles alternativas para el trazado nuevo entre Paraguarí y los puertos de Angostura y entre Abaí y Naranjal. En dichas visitas, también se recopiló información sobre opciones de suministro de materiales e insumos locales y las posibles rutas para el suministro de materiales importados.

2 DEMANDA

2.1 Sentido Este – Oeste (De Naranjal a Angostura)

De manera preliminar se ha considerado que el 70% de la carga del Proyecto se moviliza en el sentido Este - Oeste. El crecimiento de la demanda activa algunas inversiones complementarias en infraestructura y trenes requeridos para el Proyecto lo que permite mantener la calidad y disponibilidad del servicio en el tiempo haciéndolo escalable.

Las proyecciones de la demanda en el sentido Este – Oeste se pueden visualizar en la Ilustración N° 1. Se consideran tres grupos de productos que se mueven en este sentido; la soja, carga contenedorizada y productos y derivados forestales.

La participación y tonelaje anual de los productos antes mencionados se muestra a continuación:

- a. **Soja:** se inicia con un volumen estimado de 1.25 millones de toneladas por año en el año 5 de la concesión y culmina el año 30 con 4.38 millones de tons año. La tasa de crecimiento anual varía entre 3% y 7% incrementando 1% anual en periodos quinquenales.

- b. **Carga contenedorizada (sólidos y líquidos) y carga pesada minero - metalúrgica:** se inicia con un volumen estimado de 0.20 millones de toneladas por año en el año 5 de la concesión y culmina el año 30 con 0.70 millones de tons año. La tasa de crecimiento anual varía entre 3% y 7% incrementando 1% anual en periodos quinquenales.
- c. **Productos y derivados forestales (madera y pulpa de papel):** se inicia con un volumen estimado de 0.25 millones de toneladas por año en el año 5 de la concesión y culmina el año 30 con 0.88 millones. La tasa de crecimiento anual varía entre 3% y 7% incrementando 1% anual en periodos quinquenales.

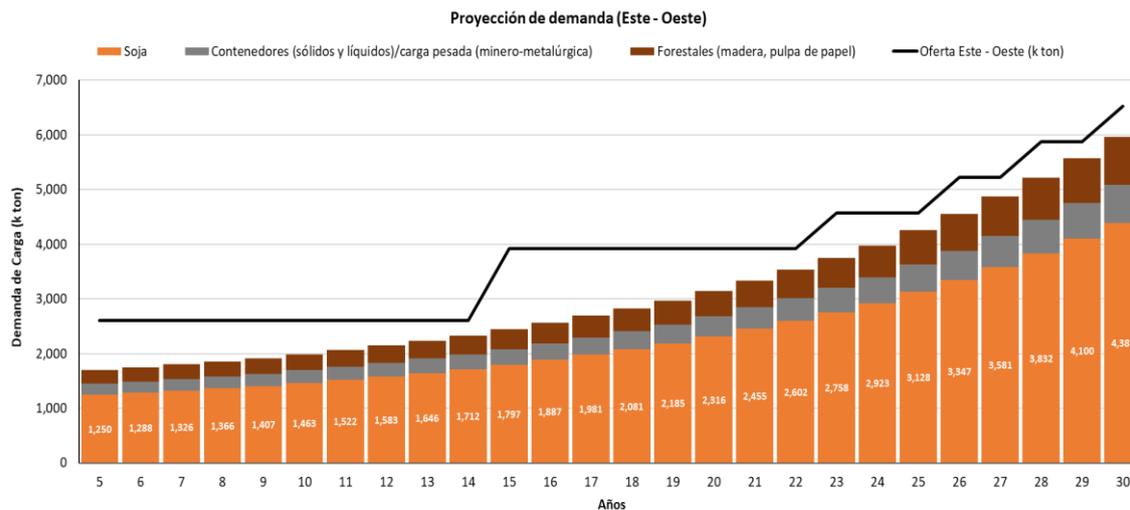


Ilustración 1: Demanda Este - Oeste

2.2 Sentido Oeste – Este (De Angostura a Naranjal)

Se ha considerado que el 30% de la carga del Proyecto se moviliza en el sentido Oeste-Este. El crecimiento de la demanda activa algunas inversiones complementarias en infraestructura y trenes requeridos para el Proyecto lo que permite mantener la calidad y disponibilidad del servicio en el tiempo haciéndolo escalable.

Las proyecciones de la demanda en el sentido Oeste – Este se pueden visualizar en la Ilustración N° 2. Se consideran dos grupos de productos que se mueven en este sentido; los insumos de la familia soja y cargas industriales.

La participación y tonelaje anual de los productos antes mencionados se muestra a continuación:

- a. **Insumos de la familia soja:** se inicia con un volumen estimado de 0.35 millones de toneladas por año en el año 5 de la concesión y culmina el año 30 con 0.97 millones de tons año. La tasa de crecimiento anual varía entre 2% y 6% incrementando 1% anual en periodos quinquenales.
- b. **Carga de industrias y puertos:** se inicia con un volumen estimado de 0.22 millones de toneladas por año en el año 5 de la concesión y culmina el año 30 con

0.42 millones de tons año. La tasa de crecimiento anual varía entre 1.5% y 3.5% incrementando 0.5% anual en periodos quinquenales.

Los trenes en este sentido además de transportar los productos antes mencionados también mueven los vagones vacíos hacia los centros de producción y acopio en Naranjal y Abaí y los que puedan crearse en el futuro a lo largo del trazado ferroviario. Los vagones vacíos fueron descargados en el Patio Terminal Ferroviario de Angostura (carga en contenedores) y/o en los Puertos de Angostura por los Clientes portuarios. Se asume también que los vagones cargados fueron cargados en ambas locaciones. Los trenes de carga tienen capacidad de arrastre suficiente para transportar tanto los vagones cargados como los vacíos en el sentido Oeste - Este.

Nótese que la oferta representada por la curva negra en las ilustraciones siempre está por encima de la demanda existiendo una holgura razonable de crecimiento de los volúmenes de transporte.

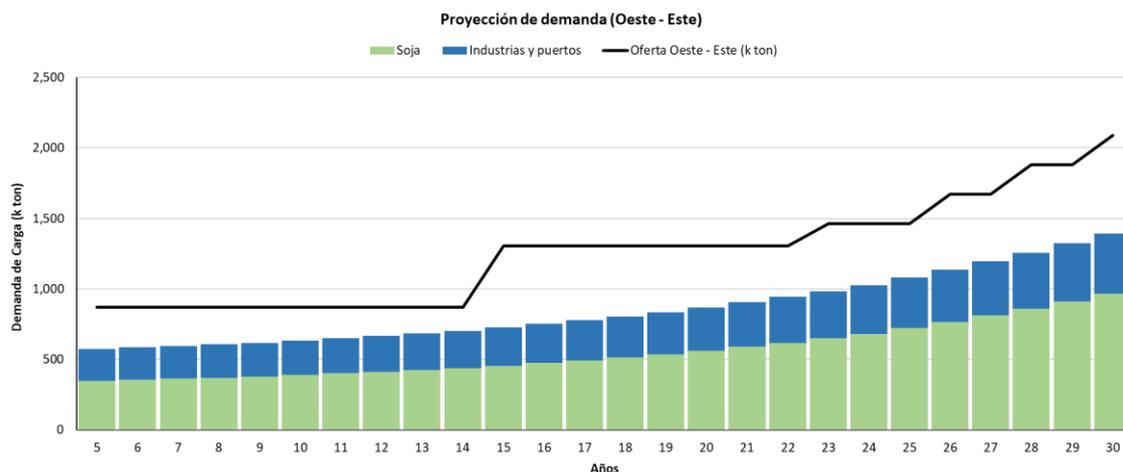


Ilustración 2: Demanda Oeste - Este

3 Alternativas de Trazado Ferroviario

Teniendo en cuenta que aprox. 160 km del trazado del proyecto entre Paraguairí y Abaí existe (en abandono) el cual requiere rehabilitación y adecuación, 48 km entre Angostura – Paraguairí y los 90 km entre Abaí - Naranjal serán trazado nuevo, se evaluaron dos (02) alternativas para los tramos nuevos.

A continuación, se presenta el trazado del proyecto general a nivel preliminar luego de la evaluación de diversas alternativas.

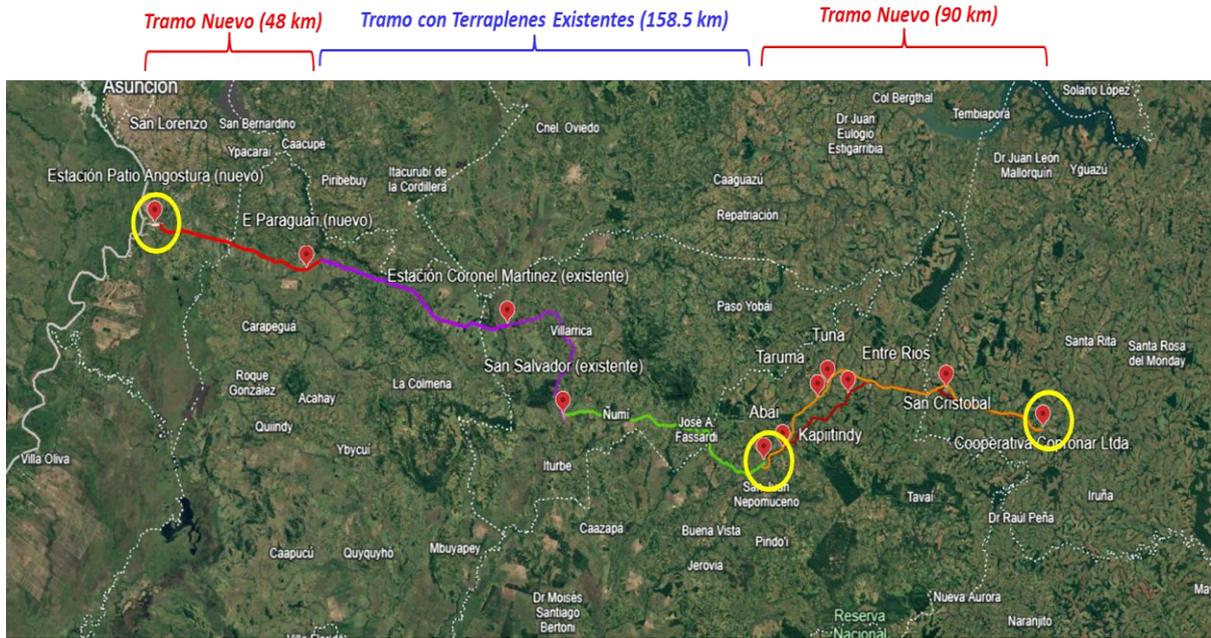


Ilustración 3: Alternativas del Proyecto

3.1 Evaluación en campo

Con el objeto de evaluar la situación actual del trazado ferroviario, en abril y octubre del presente año se realizó una visita de campo, efectuando el recorrido entre Paraguari y Abaí y entre Abaí y Naranjal identificando preliminarmente las condiciones actuales de la infraestructura existente.

