

estudio informativo de la variante sur ferroviaria de Bilbao. fase 1. variante de Ortuella

septiembre 2021 eko iraila

Memoria

Índice

1 Objeto y antecedentes	2		
1.1 Antecedente directo	2		
1.2 Antecedentes administrativos anteriores	2		
1.3 Antecedentes técnicos	3		
2 Características Fundamentales de la Actuación	4		
2.1 Requerimientos funcionales y de diseño	4		
2.2 Criterios de diseño geométrico	4		
3 Descripción de Alternativas	6		
3.1 Situación Actual	6		
3.2 Alternativas estudiadas	6		
3.3 Información de partida	7		
3.3.1 Cartografía y Topografía	7		
3.3.2 Geología y Geotecnia	7		
3.3.3 Climatología, Hidrología y Drenaje	14		
3.3.4 Climatología	14		
3.4 Descripción de alternativas	14		
3.4.1 Condicionantes	14		
3.4.2 Sección tipo	17		
3.4.3 Alternativa A	17		
3.4.4 Alternativa B	19		
3.4.5 Plataforma y superestructura	21		
3.4.6 Hidrología y Drenaje	22		
3.4.7 Estructuras	23		
3.4.8 Túneles y Obras Subterráneas	25		
3.4.9 Movimiento de Tierras	27		
3.4.10 Reposición de Servidumbres Viarias	27		
3.4.11 Servicios y Servidumbres Afectados	28		
3.4.12 Obras complementarias	28		
3.4.13 Electrificación	29		
3.4.14 Instalaciones de seguridad y comunicaciones	29		
3.4.15 Planeamiento urbanístico, ocupaciones y dominio público	29		
3.4.16 Expropiaciones	30		
4 Estudio de demanda y análisis coste-beneficio	32		
4.1 Estudio de la demanda	33		
4.2 Rentabilidad de la actuación	34		
5 Valoración Económica	36		
6 Estudio de Impacto Ambiental	37		
6.1 Impactos ambientales	37		
6.2 Propuesta de medidas preventivas, correctoras y compensatorias	39		
		6.3 Programa de vigilancia ambiental	40
		6.4 Presupuesto de integración ambiental	41
		7 Análisis de riesgos	42
		8 Selección de Alternativas	43
		8.1 Indicadores	43
		8.1.1 Indicador de Inversión Inicial	43
		8.1.2 Indicador de Afecciones a terceros	43
		8.1.3 Indicadores de funcionalidad	43
		8.1.4 Indicadores de movilidad	44
		8.1.5 Indicadores del objetivo Urbanístico y territorial	44
		8.1.6 Indicadores de mantenimiento	45
		8.1.7 Indicadores de electrificación	45
		8.1.8 Indicadores Ambientales	45
		8.2 Ponderación de los objetivos	46
		8.3 Matriz Decisional	47
		8.3.1 Indicador de Inversión inicial	47
		8.3.2 Indicador de afecciones a terceros	47
		8.3.3 Indicadores de Funcionalidad	47
		8.3.4 Indicadores relacionados con la Movilidad	48
		8.3.5 Indicadores de objetivo urbanístico y territorial	49
		8.3.6 Indicadores de mantenimiento	50
		8.3.7 Indicadores de electrificación	50
		8.3.8 Indicadores de Implicaciones medioambientales	50
		8.3.9 Matriz final de decisión	52
		8.4 Resultados del análisis y conclusión	52
		9 Coordinación con otros organismos	53
		10 Documentos que componen el Estudio	54
		11 Resumen y Conclusiones	55

1 Objeto y antecedentes

El objeto del presente documento es la modificación del "Estudio Informativo de la variante Sur Ferroviaria de Bilbao. Fase I" (FULCRUM 2019), al objeto de analizar en el tramo de conexión con el túnel del Serantes, en el T.M. de Ortuella, la viabilidad de un trazado alternativo que cumpla con los objetivos y criterios establecidos inicialmente en el Estudio Informativo, adaptándose, además, a los nuevos condicionantes planteados en Fase de Información Pública.

1.1 Antecedente directo

El "Estudio Informativo de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao, Fase 1" fue encargado por el Gobierno Vasco, a través del ente público Euskal Trenbide Sarea, en función del convenio de colaboración suscrito entre el Ministerio de Fomento, el Ministerio de Hacienda y Función Pública, la Administración General de la Comunidad Autónoma del País Vasco y la entidad pública empresarial Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF) para la construcción de la Variante Sur Ferroviaria el 12 de julio de 2017.

El estudio informativo propone una variante de trazado al actual corredor ferroviario de Mercancías que conecta el Puerto de Bilbao con el Soterramiento ferroviario de Olabeaga. La variante se inicia en el túnel ejecutado bajo el Monte Serantes, que une Ortuella con el Puerto de Bilbao y finaliza en Olabeaga conectando con el soterramiento ferroviario existente, evitando así el tráfico de los trenes de mercancías provenientes del Puerto de Bilbao por los núcleos urbanos de la comarca del Gran Bilbao. El Estudio Informativo planteaba dos trazados que discurren soterrados, salvo en el cruce de los ríos Castaños y Cadagua para el caso de la llamada **Alternativa 1** y del río Cadagua, en el caso de la denominada **Alternativa 2**. El trazado de ambas alternativas era idéntico en su tramo inicial dentro del municipio de Ortuella.

Con fecha 21 de marzo de 2019, la Secretaría General de Infraestructuras de la Subdirección General de Planificación Ferroviaria del Ministerio de Fomento resolvió aprobar provisionalmente el "Estudio Informativo de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao. Fase 1", e iniciar el proceso de información pública y audiencia de Administraciones. El anuncio de inicio de la información pública fue publicado en el Boletín Oficial del Estado n.º 75 de 28 de marzo de 2019.

En virtud del artículo 32.1 de la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas y en base a las solicitudes recibidas, la Subdirección General de Planificación Ferroviaria decidió, con posterioridad, ampliar el plazo de 30 días hábiles de información pública establecido en el artículo 5.5. de la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario, en 15 días hábiles más (el máximo posible según la Ley 39/2015).

Durante dicho trámite podían formularse observaciones sobre la concepción global del trazado, en la medida en que éste pudiera afectar al interés general, y sobre el impacto ambiental, por encontrarse la actuación sometida al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinario regulado por la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.

Son, precisamente, algunas de las alegaciones recibidas en el marco de dicho procedimiento las que llevan a redactar el presente Estudio Informativo, cuyo ámbito de actuación se reduce al tramo inicial de conexión

del tronco de la VSF con el túnel del Serantes, afectando ahora a los términos municipales de Abanto-Zierbena y Ortuella. Estas alegaciones hacen referencia a los siguientes aspectos:

- Ayuntamiento de Ortuella:
 - Se solicitan medidas correctoras eficaces tendentes a eliminar las posibles molestias por ruidos y vibraciones que pudiera generar la nueva infraestructura
 - Solicita modificar el trazado de la rampa de ataque en la zona del Parque Recreativo de las Balsas del Granada. Se propone como ubicación alternativa el aparcamiento del polígono de Granada.
- ADIF: Direcciones Generales de Planificación Ferroviaria y de Conservación y Mantenimiento
 - Se solicita incluir dentro del ámbito del Estudio Informativo las actuaciones a realizar en el túnel del Serantes al objeto de cumplir con la normativa vigente de evacuación.
 - Se proponen modificaciones de distinta índole relativas al trazado proyectado, los aparatos de vía dispuestos en el tronco, salidas de emergencia, ...
- Alegaciones de particulares
 - Empresa de Ortuella Informa ser titular de inmuebles y derechos mineros vigentes en el entorno de la traza propuesta dentro del T.M. de Ortuella donde desarrolla la actividad minera que constituye el eje de su actividad. Manifiesta la posible afección con las obras propuestas a sus bienes, derechos y/o actividad.
 - Se solicita la modificación del trazado de la VSF en el tramo de conexión con el falso túnel ejecutado en la conexión con el Puerto de Bilbao bajo el Monte Serantes, al objeto de garantizar anchura suficiente en la plataforma del vial de acceso a la factoría durante las obras, de manera que los transportes de grandes dimensiones no vean impedida su entrada/salida a las empresas adyacentes.

El presente documento aporta dos alternativas de trazado para la conexión del tronco de la VSF con el túnel del Serantes. La primera alternativa es muy similar a la recogida en el Estudio Informativo previo, común en el municipio de Ortuella para las Alternativas 1 y 2 incluidas en dicho documento, habiéndose realizado pequeñas modificaciones de trazado que pretenden atender a algunas de las alegaciones presentadas.

La segunda alternativa aporta un trazado muy diferente, se aparta completamente de la explotación minera y desplaza hacia el oeste la zona de emboquille del túnel en mina.

1.2 Antecedentes administrativos anteriores

En mayo del año 1985 se firmó un protocolo entre el antiguo MOPTMA, el Gobierno Vasco y RENFE acerca de la Red Ferroviaria del País Vasco.

En julio del año 1988 se estableció un acuerdo de colaboración entre el Gobierno Vasco y RENFE para el desarrollo del "Estudio de alternativas ferroviarias en el País Vasco", basado en el Plan Ferroviario de Euskadi, que se finalizó en febrero de 1989.

La Comunidad Autónoma del País Vasco aprobó con fecha de febrero de 1997, el "Plan Territorial Sectorial de la Red Ferroviaria. Comunidad Autónoma del País Vasco", en el que figura la propuesta de conexión con la ampliación del Puerto de Bilbao.