Asimismo, se efectuó el recorrido entre Villeta y Paraguari para la evaluación preliminar del posible trazado a plantear en este tramo, incluyendo la inspección de la zona inundable a evitar. La inspección de campo también tuvo como objetivo obtener información sobre obras de arte existentes, ubicación de canteras, cursos de agua, estaciones, patios y otra infraestructura existente. Además, se recopiló información sobre opciones de suministro de insumos y materiales locales y las posibles rutas para el suministro de materiales importados.

3.2 Situación Actual

El trazado del ferrocarril entre Paraguari y Abaí se encuentra abandonado desde hace varios años, si bien el terraplén existe en casi todo el recorrido, la superestructura ferroviaria no existe, salvo algunos vestigios en pequeños tramos de algunas de las estaciones.

A continuación, se muestra un panel de fotos que describe la situación actual del trazado ferroviario.



Ilustración 4: Plataforma de la vía férrea en la zona cercana a Paraguarí



Ilustración 5: Estación de tren en Paraguarí



Ilustración 6: Restos de la superestructura de vía férrea en la estación de Paraguarí



Ilustración 7: Plataforma de vía férrea paralelo a la carretera



Ilustración 8: Patio de Estación Ñumi



Ilustración 9: Patio estación Pirayu



Ilustración 10: Patio Estación General Garay



Ilustración 11: Corte en la plataforma existente para dar paso a un curso de agua



Ilustración 12: Alcantarilla en carretera adyacente a la plataforma existente de la vía férrea



Ilustración 13: Cantera para suministro de piedra, agregados y balasto, cercana a la traza del ferrocarril

Para el Proyecto se ha considerado la rehabilitación del trazado existente del ferrocarril entre Paraguari y Abaí. En este tramo se puede apreciar que la vía férrea ha desaparecido en todos los sectores, quedando algunos remanentes en las zonas de las estaciones. La plataforma existente, en general se encuentra en un nivel aceptable, con algunas zonas puntuales en las que se interrumpe por cruces con carreteras y cursos de agua.

En estos tramos se requiere realizar trabajos de recuperación de la plataforma ferroviaria eliminando la capa vegetal de la superficie y remplazando la misma por material de relleno adecuado.



Ilustración 14: Plataforma de vía férrea cubierta por vegetación

En el tramo nuevo que inicia en Paraguarí se evaluaron dos alternativas, a nivel preliminar, para salir hacia Villeta por el Norte de la ciudad o por el Sur de la ciudad de Paraguarí, para lo cual se utilizó un software especializado a fin de comparar las rutas con el menor movimiento de tierras y la menor pendiente, optando por utilizar el trazo saliendo de la parte Sur de la ciudad.

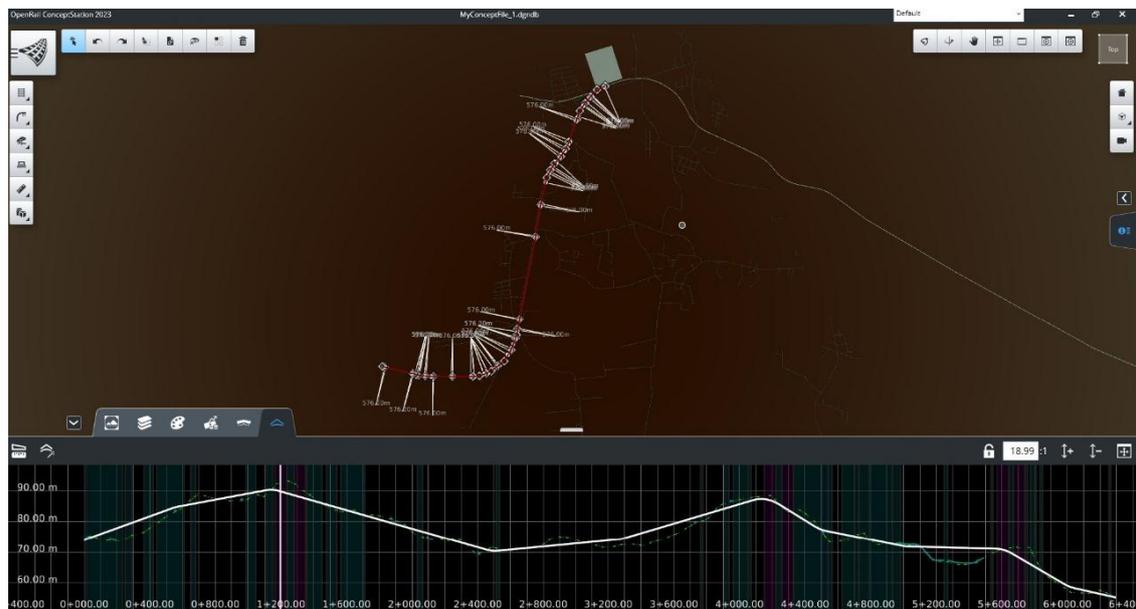


Ilustración 15: Trazo preliminar Alternativa N° 1

Se ha establecido una sección tipo para la superestructura de la vía férrea, de acuerdo con las operaciones previstas en la etapa inicial para una carga por eje de 25 toneladas, rieles de 115 lbs/yard y durmientes de concreto.

SECCIÓN TIPO VÍA ÚNICA EN RECTA

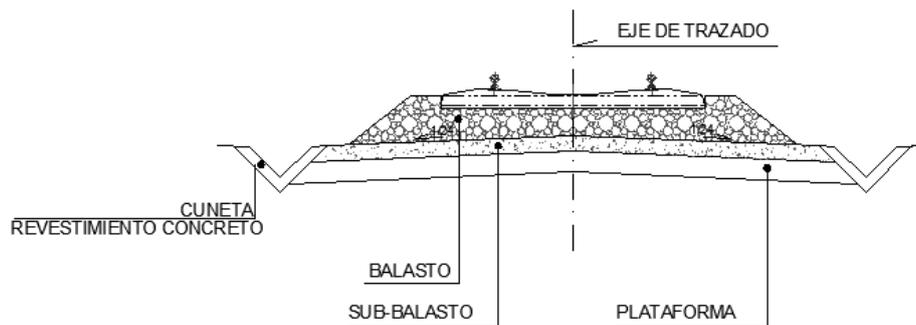


Ilustración 16: Sección tipo vía única en recta

En la visita de campo se identificó una zona inundada cerca de Abaí, en la que se ha planteado preliminarmente una solución que permita garantizar la estabilidad de la plataforma a través del uso de pedraplenes.

SECCIÓN TIPO VÍA ÚNICA EN RECTA ZONA INUNDADA

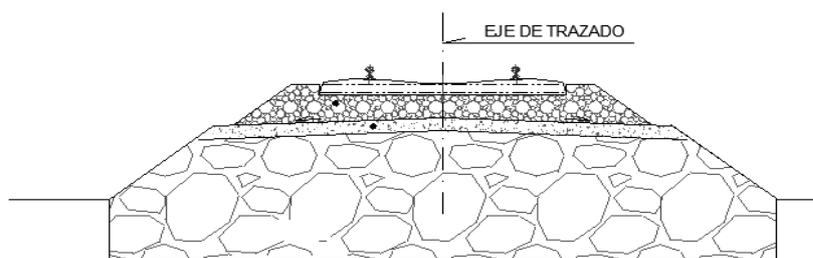


Ilustración 17: Sección tipo vía única en zona inundada

En el tramo existente se tienen dos obras de arte importantes que corresponden a dos puentes sobre los ríos Tebicuary y Pirapó, considerando que estas estructuras son antiguas y no tienen ningún tipo de mantenimiento, se requiere su renovación total por una estructura acorde a las prestaciones requeridas para la operación del Proyecto.



Ilustración 18: Puente ferroviario sobre el río Tebicuary

Sobre los cursos de agua de menor tamaño se ha considerado la renovación total de las estructuras existentes por estructuras prefabricadas cuyas dimensiones sean similares a las consideradas en las estructuras utilizadas actualmente en las carreteras adyacentes.



Ilustración 19: Alcantarilla en carretera adyacente a la plataforma

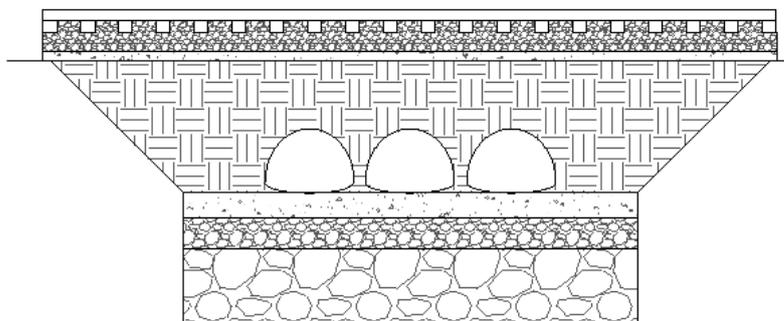


Ilustración 20: Solución propuesta para alcantarillas

Tomando en cuenta la cantidad de trenes que circularán en el Proyecto, se considera que no es necesario hacer una inversión importante en pasos a desnivel con las carreteras que cruzan el trazado del proyecto, planteando el uso de cruces a nivel con barreras automáticas, cruces con señalización sonora y visual y cruces señalizados de acuerdo con el tipo de vía a cruzar y el volumen de tráfico en las mismas. Este planteamiento deberá estar acompañado de campañas de educación y concientización a la población de los distintos centros poblados a lo largo del trazado.

En la zona de la estación de Sapucaí, se ha considerado la renovación del paso a desnivel existente (el ferrocarril pasa por debajo de la carretera), por una estructura que considere las nuevas prestaciones de gálibo ferroviario y las cargas actuales de las carreteras.

4 Parámetros de Diseño del Proyecto

4.1 Etapas del Proyecto

Se han considerado cinco (05) etapas para el desarrollo del Proyecto que se inician a la firma del contrato de concesión y tienen que ver con el crecimiento de la demanda proyectada:

- a. **Etapa 0:** Comprende la Ingeniería, la Procura y la Construcción del Proyecto y se extiende desde el año 1 al año 4 de la concesión.
- b. **Etapa 1:** Comprende el inicio de la explotación del Proyecto y se extiende desde el año 5 al año 14 de la concesión.
- c. **Etapa 3:** Comprende la explotación del Proyecto y se extiende desde el año 15 al año 22 de la concesión.
- d. **Etapa 4:** Comprende la explotación del Proyecto y se extiende desde el año 23 al año 25 de la concesión.

- e. **Etapa 5:** Comprende la explotación del Proyecto y se extiende desde el año 26 al año 27 de la concesión.
- f. **Etapa 6:** Comprende la explotación del Proyecto y se extiende desde el año 28 al año 29 de la concesión.
- g. **Etapa 7:** Comprende la explotación del Proyecto en el año 30 de la concesión.

4.2 Criterios de Diseño del Proyecto

En la siguiente tabla se han resumido los principales criterios de diseño que se han adoptado para el dimensionamiento del Proyecto. De manera preliminar y para efectos de cálculo y diseño de la superestructura de vía, se ha tomado en cuenta que inicialmente el ferrocarril propuesto será únicamente de carga con las proyecciones de crecimiento de la misma, por lo que, si en un futuro se considera el servicio de pasajeros, tendrían que agregarse inversiones en infraestructura, señalización y trenes de pasajeros para tal fin. El servicio de pasajeros podría acelerar la migración del modelo de explotación de trenes simples con 1 locomotora y 25 vagones a trenes sincronizados conformados por 2 locomotoras y 50 vagones de carga para un mejor aprovechamiento de la capacidad de la línea teniendo en cuenta que se trata de una vía única con desvíos para el cruzamiento de los trenes.

Asimismo, se ha considerado la implantación de una vía totalmente soldada con una combinación de soldadura por electrofusión y soldadura aluminotérmica para garantizar la seguridad y durabilidad de la vía.

N°	PARÁMETROS	CRITERIOS TÉCNICOS ESPECIFICACIONES
1	Trocha estándar 1,435 mm	1. Maximizar explotación aprovechando gradientes reducidos 2. Reducir inversión en trenes (locomotoras y vagones) 3. Posibilidad de carga de contenedores en "double stack" - 2 contenedores de 28 pies en un solo vagón-plataforma
2	Tipo de vía y tráfico	1. Vía principal única con tráfico unidireccional con desvíos secundarios para el cruzamiento de los trenes
3	Carga por eje 25 tons	Para optimizar la inversión y hacer más eficiente la explotación
4	Gradiente máxima 2%	Se asume como la máxima pendiente ascendente a negociar por los trenes
5	Rieles 115 lbs/yd	Se adopta el modelo de operación Americano catalogado como un "medium haul". Valor de carrilaje aprox: 52.27 kg/m
6	Riel largo soldado (electrofusión y aluminotérmica)	1. Reducción de ruido y vibraciones 2. Mayor durabilidad de la vía 3. Mayor confiabilidad y menor probabilidad de descarrilamientos por juntas de rieles
7	Señalización Track Warrant Control (USA)	Para tráfico de trenes de carga
8	Pasos a nivel con barreras automáticas	Para optimizar la inversión se colocarán barreras automáticas largas en los pasos a nivel las cuales serán activadas por sensores al momento del acercamiento de los trenes. No se considera segregar pasos a desnivel en todos los puntos de cruce con el tráfico vehicular.
9	Cerco perimétrico de protección de la vía en zonas vulnerables	Se considera el cerramiento lateral de la vía en zonas altamente transitadas por personas y/o animales.
10	Longitud de trenes de carga	a. Etapas 2 - 3: TREN SIMPLE (1 locomotora/tren) - Este - Oeste: 25 vagones cargados por tren + 8 vagones vacíos - Oeste - Este: 8 vagones cargados y 25 vagones vacíos b. Etapas 4 - 7: TREN DOBLE (2 locomotoras/tren) - Este - Oeste: 50 vagones cargados por tren + 16 vagones vacíos - Oeste - Este: 16 vagones cargados y 50 vagones vacíos
11	Locomotoras diésel - eléctricas 3,500 HP - estándar USA	1. Peso hasta 150 tons 2. Potencia: 3,500 HP 3. Velocidad máxima: 100 kph 4. Cabina simple
12	Vagones de carga	a. Hoppers graneleros con descarga inferior b. Plataformas planas para contenedores en doble estiba c. Tanques cisterna para aceites y líquidos en general
13	Infraestructura Ferroportuaria Zona de Angostura	a. Puerto Terport: Ramal de acceso, instalaciones de descarga de granos, aceites y contenedores. Productividad: 1,000 TM/hora (mínimo) b. Puerto Seguro: Ramal de acceso, instalaciones de descarga de granos, aceites y contenedores. Productividad: 1,000 TM/hora (mínimo)
14	Infraestructura Ferroviaria en Patio Angostura	Vías de recepción y salida de trenes, vías para maniobras, balanza, instalaciones de carga y descarga de contenedores provenientes de otros clientes, zona de alistamiento, combustible, aceite y arena para locomotoras, oficinas de patio. PCO, PCV, Vías de recepción y salida de trenes, vías para maniobras, vías para los talleres de mantenimiento. Zona de abastecimiento de combustible, aceite y arena para locomotoras, oficinas de patio.
15	Infraestructura Ferroviaria en Patios Abaí y Naranjal	Vías de recepción y salida de trenes, vías para maniobras, balanza, instalaciones de carga de granos en silos con producción de 1,000 TM/hora. Zona de carga y descarga de contenedores provenientes de otros clientes, zona de alistamiento, combustible, aceite y arena para locomotoras, oficinas de patio.

Tabla 1: Parámetros y criterios de diseño

Para la explotación se ha considerado el Estándar para Vías de Clase 4 el cual es un estándar de seguridad para la operación y mantenimiento de vías férreas establecido por la Federal Railroad Administration, entidad del Departamento de Transporte de USA. En líneas generales los trenes de carga pueden circular hasta una velocidad máxima de 96 kph y los trenes de pasajeros a 128 kph.

Clase de vía	Velocidad permitida para trenes de carga (mph)	Velocidad permitida para trenes de pasajeros (mph)
Exceptuada	10	No se aceptan
1	10	15
2	25	30
3	40	60
4	60	80
5	80	90

Tabla 2: Estándar FRA

5 Modelo de Explotación Ferroviaria

El modelo de explotación seleccionado para el Proyecto contempla el uso de locomotoras diésel eléctricas de 3,500 HP de seis ejes, 150 toneladas de peso y 25 vagones por tren, de 100 toneladas de peso cada uno y una longitud aprox. de 500 m por tren.

La configuración y arrastre estimado del tren en el tramo Este – Oeste es de: 1 Locomotora + 25 vagones cargados + 8 vagones vacíos = 1,875 tons netas y 2,660 tons brutas.

La configuración y arrastre estimado del tren en el tramo Oeste – Este es de: 1 Locomotora + 8 vagones cargados + 25 vagones vacíos = 600 tons netas y 1,300 tons brutas.

Las características técnicas de los vagones de carga son:

- Vagones graneleros: Tara: 22.5 tons | Payload: 75 tons | Bruto: 100 tons | Capacidad: 100 m3.
- Vagones cisterna para líquidos: Tara: 29 tons | Payload: 71 tons | Bruto: 100 tons | Capacidad: 86k litros.
- Vagones porta contenedores de doble estiba: Tara 24 tons | Payload 2 TEUs x 32.5 tons | Bruto: 89 tons.

Para efectos de hacer escalable las inversiones en infraestructura y compra de trenes, se han considerado 7 etapas, la primera relacionada a la Ingeniería, Procura y Construcción y las etapas 2,3, 4, 5, 6 y 7 a la operación y mantenimiento del proyecto.