En febrero de 1998 la Autoridad Portuaria de Bilbao, RENFE y el Ayuntamiento de Santurtzi, suscriben un convenio urbanístico para la integración del ferrocarril en la Ciudad, la mejora de la permeabilidad entre el

casco urbano y el Puerto Pesquero, el desplazamiento de la Estación de Cercanías de RENFE y el mantenimiento y mejora del servicio ferroviario tanto de cercanías como portuario.

Fruto de dicho convenio, se suscribe el Protocolo Adicional al convenio Suscrito entre la Autoridad de Bilbao, Renfe y el Ayuntamiento de Santurtzi fechado en noviembre de 2003 por el que se indica que la segunda fase del convenio está condicionada a la realización del futuro acceso al Puerto de Bilbao por Ortuella a través del túnel de Serantes y consistente en la *“definitiva ampliación del Parque de Santurtzi, con la eliminación de todas las vías de mercancías y cesión por parte de RENFE al Ayuntamiento de Santurtzi del resto de los terrenos para su compleción, de acuerdo con las condiciones que se establecen en las Estipulaciones Séptima, Octava y Novena, para lograr una total supresión de barreras entre esta Ciudad y el mar...”*

El Ministerio de Fomento aprueba definitivamente el Estudio Informativo del Túnel del Serantes mediante resolución de Secretario de Estado de infraestructuras de 24 de Septiembre de 2001 (según el BOE de 6 de Noviembre de 2001).

El Ministerio de Medio Ambiente emite la Declaración de Impacto Ambiental sobre el Estudio Informativo *“Nuevo acceso ferroviario al Puerto de Bilbao. Tramo: Estación de Ortuella-Nueva Estación de Mercancías en el Puerto de Bilbao”*, que se publica en el Boletín Oficial del Estado nº 177, con fecha de 25 de Julio de 2001.

Así en marzo de 2002 se inició la redacción del proyecto constructivo del mencionado tramo. Las obras de construcción del túnel de Serantes se inician el 15 de noviembre de 2004. Con un presupuesto de licitación de 61,5 millones de euros y un plazo inicial de 3 años se contempla una actuación de 4,8 kilómetros consistentes en más de 4 kilómetros de obra subterránea y una conexión provisional con la vía mango de maniobras en la Estación de Ortuella.

En noviembre de 2015 se publicó en el Boletín Oficial del Estado (BOE) el *“Anuncio de la Subdirección General de Planificación Ferroviaria por el que se somete a información pública el Estudio Informativo de la Variante Sur de Bilbao. Primera Fase”*. Dado que han transcurrido más de un año desde dicho trámite y no se habían iniciado el proceso de evaluación de impacto ambiental ordinaria, es necesario llevar a cabo un nuevo proceso de información pública.

El 12 de julio de 2017 se suscribe el CONVENIO DE COLABORACIÓN ENTRE EL MINISTERIO DE FOMENTO, EL MINISTERIO DE HACIENDA Y FUNCIÓN PÚBLICA, LA ADMINISTRACIÓN GENERAL DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAÍS VASCO Y LA ENTIDAD PÚBLICA EMPRESARIAL ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS (ADIF) PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE SUR FERROVIARIA DE BILBAO.

El objeto del Convenio es *“...establecer los términos en los que el Ministerio de Fomento y ADIF encomiendan a la Administración General de la Comunidad Autónoma de Euskadi la redacción de estudios informativos, redacción de proyectos de construcción de plataforma para doble vía, la contratación y ejecución de las obras, la colaboración administrativa de los expedientes expropiatorios así como las direcciones de obra y cualquier otro tipo de servicios que la ejecución de las obras de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao requieren...”* En dicho marco de colaboración se indica en su cláusula segunda que *“...En caso de que fuera necesaria la redacción de la modificación del Estudio Informativo de la Fase 1: Túnel de Serantes-Olabeaga, el Ministerio de Fomento encomienda su redacción a la Administración General de la Comunidad Autónoma de Euskadi; correspondiendo en todo caso al Ministerio de Fomento, y conforme a lo dispuesto en el artículo 5 de la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario, su tramitación administrativa, obtención de la*

correspondiente Declaración de Impacto Ambiental del órgano ambiental competente, y aprobación formal del estudio informativo...”

En Julio de 2017 el Ente Público EUSKAL TRENBIDE SAREA-RED FERROVIARIA VASCA publica el *“PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES PARA LA CONTRATACIÓN DEL SERVICIO PARA LA REDACCIÓN DE LA ACTUALIZACIÓN DEL ESTUDIO INFORMATIVO DE LA VARIANTE SUR FERROVIARIA DE BILBAO. PRIMERA FASE.”* Resultando en Septiembre de 2017 la adjudicación en concurso del contrato para la prestación de dicho servicio a la empresa FULCRUM.

1.3 Antecedentes técnicos

Para la redacción del presente Estudio Informativo Complementario se ha tenido en cuenta como antecedente fundamental el *“Estudio Informativo del Proyecto de la Variante Sur de Bilbao. Primera fase (INECO 2015)”* y el *“Estudio Informativo de la Variante Sur de Bilbao. Fase 1 (FULCRUM 2019)”*.

A continuación, se incluyen los documentos de carácter técnico más relevantes que sirvieron de base en su día para la Redacción de los Estudios Informativos citados:

- Proyecto de Construcción del Nuevo Acceso Ferroviario al Puerto de Bilbao. Tramo: Estación de Ortuella – Nueva Estación de Mercancías en el Puerto de Bilbao.
- Estudio de Alternativas de la Variante Sur de Mercancías de Bilbao.
- Estudio Informativo del Proyecto del Corredor Cantábrico-Mediterráneo. Tramo: Bilbao-Santander
- Estudio Informativo del Proyecto de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao. Fase 1/1000
- Estudio Funcional para el aumento de la capacidad de la línea de Cercanías C-2 de Bilbao entre Barakaldo y San Julián De Muskiz y la remodelación de la Estación De Desertu – Barakaldo
- Estudio Informativo del Proyecto de Integración del ferrocarril en el barrio de Olabeaga de Bilbao.
- Expediente de Información Pública y Oficial del Estudio Informativo del Proyecto de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao.
- Estudio Funcional para la adecuación de la Red Arterial Ferroviaria de Bilbao. En redacción

En el Anejo nº1, Anejo de Antecedentes, se describen con detalle todos los antecedentes al presente estudio, incluidas las principales alegaciones recibidas, algunas de las cuales ponían en duda la viabilidad económica, social y ambiental de las alternativas contempladas en el Estudio Informativo. Estas alegaciones se convierten en un antecedente más al Estudio Informativo que se han tenido en cuenta a la hora de diseñar las alternativas ahora planteadas.

2 Características Fundamentales de la Actuación

2.1 Requerimientos funcionales y de diseño

Los requerimientos funcionales y de diseño son los mismos adoptados en el "Estudio Informativo de la variante Sur Ferroviaria de Bilbao", en el tramo objeto del presente documento son de aplicación los siguientes:

- Cumplimiento de las ETI, según el RD 929/2020, de 27 de octubre, sobre seguridad operacional e interoperabilidad Ferroviarias
- Cumplimiento de la Orden FOM/3317/2010
- Se diseña para tráfico mixto, de manera que puedan soportar tanto tráfico de viajeros como de mercancías.
- Por razones de funcionalidad de la red y operacionales, tanto el tronco como los ramales de conexión con el Serantes y con Olabeaga se diseñan con tres hilos para dar cabida al ancho ibérico y el ancho internacional.
- En las conexiones con los corredores existentes se ha buscado para cada alternativa mejorar en lo posible las actuales velocidades de circulación.
- El trazado en planta y alzado deberá dar continuidad a la infraestructura ejecutada en prolongación del túnel de Serantes.
- El terreno ofrece una orografía netamente montañosa con la presencia de diversos macizos rocosos y profundos valles, lo que dificulta en extremo la adaptación de cualquier trazado al mismo, problema que se agudiza en el caso de trazados ferroviarios y en especial para las velocidades que se esperan obtener durante la explotación. Esta dificultad obliga a que la mayor parte del trazado se proyecte en túnel para poder franquear las dificultades orográficas impuestas por el territorio.
- En el diseño del túnel se ha de limitar la existencia de puntos altos y bajos en los que se pueda acumular gases y agua. En el caso de viaductos se ha buscado que la rasante en su desarrollo sea lo más homogénea posible, priorizando evitar cambios de rasante o disponer acuerdos.
- Por razones de seguridad y economía, las alineaciones rectas sobre las que se coloquen los aparatos de vía deben encontrarse preferiblemente en superficie, evitando además su implantación en acuerdos verticales.
- Con el objetivo de minimizar la ocupación de los terraplenes y desmontes, e integrar adecuadamente la plataforma, se han colocado muros convenientemente.
- Los emboquilles de los túneles se ubicarán en zonas favorables a fin de preservar, en la medida de lo posible, las edificaciones y vías de comunicación existentes. Las alternativas diseñadas incluirán la reposición de cualquier vial afectado por las mismas.
- En el Municipio de Ortuella, el trazado en planta de la variante dará continuidad al túnel del Serantes mediante un trazado soterrado.