1. **Etapa 1:** Comprende la Ingeniería, la Procura y la Construcción del Proyecto y se extiende desde el año 1 al año 4 de la concesión. En esta Etapa se considera que los trenes de trabajo son adquiridos, operados y mantenidos por el Constructor o Consorcio de Constructores.
2. **Etapa 2:** Comprende el inicio de la explotación del Proyecto y se extiende desde el año 5 al año 14 de la concesión. Se utilizarán cuatro (04) locomotoras para realizar 8 viajes diarios (4 por cada sentido) entre Angostura y Naranjal permitiendo generar una oferta de 3.48 a 5.22 millones de toneladas netas por año operando en 350 días calendario⁵. Ver Ilustración N° 21.
3. **Etapa 3:** Comprende la explotación del Proyecto y se extiende desde el año 15 al año 22 de la concesión. Se utilizarán cuatro (04) locomotoras para realizar 12 viajes diarios (6 por cada sentido) entre Angostura y Naranjal permitiendo generar una oferta de 5.22 a 6.03 millones de toneladas netas por año operando en 350 días calendario. Ver Ilustración N° 22.
4. **Etapa 4 - 7:** Comprende la explotación del Proyecto y se extiende desde el año 23 al año 30 de la concesión. Se utilizarán seis (06) locomotoras para realizar 12 viajes diarios (6 por cada sentido) entre Angostura y Naranjal permitiendo generar una oferta entre 6.03 y 8.61 millones de toneladas netas por año operando en 350 días calendario. En estas etapas se usan progresivamente trenes dobles o sincronizados incrementando el tonelaje transportado. Ver Ilustración N° 23.

Este modelo de explotación optimiza el recurso más caro que son las locomotoras en la vía principal y el uso de la infraestructura ferroviaria. De manera preliminar se ha estimado la velocidad de circulación de los trenes en 60 kph lo cual permitirá completar cada viaje en aprox. 5 horas y 35 min incluyendo las restricciones de velocidad en aproximaciones a centros poblados. Es posible que, en las siguientes fases del Proyecto, esta velocidad pueda ser optimizada para mejorar el aprovechamiento de los recursos.

Asimismo, hay que tener en consideración que para que este modelo sea viable se requiere que las operaciones, pesaje y formación de trenes en los patios de carga y descarga sean sincronizadas con los tiempos e itinerarios de arribo y salida de los trenes de vía principal.

⁵ Se asume que la disponibilidad máxima alcanzable debería estar en el orden del 95%, es decir 15 días sin operación acumulables por año debido a fallas del sistema y eventos de fuerza mayor.

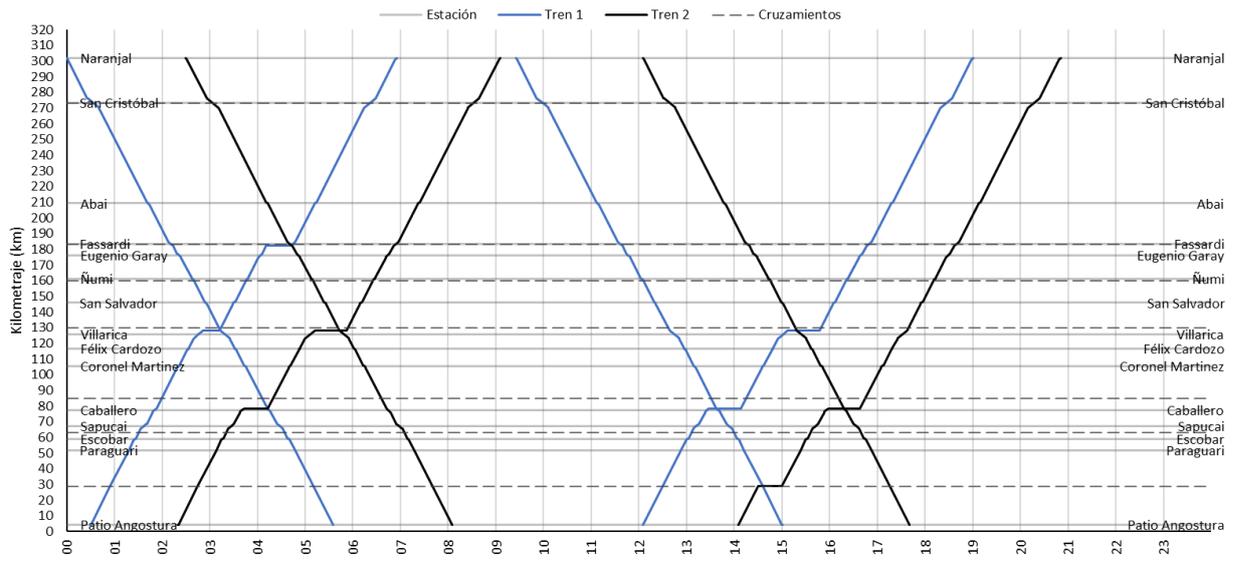


Ilustración 21: Etapa 2 de Operaciones – 8 viajes diarios

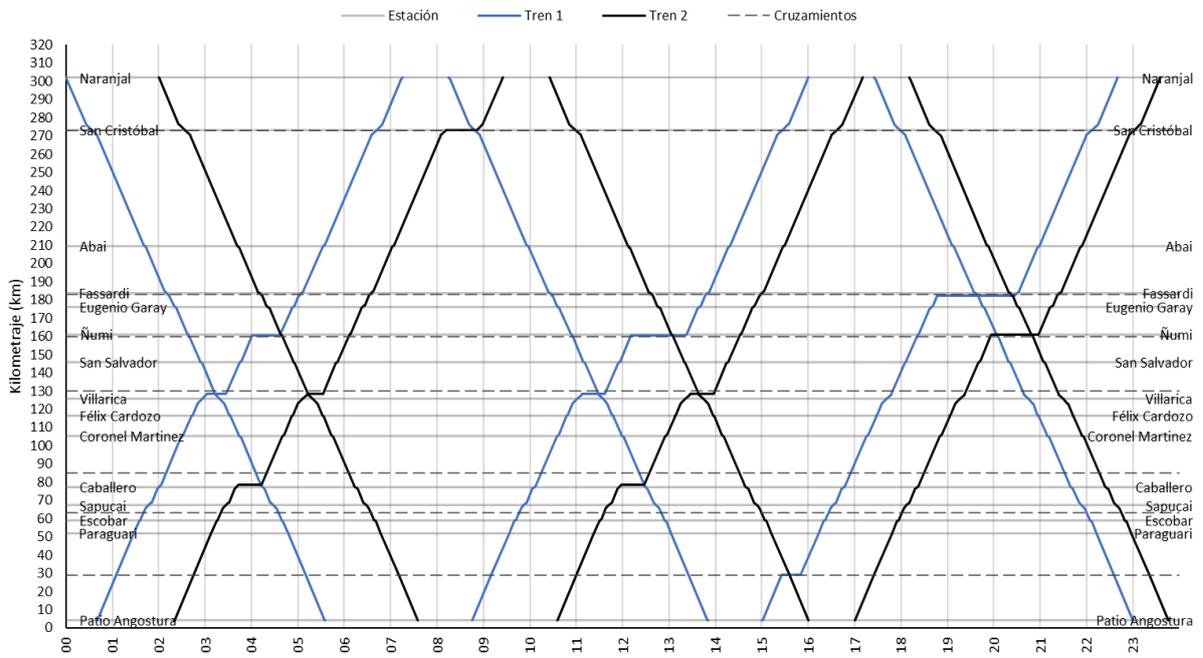


Ilustración 22: Etapa 3 de Operaciones – 12 viajes diarios

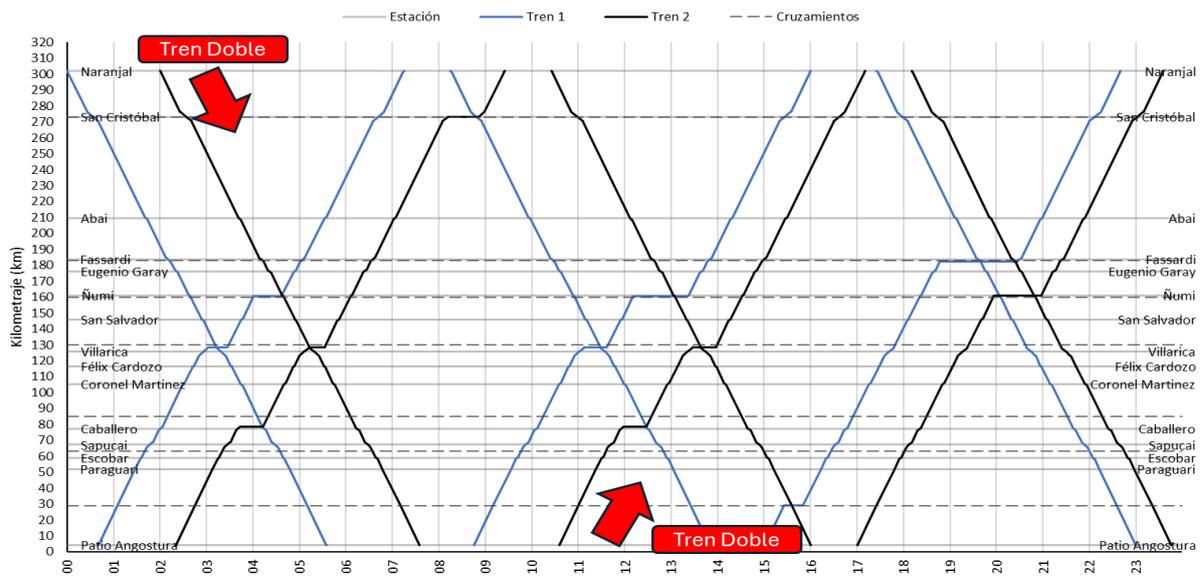


Ilustración 23: Etapa 4 de Operaciones – 16 viajes diarios

Nótese que a medida que se incrementan los viajes en la vía principal se requerirá una mayor cantidad de desvíos secundarios para el cruce de trenes. Por lo que en caso de que la demanda del proyecto se incremente en el futuro o se considere la operación de trenes de pasajeros, habría que migrar a trenes más largos conformados por 2 locomotoras y 50 vagones, el cambio de la señalización y demás inversiones que correspondan para tales fines.

Asimismo, el modelo asume que la productividad en el proceso de carga y descarga de vagones en las instalaciones de los clientes debe alcanzar aprox. 1,000 toneladas por hora. Estas inversiones deberán realizarlas los clientes del ferrocarril.