Existe un criterio que cambia con respecto al documento inmediatamente antecedente:

- El ramal de conexión con el falso túnel del Serantes deberá tener un trazado que viabilice una posible conexión con el corredor ferroviario existente en Ortuella, de manera que pueda utilizarse esta conexión para acceder al trazado de la VSF en situaciones de emergencia o mantenimiento.

2.2 Criterios de diseño geométrico

Para el establecimiento de los criterios de diseño geométrico se ha considerado el Borrador de la Instrucción Ferroviaria para el Proyecto y Construcción del Subsistema de Infraestructura (IFI-2.016)". Los criterios adoptados tienen en cuenta la necesidad de que parte del trazado sea apta para integrarse en una futura línea de altas prestaciones, diferenciando los siguientes tipos de ejes:

- Tramos exclusivos de mercancías: Los tramos de tráfico exclusiva de mercancías pertenecerían a la red básica de la red TEN, se la clasifica con el código F1. La velocidad de circulación máxima adoptada es 120 Km/h, y la mínima 60 Km/h.
- En aquellos tramos en que se prevea su integración en una línea de tráfico mixto, se la clasifica con los códigos P2-F1. Las velocidades de circulación consideradas en este caso serían: máxima 250 Km/h y mínima 120 Km/h.

A continuación, se adjunta el cuadro resumen con los criterios de diseño adoptados, que se describen ampliamente en el Anejo nº6:

VELOCIDAD CIRCULACIÓN	TRÁFICO MIXTO	MERCANCIAS
Máxima	250 km/h	120 km/h
Mínima	120 km/h	60 km/h

TRAZADO EN PLANTA	TRÁFICO MIXTO	MERCANCIAS
Parámetros geométricos		
Peralte máximo	160 mm ancho ibérico 138 mm ancho europeo	
Rampa de peralte	1,10 mm/m	2 mm/m
Longitud mínima	125 m	40 m
Ley de peraltes	2/3 peralte teórico	0,6 peralte teórico
Ecuación h=	571.100/R	118.400/R
Parámetros funcionales		
Máx insuficiencia de peraltes	115 mm	
Máx aceleración sin compensar por insuficiencia	0,65 m/s ²	0,62 m/s ²
Máx Aceleración sin compensar por exceso	0,60 m/s ²	0,62 m/s ²
Máx variación del peralte con el tiempo	60 mm/s	
Máx variación de la aceleración sin compensar	0,33 m/seg ³	
Máx variación de la insuficiencia de peralte	60 mm/s	
Máx insuficiencia de peralte	115 mm	
Máx exceso de peralte	107 mm	110 mm
Rmin curva circular	3.120 m	730 m
Lmin clotoide (Rmin)	190 m	90 m

TRAZADO EN ALZADO	TRÁFICO MIXTO	MERCANCIAS
Parámetros geométricos		
Pendiente longitudinal máxima	12,5 mm (excepcional 15 mm)	
Longitud mínima de acuerdos verticales	125 m	40 m
Longitud mínima de rasante uniforme entre acuerdos	125 m	40 m
Parámetros funcionales		
Máxima aceleración vertical	0,44 m/s ²	0,31 m/s ²
Kv mínima	11.000	3.600

3 Descripción de Alternativas

3.1 Situación Actual

En la actualidad en el entorno del Gran Bilbao existen distintas líneas férreas, tanto de viajeros como de mercancías o mixtas, que combinan además ancho métrico y ancho ibérico:

Ancho ibérico (RENFE)	Viajeros	Línea C1: Abando-Desertu-Santurtzi
		Línea C2: Abando-Desertu-Muskiz
		Línea C3: Abando Orduña
	Mercancías	Miranda de Ebro-Orduña-C3-C1-Puerto Bilbao
Ancho métrico (antes FEVE)	Mixto	LA Robla: Bilbao (Concordia) -León
		Oviedo – Ferrol: Bilbao (Concordia) - Cantabria
	Viajeros	Bilbao (La Concordia) –Basurto (Hospital)
	Mercancías	Ramal Irauregui - Lutzana
Ramal Basurto -Ariz (Conexión ET)		

La nueva variante desviaría el tráfico de mercancías fuera de los núcleos de los municipios de Ortuella, Trápaga y Barakaldo, donde la línea es utilizada intensamente por tráficos de cercanías (siendo crítico el tramo el comprendido entre las estaciones de Desierto-Barakaldo y Olabeaga-Bilbao, compartida como muestra el cuadro anterior por las líneas C1 y C2, con circulaciones de viajeros en hora punta con frecuencia de 10 minutos).

En relación a las mercancías en ancho ibérico, existen dos zonas en el entorno de Bilbao que actualmente son origen/destino de mercancías: el Puerto de Bilbao y la factoría de ArcelorMittal Sestao (antigua ACB). De los trenes semanales en ambos sentidos de mercancías que actualmente circulan en ancho ibérico en el entorno de Bilbao, todos tienen como origen o destino el nudo ferroviario de Miranda de Ebro.

Las mercancías procedentes de Miranda de Ebro/Orduña acceden al entorno de Bilbao a través de la línea de cercanías C3 hasta llegar al túnel de Cantalojas. En dicho túnel y una vez sobrepasada la estación de Miribilla, las mercancías se desvían por un ramal de vía única que conecta con las líneas C1 y C2 dentro del túnel de la Casilla. Este ramal de bifurcación de las mercancías en vía única que conecta ambos túneles (Cantalojas y La Casilla) y los dos corredores de Cercanías (C3 con C1 y C2), precisa de un doble cizallamiento, uno sobre la C3 y otro sobre la C1 - C2. Una vez que las circulaciones de mercancías se incorporan a este corredor, antes de la estación de San Mamés, prosiguen su itinerario hacia la factoría Arcelor (Sestao) y el **Puerto (Bilbao – Mercancías)**, compartiendo infraestructura con ambas líneas de Cercanías hasta Desertu – Barakaldo, donde la línea C2 se bifurca hacia Muskiz, y continúa junto a la línea C1 hasta Santurtzi. Tras esta estación las mercancías circulan en exclusiva hasta la playa de vías del Puerto. En el último tramo, las mercancías deberán atravesar el paso a nivel existente en el paseo Reina Victoria de Santurtzi, ubicado tras esta estación y antes de llegar a Bilbao – Mercancías.

La red de la antigua FEVE en el entorno de Bilbao es una red de tráfico mixto (viajeros y mercancías) excepto el tramo desde la estación de La Concordia ubicada en el centro urbano hasta la estación de Basurto que es exclusivo de tráfico de viajeros y los ramales a Lutzana y a Ariz, por los que únicamente

circulan mercancías. La red de viajeros la conforman tres líneas, una de las cuales realiza un servicio similar al de cercanías conectando Bilbao - La Concordia con Balmaseda. Las otras dos líneas conectan la capital vizcaína con Santander y León.

La red de mercancías FEVE se solapa con la de viajeros en el entorno de Bilbao, exceptuando los ramales Irauregui – Lutzana y Basurto/Hospital – Ariz, ambos en vía única sin electrificar y en los que las únicas estaciones que son origen/destino de mercancías son Lutzana y Ariz.

3.2 Alternativas estudiadas

Las alternativas estudiadas en el presente documento están basadas en las alternativas definidas en el Estudio Informativo del 2019 y centran su trazado en la conexión del ramal de mercancías que conectará el tronco de la VSF Fase 1 con el Puerto de Bilbao, a través del Túnel ferroviario construido bajo el Monte Serantes.

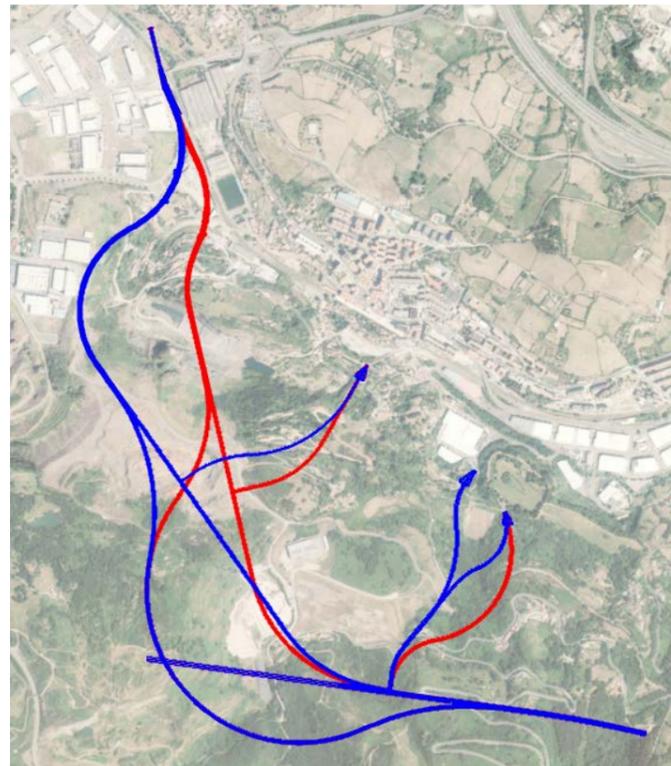
El trazado diseñado originalmente dentro del Estudio Informativo de la Variante Sur Ferroviaria de Mercancías de Bilbao se desarrolla entre los términos municipales de Ortuella y Bilbao (Olabeaga). El presente Estudio Informativo de la Variante en Ortuella limita su ámbito al tramo inicial de dicho trazado, dentro del Municipio de Ortuella. El trazado ahora diseñado modifica tan sólo la conexión con el Serantes y el tramo del tronco inmediatamente anterior al mismo.