El cálculo de la flota de vagones y locomotoras considera la flota requerida para la operación del proyecto, la reserva en caso de fallas y la reserva para el mantenimiento.

Se ha estimado un consumo de combustible en función a la experiencia en explotación de trenes de carga del orden de 2 glns/km considerando de manera preliminar y con la información disponible, un perfil de trazado con pendientes ascendentes del orden del 2%. Cuando se disponga de topografía más avanzada se podrá validar esta hipótesis.

Para el inicio del Proyecto se ha considerado un total de 04 locomotoras de carga de 3,500 HP para la operación en la vía principal más 2 de retén y 147 vagones incluyendo las reservas operativas y de mantenimiento correspondientes. Para el servicio de patios terminales se ha considerado 4 locomotoras de 1,500 HP, de las cuales 2 se asignarán al patio de Angostura, 1 al patio de Abai y 1 al patio de Naranjal.

Para el transporte de cargas contenedorizadas se recomienda la compra de vagones portacontenedores de doble estiba para un mejor aprovechamiento del trazado ferroviario (pocas gradientes, amplitud de curvas y escasas obras de gálibo estructural limitado).

Las operaciones se producen a lo largo del día. Si bien es cierto que en el arranque del Proyecto se operan aprox. 20 horas por día, es necesario que las operaciones en zonas de carga y descarga estén sincronizadas para optimizar el uso de los trenes en la vía principal.

5.1 Requerimiento de tripulaciones

El modelo de explotación considera que el Operador Vinculado cuenta con tripulaciones de trenes conformadas por un Conductor y un Maquinista que operan en la vía principal y además cuentan con tripulaciones para operar en los patios terminales de Naranjal, Abaí y Angostura. En el caso del operador Externo, este dispone únicamente de tripulaciones para operar los servicios en la vía principal. Las tripulaciones tendrán como sede principal o bases los Patios de Angostura, Abaí y Naranjal respectivamente y no se considera puntos intermedios para el intercambio de tripulaciones.

Las tripulaciones de reemplazo son requeridas a fin de proporcionar descanso durante los fines de semana y para cubrir licencias o vacaciones de las tripulaciones, estas consideraciones han sido incluidas en el modelo conceptual preliminar.

5.2 Requerimiento de instalaciones en los Patios Terminales Ferroviarios de Angostura, Abaí y Naranjal

En estos patios se prevé de manera preliminar acomodar las siguientes instalaciones:

- 02 vías principales para la recepción de trenes. 01 de ellas podría servir para el pesaje de vagones.
- 02 vías para ingreso y salida de trenes con contenedores
- 04 vías para el armado de trenes de carga de soja y otros productos.
- 01 vía para la inspección y reparación de vagones, suministro de combustible y alistamiento de locomotoras.
- Áreas para los talleres de mantenimiento de locomotoras y vagones que serán construidos por terceros.
- Áreas para el taller de mantenimiento de maquinaria y equipo pesado para la infraestructura y vías férreas que será tercerizado.
- Instalaciones para el almacenamiento de combustible (aprox. 20,000 galones), arena y lubricantes.
- Puesto Central de Operaciones, almacenes, oficinas y servicios.

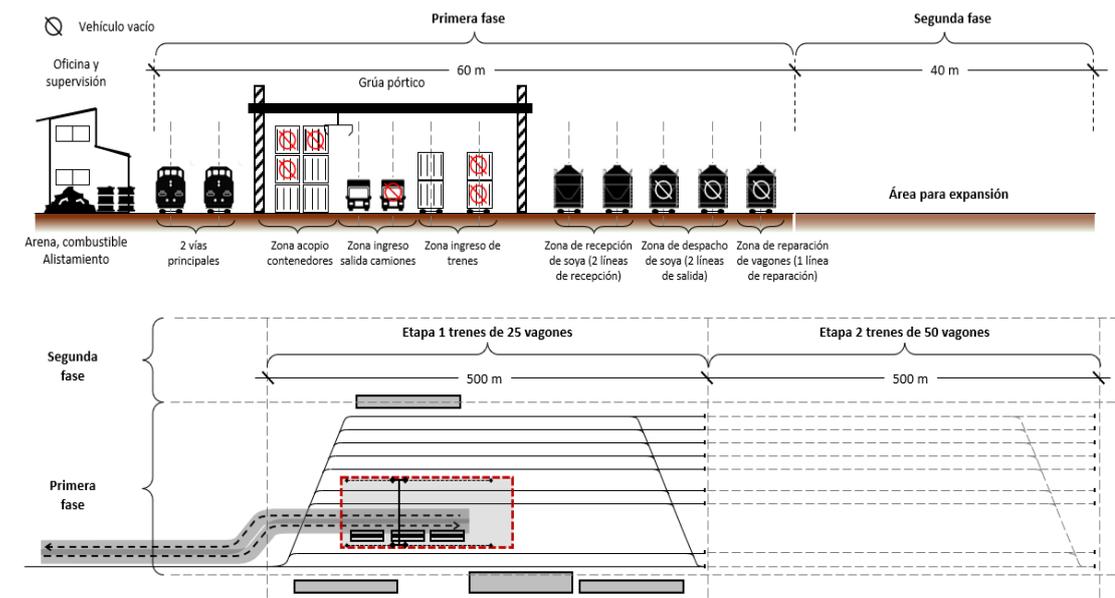


Ilustración 24: Layout básico de los Patios en Angostura y Abaí

Los patios de Abaí y Naranjal tendrán algunas diferencias en sus instalaciones que serán abordadas en futuras etapas del Proyecto, pero fundamentalmente las principales instalaciones y talleres de mantenimiento se ubicarán en el Patio Terminal Ferroviario de Angostura.

De manera preliminar se ha estimado un área total por patio de aprox. 150 m por 1,000 m (15 hectáreas). Sin embargo, para el arranque del proyecto con trenes de 25 vagones se prevé el uso de casi la mitad del terreno.

6 MANTENIMIENTO DE TRENES

En ferrocarriles de carga, los vagones son inspeccionados diariamente antes de cada salida y entrada a los patios terminales y los vagones defectuosos son identificados y enviados al taller para su reparación. Adicionalmente a este programa de inspecciones, los vagones de carga pasan por un programa de revisión y reparación después de ciertos kilómetros recorridos.

Se ha estimado de manera preliminar para el arranque del Proyecto (año 5 de la concesión) que una locomotora recorre anualmente un aproximado de 138,000 km y se registran 27.4 millones de vagones – km por año. Estos datos son el resultado del modelo operacional simulado entre Naranjal y Angostura, para un arranque de 4 viajes por sentido operando en 350 días calendario por año.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el servicio de mantenimiento de los trenes tanto del Operador Vinculado como del Operador Externo lo realiza el Operador Vinculado en las instalaciones del Patio Terminal Ferroviario de Angostura.

7 MANTENIMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA

El mantenimiento de la infraestructura ferroviaria estará a cargo del Concesionario quien subcontratará este servicio especializado a una empresa competente para tal fin. El mantenimiento que realizará esta empresa comprende los 297 km existentes entre el Patio Terminal Ferroviario de Angostura y Abaí, además de los desvíos para los cruzamientos en vía principal. Por su parte el Operador Vinculado realiza el mantenimiento de las vías en los patios de maniobras y en los ramales de acceso a las instalaciones de los clientes, pero en la práctica podría hacerlo también la empresa especializada que haría el mantenimiento de la infraestructura en la vía principal.

El programa de mantenimiento y conservación de la vía férrea tiene como objetivo, por un lado, asegurar la prestación de los trenes en condiciones de seguridad y confort y por otro lado, evitar esfuerzos excesivos sobre la vía, o una fatiga excesiva de sus elementos constitutivos, que conducirían a una degradación rápida e irreversible de la misma con un elevado costo de reposición.

Algunas frecuencias típicas de mantenimiento se describen a continuación sujetas a validación en fases posteriores de estudios:

- La inspección de la geometría de la vía se realizará una vez por semana en autovía y una vez por mes en un tren de carga. La periodicidad de esta actividad es anual.
- La lubricación de las curvas con radios menores a 250 m de radio se realizará por medio de dispositivos estáticos instalados al costado de la vía desde el cual se procederá a la lubricación. Estos dispositivos serán mantenidos y abastecidos con grasa grafitada periódicamente en función al consumo que se tenga de la vía. La lubricación con equipos móviles se efectuará mensualmente.
- No se prevé efectuar ninguna renovación de rieles a lo largo del periodo de explotación, sin embargo, se considera necesario contar con un stock de rieles localizados en el almacén de los patios terminales de Angostura y Abaí en caso sea necesario reparar o sustituir secciones de vía defectuosas originadas por descarrilamientos.
- El esmerilado de los aparatos cambiavías se realizará una vez cada 5 años, para ello se programará una autovía con personal y equipo necesario para dicho fin. Esta actividad se realizará en un en el lapso de 1 mes procediendo a esmerilar con un disco de esmerilado de 3 pulgadas o más, las puntas de lengua y las cruzadas o sapos de los cambios que se instalarán en la vía y en los patios de maniobras.
- El bateo de la vía férrea se realizará dependiendo del deterioro geométrico de la misma al paso del tonelaje transportado.
- Las juntas soldadas de los rieles en la vía principal se inspeccionarán con ultrasonido al menos dos veces por año.

Las ventanas de tiempo con que contará la empresa especializada para el mantenimiento de la vía principal son reducidas y permitirán realizar el mantenimiento entre los intervalos que deja cada tren de acuerdo con las mallas horarias y el análisis tiempo – distancia que acompaña el presente informe. Por lo tanto, la planificación de las actividades de mantenimiento será coordinada estrechamente con el Puesto Central de Operaciones que administrará el Concesionario en el Patio Terminal Ferroviario de Angostura.