Son dos las alternativas analizadas en el presente documento. La Alternativa A se basa en el trazado de las Alternativas 1 y 2 del Estudio Informativo previo "*Estudio Informativo de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao. Fase 1*". En dicho estudio ambas alternativas compartían idéntico trazado en la conexión con el túnel del Serantes. Con respecto al trazado originalmente previsto, la Alternativa A sólo modifica ligeramente la conexión con el falso túnel ejecutado a la salida del túnel del Serantes, al objeto de viabilizar a futuro una posible conexión con el trazado ferroviario existente y de reducir la afección al vial perimetral del polígono industrial y los accesos a la empresa INGETEAM.

La Alternativa B intenta evitar posibles afecciones de las obras recogidas en el Estudio Informativo sobre la cantera de la empresa Minas y explotaciones S.A. en Ortuella, propietaria tanto de los terrenos como de los derechos mineros autorizados. En el informe emitido por la Dirección de Energía, Minas y Administración Industrial del Gobierno vasco, se indica que el Proyecto de explotación de la cantera plantea como cota máxima de vaciado la cota +70. Eso implicaría la existencia de tan sólo cinco metros de recubrimiento por encima del túnel ejecutado. Se indica, así mismo, que los trabajos de excavación se realizan en la cantera mediante voladuras especiales, estimándose que las vibraciones de la explosión se transmiten a estructuras ubicadas a una distancia de hasta 140 metros de los puntos de voladura, por lo que la roca existente bajo la cantera, que será excavada para ejecutar el túnel de línea, podría encontrarse fracturada y fragmentada en algunas zonas.

Como consecuencia de ello se decide analizar la viabilidad de un trazado alternativo para la conexión con el Serantes que permita separarse en la medida de lo posible de la cantera y el área de influencia de sus excavaciones. Es ahí donde surge la Alternativa B.

Ambas alternativas proponen la conexión del tronco con el Ramal de Conexión con el túnel del Serantes mediante dos ramales de vía única, uno por sentido de circulación, al objeto de evitar cizallamientos en el tronco de alta velocidad.



Alternativa A

Alternativa B

En ambas alternativas el trazado se desarrolla soterrado en toda su longitud, ya sea en túnel en mina o en falso túnel.

El trazado analizado abarca el tramo final del tronco de la VSF y la conexión de éste con el túnel del Serantes:

- Tronco de proyecto: Se trata del eje de mayor longitud, trazado con parámetros aptos para una Vp de 250 km/h y vía doble, que coincide con el tramo de VSF que a futuro podría integrar un trazado de altas prestaciones que uniría la red de alta velocidad del País Vasco con Cantabria. Se diseña para tráfico mixto y doble ancho (1.435 mm-1668 mm)
- Ramal Serantes-Tronco: Se trata del trazado que conecta el anterior tronco con las obras ejecutadas ya del acceso al Puerto de Bilbao bajo el Monte Serantes. Sus parámetros de trazado son mucho más limitados, pensados para circulación únicamente de mercancías, con una velocidad máxima de 120 km/h. El ramal se desarrolla en vía doble, si bien, en su conexión al tronco de proyecto cuenta con dos ramales de vía única que articulan el "salto de carnero" que evita el cizallamiento. Se diseña en doble ancho también (1.435 mm-1668 mm) y es idéntico para ambas alternativas.

El trazado se diseña así pues en doble ancho (1.435 mm-1668 mm), para lo cual se implantarán tres hilos a lo largo de toda la longitud de la variante en las dos alternativas propuestas, desde la conexión con el Serantes hasta la llegada al cajón de soterramiento ferroviario ejecutado en Olabeaga. Esta decisión está motivada por los siguientes aspectos:

- El túnel del Serantes ya ejecutado se diseñó con una sección de ancho mixto, disponiéndose traviesas de hormigón aptas para tres hilos, aunque sólo se implantaran en su momento los hilos correspondientes a ancho ibérico.

- El tronco de la Variante, tramo de características geométricas adecuadas a tráficos de altas prestaciones, podría en un futuro a medio-largo plazo formar parte de un corredor de altas prestaciones de tráfico mixto y largo recorrido, susceptible por tanto de albergar tráficos de ancho ibérico y standard.

La longitud de ambas alternativas varía en función de la alternativa y el sentido:

Sentido Olabeaga-Puerto	Longitud
Alternativa A	3.270 m
Alternativa B	3.380 m
Sentido Puerto-Olabeaga	Longitud
Alternativa A	2.736 m
Alternativa B	2.975 m

La diferencia de longitud entre sentidos se debe al "salto de carnero" que articula la conexión del tronco de la VSF con el ramal de acceso al Puerto de Bilbao mediante dos túneles de vía única, siendo el de sentido Puerto-Olabeaga de mayor longitud.

La Alternativa B resulta, para ambos sentidos, de mayor longitud que la Alternativa A.

3.3 Información de partida

3.3.1 Cartografía y Topografía

El "Estudio Informativo Complementario para la Variación en Ortuella de la Variante Sur Ferroviaria de Mercancías entre Ortuella y Bilbao" se ha realizado a partir de las cartografías incluidas en los Estudios Informativos previos ejecutados por INECO en el año 2015 y por FULCRUM en el año 2019.

Se han utilizado dos bases cartográficas distintas:

1. En primer lugar, para el desarrollo del modelo en el programa de trazado Istram, se ha descargado de la web de Geoeuskadi la **nube de puntos de vuelo LIDAR (LAS) de 2012**. Esta nube de puntos se ha comprobado con los taquimétricos de detalle realizados por Fulcrum en la zona del arroyo Castaños, verificando que las diferencias eran mínimas y por lo tanto es fiable para el encaje del nuevo trazado.
2. **Cartografía 1:5.000 de la Diputación Foral de Bizkaia** para la delineación de los planos de proyecto.

3.3.2 Geología y Geotecnia

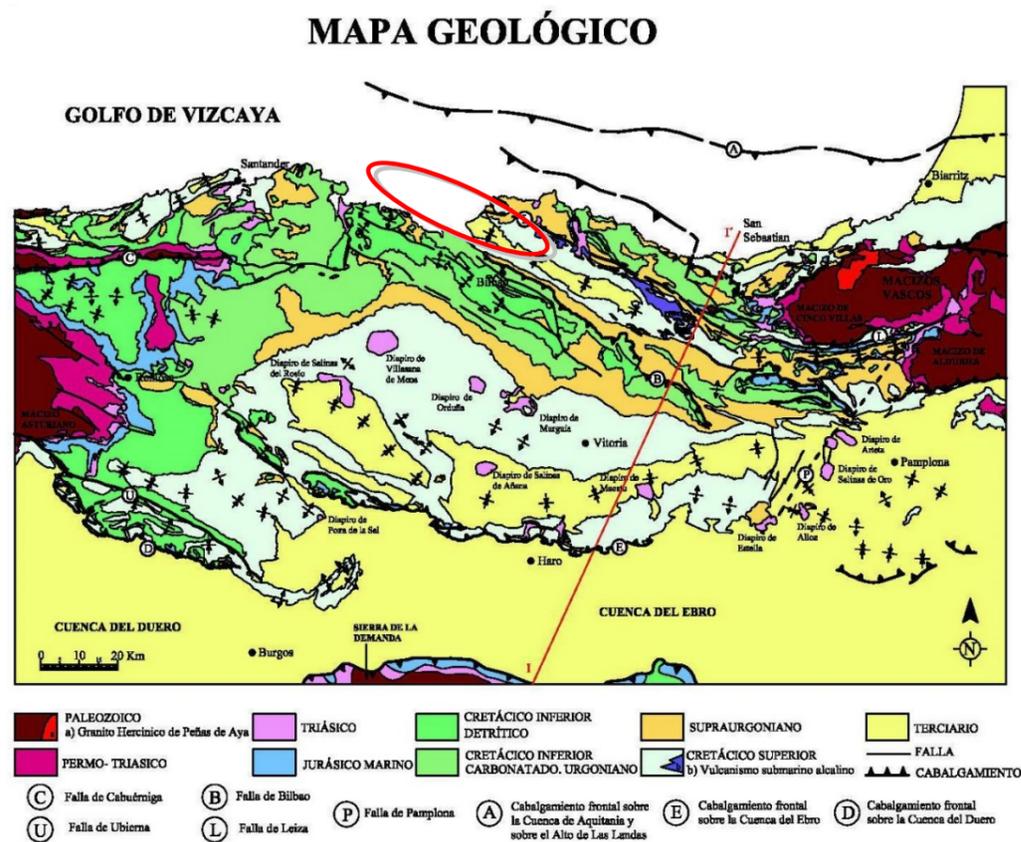
En paralelo al proceso de adjudicación del presente Estudio Informativo, el Ente Público EUSKAL TRENBIDE SAREA-RED FERROVIARIA VASCA adjudicó los estudios geológico-geotécnicos del ámbito de la "Variante Sur Ferroviaria de Bilbao. Fase 1", dividiendo para ello en tres tramos el corredor que se extiende entre la salida del túnel del Serantes en Ortuella y el soterramiento ferroviario de Olabeaga.

El tramo inicial entre Ortuella y Barakaldo fue adjudicado a la empresa LKS y es, por tanto, el documento de referencia en lo que a geología y geotecnia se refiere.

En el Anejo nº4, Geología y Geotecnia, se adjunta a modo de apéndice el Estudio geológico-geotécnico de detalle correspondiente a la zona de estudio.

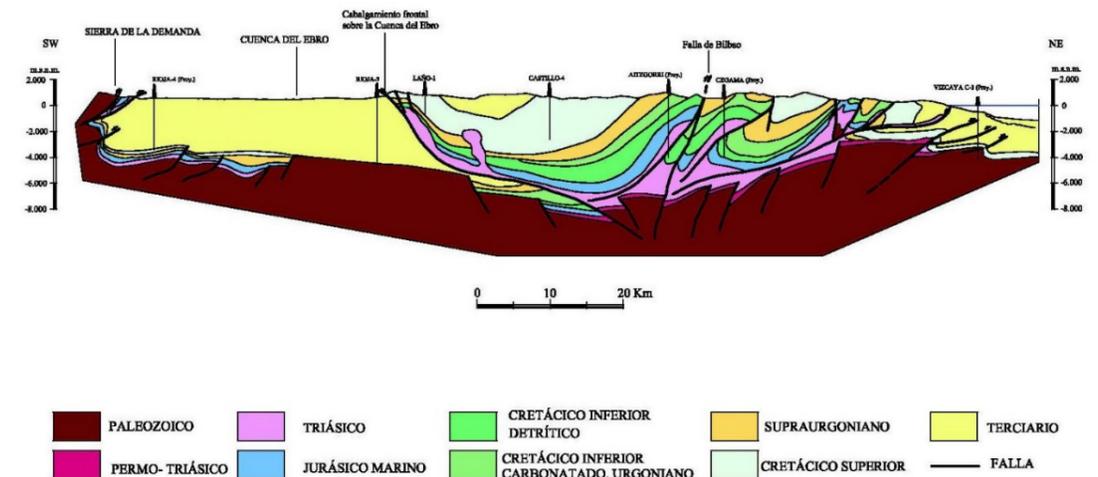
3.3.2.1 Geología

Geológicamente la zona afectada se encuadra dentro del Anticlinorio de Bilbao, anticlinorio modelado por la orogenia Alpina que deforma y plegó los materiales sedimentarios acumulados en la Cuenca Vasco Cantábrica. El plegamiento de la Cuenca Vasco Cantábrica, elevó el relieve dando origen a la Cadena Vasco Cantábrica, la cual constituye una prolongación de la Cadena Pirenaica.



abarca procesos y episodios fundamentalmente continentales en el caso del Aptiense y marinos en el Aptiense-Albiense Medio.

CORTE GEOLÓGICO I-I'



Estructuralmente, y como ya se ha comentado, los materiales identificados en el entorno de los trazados pertenecen en su conjunto a la *Unidad de Yurre*; únicamente en la zona de Olabeaga se puede llegar a afectar a materiales de la *Unidad de Oiz*.

3.3.2.1.1 Estado Tensional Natural

El conocimiento del estado de tensiones naturales existente en un macizo rocoso en el que se va a excavar una obra subterránea, constituye un elemento indispensable a la hora de efectuar cualquier cálculo tenso-deformacional de dicha excavación.

Los túneles proyectados dentro de este Estudio Informativo están encuadrados dentro del Domino denominado PYR (Sector Pirineos) en el proyecto Sigma. El régimen de esfuerzo determinado es NF (régimen extensional con fallas normales), indicando un régimen de esfuerzos principal con tensiones máximas horizontales iguales o inferiores a las verticales, esto es $K_0 \leq 1$. La dirección de la tensión máxima es muy próxima a NNE-SSW en la mayor parte de las medidas disponibles.

Para cuantificar el K_0 se puede recurrir a la expresión de Sheery (1994):

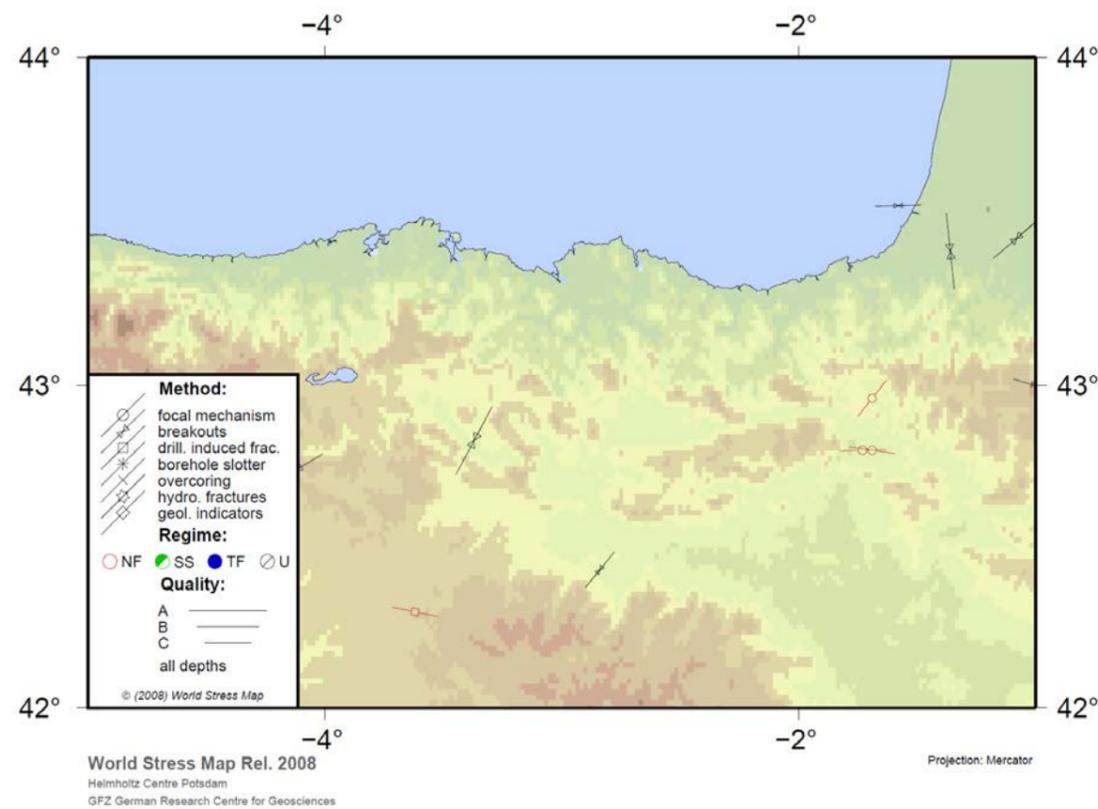
$$K_0 = \frac{\sigma_H}{\sigma_v} = 0,25 + 7 E_m \left(0,001 + \frac{1}{z} \right)$$

donde E_m es el módulo de deformación horizontal del terreno expresado en GPa y z es la profundidad expresada en metros.

Mapa geológico y corte de la Cuenca Vasco Cantábrica (Mapa Hidrocarburos del EVE)

Los materiales que la constituyen forman una acumulación sedimentaria con forma de cuña, de espesor creciente de sur a norte y que se subdividen en dos la Norte y la Sur. La Norte está separada en dos dominios a través de la falla de Bilbao-Alsasua; el Dominio del Arco Vasco y el Dominio de la Plataforma Alavesa-Anticlinorio de Bilbao.

Casi en su totalidad de los materiales pertenecen al Cretácico Inferior donde se pueden apreciar litologías compuestas por arcillas, areniscas y calizas del Aptiense y calizas margosas, margas, areniscas, limolitas y arcillas del Aptiense-Albiense Medio. Estos dos grandes paquetes litológicos pertenecen a la *Unidad Urganiana* o *Complejo Urganiano* y representan un conjunto sedimentario extremadamente potente que

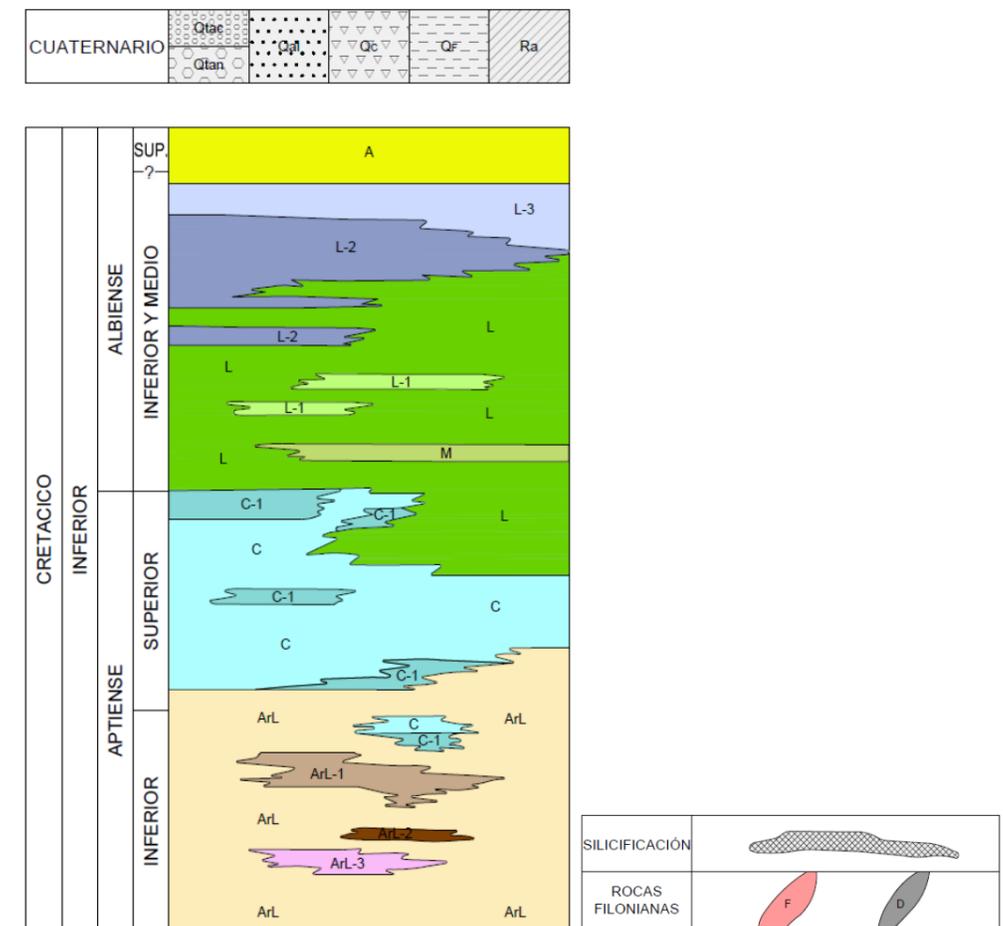


Mapa de esfuerzos regional (World stress map 2008)