Esto incluye los programas de mantenimiento con ocupación de la vía por periodos más prolongados para el caso del bateo de la vía férrea, por ejemplo. Mayormente las actividades de intervención de la infraestructura se realizarán de día previendo la organización de guardias nocturnas en llamada para la atención de eventos fortuitos o emergencias que puedan suscitarse en horario nocturno.

Por su parte, se llevarán a cabo inspecciones a la vía férrea principal cuyo principal propósito es asegurar que ésta permanezca segura para el tránsito de los trenes por lo que el aseguramiento implica llevar a cabo una serie de tareas con el objeto de verificar los parámetros de diseño y mantenimiento de la superestructura. Las inspecciones que se llevarán a cabo tienen que ver con:

- Inspecciones en trenes, autovías o a pie para la inspección general de la vía, cambiavías, señales verticales, etc. Los defectos que sean observados serán categorizados en función a su criticidad y su impacto en la operación segura de trenes, por ejemplo los defectos que requieren atención inmediata, los defectos que deben ser corregidos para conservar las características geométricas de la vía y los ítems o áreas que deben ser monitoreados para evitar situaciones inseguras en el sistema.

Para llevar a cabo las inspecciones de vía, se asegurará que cada miembro del staff haya sido entrenado en las Normas de Operación del Ferrocarril debiendo cada trabajador ser familiar con:

- Reglamento de Operaciones (Código General de Normas de Operación, en caso de ser aplicable).
- Itinerario de trenes actualizado.
- Manual de instrucciones de Seguridad Operacional
- Manual de primeros auxilios
- Boletines y circulares de seguridad que produzca la empresa.
- Normas de operación de vehículos motorizados en la vía.
- Estándares de mantenimiento de la infraestructura.
- Historiales de mantenimiento del subsistema a inspeccionar.

Las inspecciones que se realicen en los trenes considerarán el tiempo de viaje completo entre origen y destino y se realizarán a plena luz del día a la velocidad comercial de circulación,

para observar las desviaciones que se detecten en la vía férrea y tomar las acciones correspondientes.

Las inspecciones que se practiquen en la vía estarán orientadas a detectar desviaciones tales como:

- Apariencias anormales o marcas inusuales en los rieles y en la vía.
- Corrugación de rieles en curvas.
- Desgaste horizontal y vertical del riel en curvas.
- Monitoreo de la condición de juntas soldadas y anomalías por impacto de ruedas.
- Desgaste y corrimiento de pads.
- Desalineamiento de ejes de durmientes.
- Fijaciones sueltas y defectuosas.
- Falta de aseguramiento, lubricación y defectos en puntas de agujas de cambiavías y accesorios de cambiavías.
- Falta de lubricación de curvas y accesorios de cambiavías.
- Entre otros.

7.1 COSTO DE CONSERVACIÓN

Las actividades de conservación, mantenimiento y renovación parcial de componentes de la superestructura e infraestructura ferroviaria tienen un costo anual estimado de US\$ 14,808 por km/año. Este valor está compuesto por los costos directos e indirectos bajo la figura de tercerización para el mantenimiento de una infraestructura que cumple con los requisitos FRA para Vías de Clase 4.

Es necesario que en etapas posteriores del proyecto se culmine la validación total de éste parámetro.

Elementos	Tasa de Renovación (%)	CAPEX (US\$ miles)	OPEX (US\$ miles)	Observación
Mantenimiento preventivo, correctivo y reposición				
Obras			3,102	
Infraestructura	1.2%	62,294	748	
Drenaje	1.4%	28,112	394	
Superestructura	0.75%	225,349	1,690	
Equipamiento	1.3%	9,246	124	
Sistemas ferroviarios	1.1%	13,082	147	
Subcontratos			250	
Corte de vegetación			150	
Fumigación Estaciones, Edificaciones y Trenes			100	
Edificaciones e instalaciones de infraestructura			315	
Angostura Villeta	2.5%	10,350	259	
Abáí	2.5%	2,250	56	
Otros sistemas			325	
Otros sistemas				
Sistemas de Baja tensión			50	
Sistemas de bombas de agua			75	
Lubricantes, combustibles y accesorios de equipos			200	
Subtotal			3,992	
Imprevistos	10.0%		399	
Total anual			4,391	
Costo anual de mantenimiento de infra		US\$ /km	14,808	

* Cálculo aprox. de mantenimiento anual para 300 km de vía en trocha estándar para una vía de Clase 4 según Estándar FRA. Incluye sustitución de rieles, durmientes, eclisas, balasto, nivelación de vía y eliminación de maleza de vegetación. Asimismo incluye renovación y reparación de engrasadores, soldaduras, aparatos cambiavías e intervenciones en plataforma y taludes. También incluye revisiones y ajustes menores en puentes y estructuras.

Tabla 3: Costo de Conservación de la Infraestructura

8 Resultados Preliminares del Modelo Económico - Financiero

8.1 CAPEX de Infraestructura - Concesionario

Comprende las obras civiles y el equipamiento del Proyecto en la vía principal y en los patios terminales de Angostura, Abaí y Naranjal. En ese sentido el CAPEX total a nivel de infraestructura estimado de manera preliminar a este nivel conceptual tiene los siguientes componentes (sin IVA):

- Escenario Optimista:
 - Costo Directo: US\$ 345 millones
 - Costo Indirecto: US\$ 131 millones
 - **Costo Total: US\$ 476 millones**

Consideramos que es necesario profundizar con estudios más avanzados en siguientes etapas del Proyecto para llegar a un nivel más confiable del CAPEX y su variabilidad. Para efectos de este modelo se ha trabajado con el Escenario Optimista para tener una primera aproximación de los costos de inversión globales del Proyecto.

SERVICIO FERROVIARIO DE CARGA TRAMO: ANGOSTURA - NARANJAL				ESCENARIO JULIO 2024	ESCENARIO NOVIEMBRE 2024	COMENTARIOS			
I	II	III	IV	DESCRIPCION	Ajuste	Precio US \$	Ajuste	Precio US \$	
TRAMO ANGOSTURA - ABAÍ									
1000				OBRAS PRELIMINARES Y PROVISIONALES		1,528,310		1,528,310	
2000				MOVIMIENTO DE TIERRAS		26,612,782		26,612,782	
3000				DRENAJE		13,804,076		13,804,076	
4000				SUPERESTRUCTURA FERROVIARIA		113,828,997		113,828,997	
5000				INFRAESTRUCTURA		18,345,431		35,920,431	Se incluye la construcción y equipamiento de patios y talleres en Angostura y Abaí
6000				EQUIPAMIENTO		6,700,000		6,700,000	
7000				SISTEMAS		7,900,000		4,740,000	
				SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS		188,719,595		203,134,595	
8000				COSTOS INDIRECTOS		71,713,446		77,191,146	
				SUBTOTAL INFRAESTRUCTURA ANGOSTURA - ABAÍ (1)		260,433,042		280,325,742	
TRAMO ABAÍ - NARANJAL									
1000				OBRAS PRELIMINARES Y PROVISIONALES		0		920,385	
2000				MOVIMIENTO DE TIERRAS		0		71,198,821	Es la partida más incidente en este tramo. Se estima un movimiento de tierras de 2.5 MM de m3 y una eliminación de 3 MM de m3 de material excedente al 70% con cargo a ampliar el detalle en próximas etapas del proyecto.
3000				DRENAJE		0		6,567,037	
4000				SUPERESTRUCTURA FERROVIARIA		0		49,467,592	
5000				INFRAESTRUCTURA		0		9,220,478	
6000				EQUIPAMIENTO		0		0	
7000				SISTEMAS		0		4,740,000	
				SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS		0		142,114,313	
8000				COSTOS INDIRECTOS		0		54,003,439	
				SUBTOTAL INFRAESTRUCTURA ABAÍ - NARANJAL (2)		0		196,117,752	
				TOTAL GENERAL INFRA ANGOSTURA - NARANJAL (SIN IVA)		260,433,042		476,443,494	

Tabla 4: CAPEX de Infraestructura del Concesionario (sin IVA)

8.2 CAPEX de Trenes – Operador Vinculado

Comprende la adquisición de cuatro (04) locomotoras para la operación en los patios terminales ferroviarios de Angostura, Abaí y Naranjal. Los precios referenciales estimados a nivel conceptual para estas locomotoras de 1,500 HP son de US\$ 2.5 millones. Este precio es referencial y necesita ser validado con cotizaciones vinculantes de los proveedores en futuras etapas del Proyecto.

De manera preliminar a este nivel conceptual, se tienen los siguientes componentes (sin IVA):

- Escenario Optimista:
 - Costo Directo: US\$ 10 millones
 - Costo Indirecto: US\$ 3 millones
 - **Costo Total: US\$ 13 millones**

Consideramos que es necesario profundizar con estudios más avanzados en siguientes etapas del Proyecto para llegar a un nivel más confiable del CAPEX y su variabilidad. Para efectos de este modelo se ha trabajado con el Escenario Optimista para tener una primera aproximación de los costos de inversión globales del Proyecto.