Aplicando la expresión de Sheory a los Túneles proyectados, que presentan recubrimientos medios en torno a 100 m, y módulos de deformación a nivel de macizo rocoso de entre 2,0 y 5,0 GPa, se obtienen coeficientes de reparto de tensiones K_0 entre 0,40 y 0,64.

3.3.2.1.2 Unidades Litoestratigráficas identificadas en la zona

En la siguiente figura se adjunta la leyenda de las unidades litoestratigráficas, tal y como son descritas en los apartados siguientes.



- UNIDAD Ra.** Depósitos antrópicos
- UNIDAD Qf.** Depósitos de fangos estuarinos
- UNIDAD Qc.** Depósitos coluviales
- UNIDAD Qal.** Depósitos aluviales
- UNIDAD Qtac** Terraza aluvial actual
- UNIDAD Qtan.** Terraza aluvial antigua
- UNIDAD A.** Argilitas y/o limolitas
- UNIDAD L-3.** Alternancia de margas arenosas y calcarenitas arenosas
- UNIDAD L-2.** Calcarenitas
- UNIDAD L-1.** Areniscas estratificadas y lutitas; niveles turbidíticos
- UNIDAD L.** Lutitas (limolitas) con pasadas areniscosas. Formación Tejera
- UNIDAD M.** Margas y calizas nodulosas
- UNIDAD C.** Calizas urgonianas estratificadas en bancos métricos a decamétricos con rudistas y corales. Formación Arraiz
- UNIDAD C-1.** Calizas impuras
- UNIDAD ArL-3.** Alternancia de margas y margocalizas; limolitas calcáreas con ostreidos
- UNIDAD ArL-2.** Areniscas calcáreas oquerosas y calizas nodulosas
- UNIDAD ArL-1.** Alternancia de areniscas y lutitas
- UNIDAD ArL.** Areniscas de grano fino y limolitas calcáreas. Formación Ezeja
- UNIDAD D.** Diques de rocas ígneas básicas. Diabasas
- UNIDAD F.** Diques o filones de cuarzo

Columna sintética de las Unidades Litoestratigráficas identificadas en la zona (elaboración propia a partir del Mapa Geológico del País Vasco a escala 1:25.000, hojas 61 – I Santurtzi y 61 – II Bilbao).

- **UNIDAD ArL. Areniscas de grano fino y limolitas calcáreas. Formación Ereza**

Los materiales más antiguos corresponden a la Formación Ereza del Aptiense Inferior. De forma general, nos hallamos ante un conjunto detrítico formado por alternancias de limolitas calcáreas más o menos laminadas con areniscas también calcáreas de tonalidades marrones a grisáceas que presentan abundante bioturbación producida por la actividad orgánica que llega a obliterar la laminación original. Afloran hacia la mitad Suroccidental de la zona de estudio, limitados por la *Falla de Bilbao - Alsasua*. La mayor parte de los túneles proyectados se desarrolla esta formación.

Cartográficamente se han diferenciado estos tramos en una unidad independiente denominada *Alternancia de areniscas y lutitas* (identificada en el presente anejo como *UNIDAD ArL-1*). El término consiste en una alternancia irregular de areniscas silíceas pardas, grises en fractura fresca, de grano fino a grueso (a veces microconglomeráticas), y lutitas oscuras apizarradas. Las areniscas frecuentemente presentan estratificación paralela y/o cruzada. Asimismo, se han identificado también, dentro de esta unidad, otros tramos integrados por *Areniscas calcáreas oquerosas y calizas nodulosas* (diferenciados en la unidad cartográfica *UNIDAD ArL-2*), y por una *Alternancia de margas y margocalizas; limolitas calcáreas con ostreidos* (*UNIDAD ArL-3*), integrada por margas oscuras con lumaquelas, ostreidos y otros moluscos, que únicamente aflora en el extremo SE de la zona.

- **UNIDAD C. Calizas urgonianas estratificadas en bancos métricos a decamétricos con rudistas y corales. Formación Arraiz**

La litología general es de calizas puras, con escasa contaminación terrígena, y aspecto masivo en afloramiento. Se presentan en biostromos métricos y en pequeños núcleos monticulares, con textura mayoritariamente fangosoportada y clastos calcáreos de tamaño desde arena muy fina hasta de varios centímetros en su dimensión más larga. Su presencia se limita a bandas más o menos anchas limitadas por fallas en dirección ONO – ESE (en la zona, la Falla de Bilbao), ligadas en gran medida a aquellas estructuras que ponen en contacto los materiales de la Formación Ereza con las limolitas de la Formación Tejera (que se describe a continuación). En asociación con esta unidad se identifican diversos bancos de Calizas impuras (*UNIDAD C-1*). Se trata de parches o niveles calizos que pueden incluir biostromos o biohermos coralinos centi a decimétricos, aislados entre margas o margocalizas con estratificación ondulada o paralela. Se suelen presentar en una alternancia irregular de varias facies: calizas arenosas y margosas, nodulosas o brechoides y margas grises oscuras micáceas.

- **UNIDAD L. Lutitas (limolitas) con pasadas areniscosas**

Se trata fundamentalmente de argilitas y limolitas calcáreas oscuras, muy compactas, con finas intercalaciones de areniscas en niveles milimétricos a decimétricos, que marcan la estratificación. Se organizan generalmente en tramos de potencia métrica. Las limolitas se encuentran localmente decalcificadas. Presentan un color gris oscuro en corte fresco y gris terroso o incluso ocre cuando está alterada. La meteorización afecta a la parte superior del macizo, en general los 5 primeros metros, encontrándose alrededor de 3 m de materiales eluviales (V-VI) y 2 m de roca alterada en grado (III-IV).

En el sector de Olabeaga, esta formación corresponde a la denominada *Formación Tejera*. En este mismo sector, y dentro de esta unidad, se identifican algunos tramos de *Areniscas estratificadas y lutitas; niveles turbidíticos* (identificada en el presente anejo como *UNIDAD L-1*), aflorantes en el inicio del trazado de las tres conexiones, y otros integrados por *Calcarenitas* (correspondientes a la *UNIDAD L-2*); estos últimos corresponden a calcarenitas bioclásticas de grano fino a grueso, que se presentan estratificadas en bancos métricos. Por último, se ha identificado también una *Alternancia de margas arenosas y calcarenitas arenosas* (*UNIDAD L-3*), que se presenta en bancos centimétricos a decimétricos

de calcarenitas de grano fino y margas arenosas; su potencia y tamaño de grano va disminuyendo progresivamente hacia el SE.

- **UNIDAD M. Margas y calizas nodulosas**

En la zona de estudio, se corresponde a un nivel cartografiable, de edad Albiense, que se sitúan dentro de la serie de limolitas con pasadas areniscosas (anteriormente descrita). La composición de este término varía desde margocalizas hasta calizas micríticas o calcarenitas de grano muy fino, nodulosas, rodeadas por láminas onduladas, milimétricas a centimétricas, de marga arenosa oscura. Presenta estratificación métrica, a menudo difusa, con ferruginizaciones frecuentes de tonos rojizos, y manchas amarillas de aspecto azufroso. Históricamente se ha venido desarrollando una importante actividad minera subterránea asociada a las mineralizaciones de hierro existentes en las calizas, que ha creado una red de cavernas y galerías de grandes dimensiones, que interfieren con el trazado.

- **UNIDAD A. Argilitas y/o limolitas**

Corresponden a la única unidad perteneciente al Complejo Supraurgoniano en la zona, apareciendo en un solo afloramiento que linda con la Ría de Bilbao, más allá del término de los trazados .

- **UNIDAD D. Diques de rocas ígneas básicas. Diabasas**

Estos diques, que pueden alcanzar hasta 5 metros de potencia, encajan tanto en materiales sedimentarios de edad comprendida entre el Paleozoico y el Cretácico inferior como en el *Complejo Urganiano*. Las texturas más habituales en estas rocas varían entre afírica, intersectorial a subofítica, de grano fino a medio, y porfídicas.

- **UNIDAD F. Diques o filones de cuarzo**

En general se trata de cuarzo lechoso, con frecuentes tintes amarillos debido a la presencia de óxidos de hierro. Frecuentemente van acompañados de pequeñas cantidades de goethita y, más raramente, diseminaciones de pirita. De forma general en la zona, estos diques se encuentran ligados a estructuras frágiles, dentro de la Formación Ereza.

- **UNIDADES Qc, Qal y Qf. Depósitos aluviales y aluvio-coluviales**

Los *Depósitos coluviales* (*UNIDAD Qc*) se caracterizan por presentar gravas redondeadas de naturaleza variada (dependiendo del área fuente) en proporciones y organizaciones diversas. En las zonas más distales se puede apreciar una mayor abundancia de los tamaños finos en la parte superior del depósito. Los *Depósitos aluviales* (*UNIDAD Qal*) están integrados por detríticos de granulometrías variadas, aunque fundamentalmente correspondientes a limos y arcillas. Entre ellos, son de destacar por su extensión los asociados al Arroyo Ballonti, en las inmediaciones de Trápaga, los correspondientes al Río Galindo, entre Gorostitza e Izaga, así como los asociados al Río Kadagua. Por último, también se han identificado *Depósitos de fangos estuarinos*, asociados al curso bajo del río Castaños, e identificados como la *UNIDAD Qf*, que afloran exclusivamente en el extremo SE de la zona de estudio de los trazados.

- **UNIDADES Qtac y Qtan. Terrazas aluviales antigua y actual**

Estos materiales han sido identificados exclusivamente en el sector de Olabeaga, y se encuentran afectados únicamente por el final de la Conexión homónima. Son depósitos antiguos de origen fluvial que se depositan discordantes por encima del sustrato cretácico. Está constituida por fragmentos redondeados (cantos y bloques), hasta de tamaño decimetro, dentro de una matriz arenoso-limosa. Los bolos tienen un carácter eminentemente carbonatado, aunque existen bolos de naturaleza areniscosa.

- **UNIDAD Ra. Rellenos antrópicos**

Estos rellenos constituyen la *UNIDAD Ra* y se caracterizan por la heterogeneidad y diversidad en cuanto a granulometría y naturaleza de los materiales que los constituyen, pudiendo encontrar limos, arenas y gravas, junto con tierra vegetal y restos dispersos de materiales de construcción (fragmentos de ladrillos, etc.). Los más representativos suelen corresponder a escombreras, balsas de explotaciones abandonadas, vertederos y rellenos destinados a la construcción de obras civiles. En los entornos urbanos de Trápaga y Olabeaga la presencia de estos rellenos es generalizada en toda la superficie.

3.3.2.1.3 Geomorfología

A continuación se describen los condicionantes geológicos y geomorfológicos que se han de tener en cuenta a la hora de analizar un trazado.

- **Condicionantes superficiales**

- Las áreas inundables y con carácter acuífero detrítico saturado que coinciden con la zona de la Ría de Bilbao, se han de considerar como zonas donde se pueden producir fenómenos de erosión e inundabilidad. La zona de estudio también está afectada por áreas erosionables que corresponden a los materiales detríticos (depósitos aluviales, terrazas, etc.) y a los depósitos antrópicos. Estas áreas son susceptibles de sufrir procesos de soliflucción y deslizamientos, especialmente los rellenos antrópicos poco compactados que ocupan importantes áreas en las canteras situadas en la zona de Ortuella.
- La elevada pendiente de las laderas hace que, en general, se encuentren reptadas; en ellas se podrán producir grandes deslizamientos superficiales a favor del contacto suelo-roca.
- Los depósitos cuaternarios y antrópicos en las zonas de los emboquilles pueden suponer problemas de estabilidad a la hora de proceder con la excavación.
- A nivel local, las características de los materiales rocosos presentes en el área de estudio pueden favorecer la aparición de cuñas y deslizamientos planares, tanto por las familias de fallas y fracturas identificadas como por la estratificación de algunas de las formaciones (como pueden ser las calizas y areniscas que se presentan bastante tableadas).
- Existen numerosas explotaciones mineras, activas o inactivas, a lo largo de la traza cuyas galerías subterráneas deberán ser estudiadas detalladamente debido a la incertidumbre que representan a la hora de la ejecución de los túneles. No obstante, a priori no parece que ninguna de ellas vaya a ser afectada por dichas galerías.

- **Condicionantes en túneles**

- En la excavación de los túneles se podrán intersectar fallas con diques de cuarzo que dificultarán la excavación de los mismos. En lo que se refiere a la orientación de los estratos se podrán producir deslizamientos planares y cuñas dependiendo del hastial.
- Asimismo, es preciso considerar la proximidad del Karst de Agujas de Peñas Blancas y los Lagos de Trapagarán, cuya presencia es indicativo de un importante desarrollo kárstico en profundidad, dentro de la región.

3.3.2.1.4 Hidrología e Hidrogeología

Dentro de la Demarcación del Cantábrico Oriental, la red hidrográfica principal en la zona está constituida por ríos de la vertiente cantábrica que, de Oeste a Este, son: Karrantza, Barbadun, Kadagua, Nervión,

Ibaizabal-Arratia, Urola y Deba. De todos, tan solo el Río Kadagua intercepta la traza proyectada dentro de la Conexión Olabeaga, si bien se prevé salvarlo mediante viaducto.

Desde el punto de vista de las aguas subterráneas, el trazado se encuentra dentro del Dominio Estructural del Anticlinorio Sur (ES111S000023); una banda que se extiende en dirección NO-SE atravesando el territorio de la comunidad autónoma del País Vasco, desde el Valle de Karrantza (Vizcaya), en su extremo occidental, hasta la Sierra de Aralar (Guipúzcoa) en el extremo oriental. La zona de estudio se encuentra incluida en la *Unidad Hidrogeológica 01.08 AITZGORRI-AMBOTO-ORTUELLA (según IGME, 2000)*. Asimismo, se ubica también en la *Masa de Agua Subterránea* de Sopuerta, en la que se enclava ya el núcleo urbano de Bilbao. Ésta, a su vez, se subdivide en dos sectores: Gallarta – Galdames y Cuaterario de Sopuerta.

A continuación se resumen las apreciaciones principales sobre los materiales susceptibles de ser afectados por las obras:

- **Unidades ArL y L.** Los materiales aquí descritos presentan unas características poco favorables para su comportamiento como acuíferos, presentando una permeabilidad baja del orden de 9×10^{-5} cm/s para RQD >40 y 12×10^{-5} cm/s para RQD <40
- **Unidad M:** Desde el punto de vista hidrogeológico son materiales poco permeables y desfavorables para su comportamiento como acuíferos salvo localmente en los tramos calizos más potentes, presentando una permeabilidad baja del orden de 9×10^{-5} cm/s para RQD >40 y 12×10^{-5} cm/s para RQD <40. En los niveles de calizas potentes se pueden asignar los siguientes valores de permeabilidad: 10^{-5} cm/s para RQD >40 y 12×10^{-5} cm/s para RQD <40.
- **Unidad C:** Desde el punto de vista hidrogeológico son materiales poco permeables en estado sano y permeables cuando están fracturados y karstificados. A grandes rasgos se puede asignar un rango de permeabilidades del orden de 10^{-5} cm/s para RQD >40 y 12×10^{-5} cm/s para RQD <40.
- **Unidades F-D:** En lo que se refiere a la permeabilidad del macizo se pueden asignar valores de permeabilidad de 10^{-5} cm/s para RQD >40 y 12×10^{-5} cm/s para RQD <40.

En los rellenos y depósitos aluviales la gran mayoría de los sondeos efectuados han interceptado un nivel freático, indicando un flujo en dirección al cauce fluvial más cercano.

Resulta primordial considerar que, dado que la mayor parte de los trazados de la Conexión Valle de Trápaga se desarrollan en Túnel, en ocasiones con monteras considerables, por lo que es de prever que las estructuras proyectadas se excaven fundamentalmente en zona saturada.

Se ha llevado a cabo la redacción de un estudio hidrogeológico consistente en la ejecución de piezómetros convenientemente situados y equipados, así como la realización de ensayos de bombeo para conocer la permeabilidad del macizo rocoso a gran escala (y no sólo a pequeña escala, como ocurre con los ensayos tipo lugeon), con objeto de evaluar más en detalle el grado de afección que puede tener cada uno de los túneles a los niveles de base de los materiales de baja permeabilidad y cómo afecta su drenaje a la red hidrográfica superficial. Considerando que muchas de las litologías cortadas corresponden a materiales alterados en diferentes grados y a zonas concretas de fracturación intensa (tal y como se ha podido apreciar en la testificación de algunos sondeos), que constituye la porosidad principal de las limolitas y calizas.

En el anejo 2 del EIA se incluyen los resultados obtenidos en donde se concluye que: Los valores de caudal obtenidos tanto en el comienzo de la traza (Ramal Serantes) como en ambas vertientes de los ejes de conexión, son elevados, y ello se debe a la presencia de caliza y presencia de fracturas. Es el sector más crítico de toda la traza desde el punto de vista de la permeabilidad. Con la permeabilidad asignada a la caliza

(2.60×10^{-5} cm/s) se obtienen valores de caudal elevados, y no se trata de una permeabilidad alta. Los caudales obtenidos en el ramal Sur del eje conexión Serantes 2 son de 10.62 l/s hacia el Norte y 25.89 l/s hacia el Sur. Si se comparan estos resultados con los obtenidos en los tramos equivalentes en las alternativas A, se puede comprobar que los caudales generados hacia el ramal de Serantes-Olabeaga son similares (41.97 l/s en la alternativa B y 43.06 l/s en las alternativa A), pero los generados en la boca del Ramal Serantes (Ortuella) son sensiblemente inferiores (16.85 l/s) en comparación con las alternativa A (25.83 l/s), por lo que la alternativa B se presenta más favorable en este sentido.