SERVICIO FERROVIARIO DE CARGA TRAMO: ANGOSTURA - NARANJAL				ESCENARIO JULIO 2024	ESCENARIO NOVIEMBRE 2024	COMENTARIOS			
I	II	III	IV	DESCRIPCION	Ajuste	Precio US \$	Ajuste	Precio US \$	
1000				TRENES		14,000,000		10,000,000	
	1100			LOCOMOTORAS DE VÍA PRINCIPAL (3500 HP)		0		0	Se ha optado por el mercado de segunda mano y se ha actualizado el número de trenes y vagones necesarios para la operación
	1200			LOCOMOTORAS DE PATIO (1500 HP)		14,000,000		10,000,000	
	1300			HOPPERS GRANELEROS		0		0	
	1400			PLATAFORMAS PLANAS PARA CONTENEDORES - DOBLE ESTIBA		0		0	
	1500			TANQUES CISTERNA PARA ACEITES Y LIQUIDOS		0		0	
				SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS		14,000,000		10,000,000	
2000				COSTOS INDIRECTOS		5,180,000		3,000,000	
	2100			ESTUDIOS	4.00%	560,000	2.50%	250,000	
	2200			IMPREVISTOS	5.00%	700,000	5.00%	500,000	
	2300			GASTOS GENERALES	10.00%	1,400,000	7.50%	750,000	
	2400			UTILIDAD	12.00%	1,680,000	10.00%	1,000,000	
	2500			SUPERVISIÓN	6.00%	840,000	5.00%	500,000	
				SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS	37%	5,180,000	30%	3,000,000	
				SUBTOTAL TRENES (2)		19,180,000		13,000,000	
				TOTAL GENERAL INFRA Y TRENES ANGOSTURA - NARANJAL (SIN IVA)		19,180,000		13,000,000	

Tabla 5: CAPEX de Trenes del Operador Vinculado (sin IVA)

8.3 CAPEX de Trenes – Operador Externo

Comprende la adquisición de los trenes para la operación en la vía principal. Se ha estimado para el arranque una flota de cuatro (04) locomotoras de 3,500 HP además de 147 vagones de carga.

Los precios referenciales estimados a nivel conceptual para los trenes corresponden a: US\$ 3.5 millones para cada locomotora de 3,500 HP y US\$ 0.2 millones para cada vagón. Los precios son referenciales del mercado de segundo uso y necesitan ser validados con cotizaciones vinculantes de los proveedores en futuras etapas del Proyecto.

El CAPEX total de trenes disgregado y estimado de manera preliminar a este nivel conceptual tiene los siguientes componentes (sin IVA):

- Escenario Optimista:
 - Costo Directo: US\$ 60 millones
 - Costo Indirecto: US\$ 18 millones
 - **Costo Total: US\$ 78 millones**

SERVICIO FERROVIARIO DE CARGA TRAMO: ANGOSTURA - NARANJAL				ESCENARIO JULIO 2024	ESCENARIO NOVIEMBRE 2024	COMENTARIOS			
I	II	III	IV	DESCRIPCION	Ajuste	Precio US \$	Ajuste	Precio US \$	
TRAMO ANGOSTURA - ABAI									
1000				OBRAS PRELIMINARES Y PROVISIONALES		0		0	
2000				MOVIMIENTO DE TIERRAS		0		0	
3000				DRENAJE		0		0	
4000				SUPERESTRUCTURA FERROVIARIA		0		0	
5000				INFRAESTRUCTURA		19,325,000		0	Se incluyó la construcción y equipamiento de patios y talleres en Angostura y Abaí
6000				EQUIPAMIENTO		10,520,000		0	
7000				SISTEMAS		0		0	
				SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS		29,845,000		0	
8000				COSTOS INDIRECTOS		11,341,100		0	
				SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS	38%	11,341,100	38%	0	
				SUBTOTAL INFRAESTRUCTURA ANGOSTURA - ABAI (1)		41,186,100		0	
				TOTAL GENERAL INFRAESTRUCTURA - ANGOSTURA - NARANJAL		41,186,100		0	
TRENES									
1000				TRENES		62,600,000		60,400,000	
	1100			LOCOMOTORAS DE VÍA PRINCIPAL (3500 HP)		18,000,000		21,000,000	Se ha optado por el mercado de segunda mano y se ha actualizado el número de trenes y vagones necesarios para la operación
	1200			LOCOMOTORAS DE PATIO (1500 HP)		0		0	
	1300			HOPPERS GRANELEROS		34,800,000		29,400,000	
	1400			PLATAFORMAS PLANAS PARA CONTENEDORES - DOBLE ESTIBA		5,000,000		5,000,000	
	1500			TANQUES CISTERNA PARA ACEITES Y LIQUIDOS		5,000,000		5,000,000	
				SUBTOTAL COSTOS DIRECTOS		62,600,000		60,400,000	
2000				COSTOS INDIRECTOS		23,162,000		18,120,000	
	2100			ESTUDIOS	4.00%	2,504,000	2.50%	1,510,000	
	2200			IMPREVISTOS	5.00%	3,130,000	5.00%	3,020,000	
	2300			GASTOS GENERALES	10.00%	6,260,000	7.50%	4,530,000	
	2400			UTILIDAD	12.00%	7,512,000	10.00%	6,040,000	
	2500			SUPERVISIÓN	6.00%	3,756,000	5.00%	3,020,000	
				SUBTOTAL COSTOS INDIRECTOS	37%	23,162,000	30%	18,120,000	Se ajusta el % de Costos Indirectos al ser una actividad más controlada la procura de trenes de segunda mano
				SUBTOTAL TRENES (2)		85,762,000		78,520,000	
				TOTAL GENERAL INFRA Y TRENES ANGOSTURA - NARANJAL (SIN IVA)		126,948,100		78,520,000	

Tabla 6: CAPEX de Trenes del Operador Externo (sin IVA)

8.4 Resumen General de CAPEX de Infraestructura y Trenes

A modo de resumen se muestra a continuación el CAPEX de Infraestructura y Trenes de los distintos actores del negocio por tramos.

Negocio	Millones de US\$	
	Julio 2024 (Angostura – Abaí)	Noviembre 2024 (Angostura – Naranjal)
Concesionario	260.43	477.15 (*)
Operador Externo	126.94	78.52
Operador Vinculado	19.18	13.00
Total	406.55	568.67

Tabla 7: Resumen de CAPEX de Infraestructura y Trenes (sin IVA)

De la tabla anterior se concluye que dependiendo del tamaño del proyecto, el CAPEX del Concesionario varía en el orden de US\$ 260 a US\$ 477.15 millones. Por su parte el CAPEX del Operador Vinculado al Concesionario de US\$ 19 millones a US\$ 13 millones mientras que el CAPEX del Operador Externo varía entre US\$ 127 y US\$ 78 millones.

Consideramos que es necesario profundizar con estudios más avanzados en siguientes etapas del Proyecto para llegar a un nivel más confiable del CAPEX y su variabilidad. Para efectos de este modelo se ha trabajado con el Escenario Optimista para tener una primera aproximación de los costos de inversión globales del Proyecto.

8.5 Aspectos Financieros del Modelo de Negocio

Se ha elaborado un modelo económico financiero preliminar para medir la rentabilidad y la viabilidad económica y financiera del Proyecto y de los negocios vinculados a este.

Se han considerado todos los supuestos empleados en la determinación del presupuesto de inversión, los costos de operación y mantenimiento, una tasa de impuesto a la renta de 10%, un horizonte de explotación de 30 años, en los cuales los 4 primeros años corresponden a la etapa de diseño y construcción.

Asimismo, a efectos de modelar la estructura de financiamiento de las inversiones se ha considerado una tasa de interés del 6% anual en US\$, una comisión de estructuración del préstamo de 1,50% sobre el monto solicitado, se considera que el plazo del préstamo es de 25 años, en los cuales los primeros 4 años corresponden al periodo de gracia en los que no se efectúa amortizaciones del préstamo y los intereses devengados se capitalizan hasta el final del cuarto año.

Se considera también que los bancos exigen un ratio de cobertura del servicio de deuda promedio no menor a 1,10 veces, durante el periodo de repago de la deuda.

La estructura de financiamiento descrita ha sido modelada tanto para el Concesionario como para los Operadores Externo y Vinculado.

Se considera, asimismo, que tanto las inversiones del negocio del Concesionario como del Operador Externo se financian 100% con financiamiento bancario, los accionistas proporcionan los recursos para financiar los gastos preoperativos durante los 4 años de la etapa constructiva de dichos negocios.

Un supuesto fundamental es que se considera una tarifa de acceso de US\$ 1,40 Vagón-km recorrido y una tarifa comercial de US\$ 27 por tonelada para el Operador Externo y Vinculado. De esta tarifa, US\$ 25 por tonelada es el cobro por el servicio en la vía principal y US\$ 2 por tonelada es el costo de las maniobras en los 3 patios terminales ferroviarios. Estas tarifas son comparables con el camión y permiten garantizar la viabilidad financiera del Concesionario, sus negocios vinculados y del Operador Externo, siendo este último el que permite generar los mayores ingresos de carga para la Concesión⁶.

Los siguientes cuadros muestran los resultados de la evaluación económica y financiera:

		Millones de US\$	
Negocio	Pestaña hoja de cálculo	Inversión	Financiamiento externo
Concesionario	FCL1 - Concesionario Carga	477.15	477.15
Operador Externo	FCL2 - Operador Externo	78.52	78.52
Operador de Carga Vinculado en vía principal	FCL3-Op Carga Vinculado-VP	13.00	13.00
Total		568.67	568.67

Tabla 8: Inversión y Financiamiento Externo (sin IVA)

En el cuadro anterior, se muestra que las inversiones del Concesionario ascienden a US\$ 477.15 millones, la inversión del Operador Externo asciende a US\$ 78.52 millones mientras que del Operador Vinculado es de US\$ 13 millones. El total de inversiones a ser ejecutadas entre el Concesionario, su empresa vinculada y el Operador Externo ascienden a US\$ 568.67 millones.

Negocio	No incorpora mitigación del riesgo de terminación de Obra					Incorpora mitigación del riesgo de terminación de Obra (reducción de tasa)				
	VAN económico	Tasa WACC	TIR del Accionista	VAN Financiero - millones de USD	Rentab. mínima Exigida	VAN económico	Tasa WACC	TIR del Accionista	VAN Financiero - millones de USD	Rentab. Mínima exigida
	Tarifa de Acceso: 1,80 USD / Vagón - Km Tarifa Operador: 25 USD / Ton. Tasa de Interés: 6% en todo el plazo del préstamo					Tarifa de Acceso: 1,40 USD / Vagón - Km Tarifa Operador: 25 USD / Ton. Tasa de Interés: Cae de 6% a 5% a partir del 6to año				
Concesionario	242.81	5.7%	30.3%	32.03	16.0%	85.64	5.7%	17.2%	2.64	16.0%
Operador Externo	-30.40	5.6%	2.5%	-36.21	16.0%	104.65	5.6%	16.7%	1.36	16.0%
Operador de Carga Vinculado en vía principal	46.11	6.0%	36.8%	6.99	16.0%	79.00	6.0%	88.6%	16.79	16.0%
Total	258.52			2.80		269.28			20.78	

Tabla 9: Resultados Preliminares de la Evaluación Económico – Financiera (sin IVA)

⁶ De manera preliminar se ha estimado que el share del mercado entre el Operador Externo y el Operador Vinculado es de 80% y 20% respectivamente.

8.5.1 Resumen del Concesionario

Del cuadro anterior se desprende que, como resultado de la evaluación de los indicadores, el proyecto de negocio de Carga del Concesionario es viable desde la perspectiva financiera, puesto que la TIR del accionista que promueve el proyecto asciende a 30,3%, lo cual resulta superior a la rentabilidad mínima exigida por el accionista de 16,0%, alternativamente, el Valor Actual Financiero asciende a US\$ 32,03 millones., lo que significa que la ejecución del proyecto genera una ganancia adicional a la rentabilidad exigida de 16%, en tal sentido, el proyecto es financieramente viable.

Desde la perspectiva de la bancabilidad del Proyecto se obtiene que el ratio servicio cobertura de deuda promedio del proyecto es de 1,18, siendo superior al mínimo requerido de 1,10, lo cual implica que el Proyecto se puede financiar con deuda financiera.

8.5.2 Resumen del Operador Externo

Del cuadro anterior se desprende que, como resultado de la evaluación de los indicadores, el proyecto de negocio del Operador Externo **no es viable** desde la perspectiva financiera, puesto que la TIR del accionista que proporciona el proyecto asciende a 2,5%, lo cual resulta inferior a la rentabilidad mínima exigida por el accionista de 16,0%, alternativamente, el Valor Actual Financiero asciende a - US\$ 36,21 millones., lo que significa que la ejecución del proyecto genera una pérdida financiera, en tal sentido, el proyecto no es financieramente viable.

Alternativamente, si se considera que la tasa de interés del financiamiento del proyecto se reduce a partir del 6to año, como resultado de reestructurar la deuda financiera del Concesionario y una reducción de la tarifa de acceso de 1,80 US\$/vagón-km a 1,40 US\$/vagón-km, el VAN financiero es US\$ 1,36 millones (para el Concesionario asciende a USD 2,64 millones), entonces el proyecto sería financieramente viable.

Desde la perspectiva de la bancabilidad del Proyecto, en el escenario de reducción de la tasa de interés, se obtiene que el ratio servicio cobertura de deuda promedio del proyecto es de 2,11, siendo superior al mínimo requerido de 1,10, lo cual implica que el Proyecto se puede financiar con deuda financiera.

8.5.3 Resumen del Operador Vinculado

Del cuadro anterior se desprende que, como resultado de la evaluación de los indicadores, el proyecto de Operador de Carga Vinculado es viable desde la perspectiva financiera, puesto que el Valor Actual Financiero asciende a US\$ 16,79 millones., lo que significa que la ejecución del proyecto genera una ganancia adicional a la rentabilidad exigida de 16%, en tal sentido, el proyecto es financieramente viable.

Desde la perspectiva de la bancabilidad del Proyecto, en el escenario de reducción de la tasa de interés, se obtiene que el ratio servicio cobertura de deuda promedio del proyecto es de 8,53, siendo superior al mínimo requerido de 1,10, lo cual implica que el Proyecto se puede financiar con deuda financiera.

En líneas generales y a modo de resumen preliminar podríamos indicar que el proyecto en evaluación y sus negocios vinculados, así como el proyecto del Operador Externo resultan viables, considerando los supuestos desarrollados en el modelo financiero, desde la perspectiva económica y financiera.

9 Cronograma Preliminar de Ejecución de Obras y Equipamiento

De manera preliminar hemos estimado las actividades típicas para la ejecución del Proyecto el cual contempla 4 años de ejecución contados desde la firma del contrato de concesión. La mayor incertidumbre y riesgo en la ejecución del proyecto recae en las adquisiciones de terrenos y permisos de los tramos nuevos entre Angostura y Paraguarí y entre Abaí y Naranjal. En segundo orden en el saneamiento y otorgamiento de los derechos de vía de los tramos existentes por parte de FEPASA a favor del Concesionario.

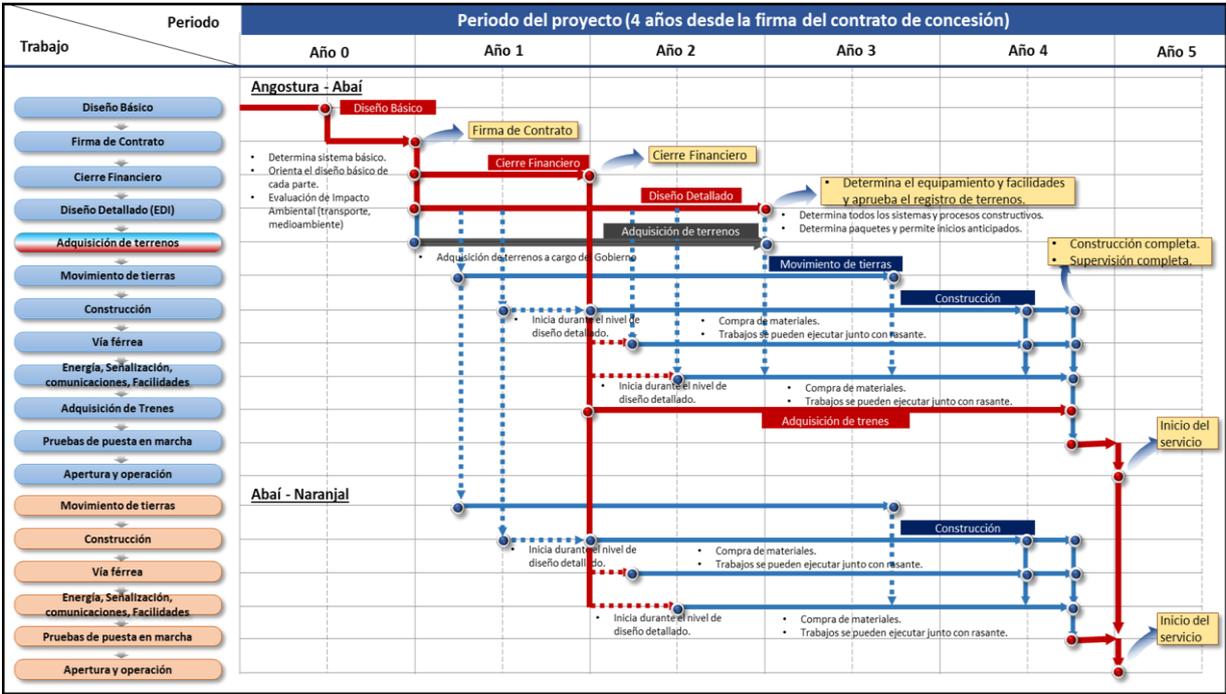


Ilustración 25: Cronograma Preliminar de Ejecución del Proyecto

Para optimizar el calendario de ejecución se ha considerado ejecutar en paralelo los Estudios Definitivos de Ingeniería (Diseño Detallado) y el Cierre Financiero esto permitirá acortar los plazos de ejecución en la medida que haya disponibilidad de fondos de otras fuentes para el adelanto de estos estudios.

10 Conclusiones y Recomendaciones

- El Tramo Abaí – Naranjal (90 km) representa un incremento aprox. del 40% del CAPEX total del proyecto (Infraestructura + Trenes) que equivale pasar de US\$ 407 MM a US\$ 569 MM de inversión.
- Las inversiones suman: Concesionario: US\$ 477.15 MM, Operador Externo: US\$ 78,52 MM y Operador Vinculado: US\$ 13MM.

- Las proyecciones de demanda de carga proporcionadas por AGRALIA, consideran un crecimiento de la soja de 1.25 MM tons/año al arranque del proyecto (año 5) y culminan con 4.38 MM tons/año al año 30 del proyecto.
- El Proyecto Angostura – Naranjal (296 km) NO es viable con tarifa de US\$ 27/ton (US\$ 25/ton para transporte en la vía principal + US\$ 2/ton en patios) a menos que con esa tarifa se logre negociar con los bancos una tasa diferenciada al término de las obras.
- En caso no se logre lo anterior, se recomienda avanzar con la ejecución del proyecto original, es decir de Angostura a Abaí (206 km) que permite una tarifa de US\$ 24/ton (US\$ 22/ton para transporte en la vía principal + US\$ 2/ton en patios).
- Se requiere exclusividad para una concesión de 30 años adaptando el modelo Open Access en búsqueda de sinergias para gestionar la O&M de Carga con el Operador Vinculado.
- Se recomienda profundizar en: los acuerdos comerciales con potenciales clientes, posibles Operadores Ferroviarios, las estimaciones de la demanda en ambos sentidos y su impacto en las cadenas logísticas actuales y futuras y en los estudios básicos de Ingeniería para cerrar el presupuesto final para las negociaciones de la concesión.
- Una vez lograda la concesión es indispensable controlar la ejecución y las contingencias del proyecto a través de la Oficina del PMO con reporte directo al Concesionario.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Presentación Corporativa del Proyecto

Anexo 2: Modelos Económicos Financieros Preliminares de 04) Escenarios

Anexo 3: Estimación Preliminar de CAPEX de Infra y Trenes