3.3.2.1.5 Sismicidad. Norma Sismorresistente. NCSE-02

La peligrosidad sísmica en el territorio nacional se define por medio de la Norma de Construcción Sismo resistente, parte general y edificación (NCSE-02), aprobada por el Real Decreto 997/2002 de 27 septiembre.

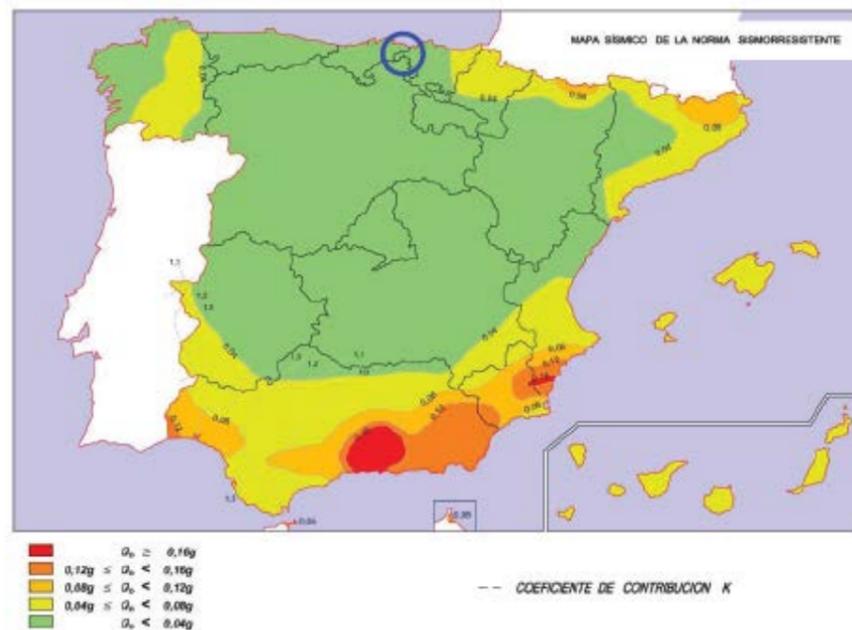


Ilustración 6. Mapa sísmico. Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación

A la vista del "Mapa de Peligrosidad Sísmica" (IGME), la zona de estudio presenta una aceleración inferior a esta cifra. Asimismo, en el Anejo 1 de la NCSE-02, no se incluyen valores específicos para la aceleración básica a_b y el coeficiente de contribución K. Por ello, de acuerdo con lo expuesto anteriormente, *no resulta obligatoria la aplicación de la "Norma de Construcción Sismorresistente NCSR-02" para las obras contempladas en el presente Proyecto.*

3.3.2.2 Geotecnia

Con el objeto de conocer el comportamiento resistente de los materiales atravesados por los túneles proyectados en ambas alternativas, caracterizar las discontinuidades del macizo rocoso, caracterizar los posibles niveles de apoyo y definir las posibles condiciones de excavación – contención de los emboquilles, se ha contado con las prospecciones, observaciones de campo y toda la información geotécnica disponible procedente de estudios y proyectos realizados de forma previa en la zona.

Ello, también ha permitido elaborar una cartografía geológica, a escala 1:5.000 original (en A3), de unidades litoestratigráficas definidas, así como tres perfiles geológico-geotécnicos, uno para cada una de las conexiones estudiadas.

Asimismo, ha permitido abordar una tramificación geotécnica de los diversos túneles proyectados dentro de las dos alternativas. Ésta se ha llevado a cabo según la caracterización del macizo rocoso efectuada a partir de los estudios geológicos y geotécnicos elaborados específicamente para este estudio informativo así como de la información de las principales fuentes bibliográficas; finalmente se ha procedido a asignar un intervalo RMR,

3.3.2.2.1 Campañas geológicas geotécnicas realizadas.

Se realizaron, en el marco del Estudio Informativo de 2019, un total de 20 sondeos con recuperación de testigo repartidos en tres campañas diferentes según la zona geográfica considerada, Ortuella Trapaga, Trapaga Barakaldo (TB) y Barakaldo Bilbao (BB).

Recientemente se han realizado dos sondeos adicionales para complementar la información disponible en el ámbito de la Alternativa B, uno de ellos en el punto de emboquille previsto del Ramal de Conexión Serantes.

SONDEOS MECÁNICOS – CAMPAÑA GEOTÉCNICA DEL ESTUDIO INFORMATIVO FASE I ORTUELLA-TRAPAGARAN				
SONDEO	COORDENADAS (UTM ETRS 89 HUSO 30)			PROFUNDIDAD (mts.)
	X	Y	Z (Boca sondeo)	
S-01	494842	4795701	77	25,80
S-02	494839	4795470	66	20,00
S-03	494913	4795101	92	48,00
S-04	497627	4793028	184	153,00
S-05	496783	4793589	184	147,60
S-06	495129	4794373	194	153,00
S-07	494918	4795436	68	21,60

Nombre	PK	Coordenada x	Coordenada Y	Cota (m.s.m.)	Rasante (m.s.m.)	Longitud	Tipo
TB-1	3+660	498297.263	4792574.624	122	39,0	95,0	Wire line
TB-2	5+130	499257.118	4791390.147	140	34,0	125,0	Wire line
TB-3	6+254	500336.925	4791027.354	23	29,0	15,0	convencional
TB-4	6+318	500380.698	4790993.09	15	30,0	11,5	convencional
TB-5	6+441	500485.418	4790875.821	31	30,5	15,0	convencional
TB-6	7+700	501707.044	4790610.74	130	34,0	115,0	Wire line

Nombre	PK	coordenada x	Coordenada Y	Cota (m.s.m.)	Rasante (m.s.m.)	Longitud	tipo
BB-1	7+531	501470.515	4790468.84	161,0	31,0	150,2	Wire line
BB-2	8+100	501975.124	4790207.25	6,0	28,0	24,4	convencional
BB-3	8+178	501049.299	4790180.11	9,0	27,0	27,5	convencional
BB-4	0+016	502118.155	4790166.84	25,0	26,0	18,2	convencional
BB-5	8+320	502155.650	4790083.905	48,0	25,0	25,0	convencional
BB-6	0+786	502875.769	4790058.8	147,0	19,0	97,0	Wire line
BB-7	8+185	502120.107	4790294.24	9,0	27,0	27,5	convencional

Además se han instalado tuberías piezométricas con instalación de tramos ciegos y ranurados para realizar seguimiento de los niveles freáticos.

CAMPAÑA GEOTÉCNICA DEL ESTUDIO INFORMATIVO FASE I ORTUUELLA-TRAPAGARAN		
SONDEO	TIPO DE TUBERÍA	DISEÑO
SONDEO S-1	RANURADA MANUALMANETE	RANURADA: 0,00 - 25,80 mts.
SONDEO S-2	RANURADA MANUALMANETE	RANURADA: 0,00 - 20,00 mts.
SONDEO S-3	RANURADA MANUALMANETE	RANURADA: 0,00 - 48,00 mts.
SONDEO S-4	ROSCADA Y CIEGA/RANURADA	CIEGA: 0,00 - 32,00 mts. RANURADA: 32,00 - 153 mts.
SONDEO S-5	ROSCADA Y CIEGA/RANURADA	CIEGA: 0,00 - 42,60 mts. RANURADA: 42,60 - 147,60
SONDEO S-6	ROSCADA Y CIEGA/RANURADA	CIEGA: 0,00 - 43,00 mts. RANURADA: 43,00 - 153,00 mts.
SONDEO S-7	RANURADA MANUALMANETE	RANURADA: 0,00 - 21,60 mts.

Sondeo	Prof (m) Tubo ciego+bentonita	Prof (m) Tubo ranurado+grava
TB-1	0-15	15-95
TB-2	0-20	20-125
TB-3	0-5	5-15
TB-4	0-10	10-11.5
TB-5	0-5	5-15
TB-6	0-15	15-115

So ndeo	Prof (m) Tubo ciego+bentonita	Prof (m) Tubo ranurado+grava
BB-1	-	0-150
BB-5	0-5	5-35
BB-7	0-5	5-15

Varios de los sondeos se han instrumentalizado para poder tomar datos de la variación del nivel freatico en continuo.

Además se han realizado determinación de parametros in situ para medición de las propiedades tensodeformacionales asi como para la determinación de las permeabilidad de distintos tramos de rocas.

Toda esta información se ha complementado con la realización de los siguientes prospecciones geofisicas:

PERFILES GEOFÍSICOS – CAMPAÑA GEOTÉCNICA DEL ESTUDIO INFORMATIVO FASE I ORTUUELLA-TRAPAGARAN				
PROSPECCIÓN GEOFÍSICA	MÉTODO	COORDENADAS (UTM ETRS 89 HUSO 30)		LONGITUD (mts.)
		INICIO	FINAL	
TME-1	TOMOGRFÍA ELÉCTRICA	X: 494771 Y: 4795115 Z: 101	X: 495063 Y: 4795058 Z: 92	300,00
TMS-1	TOMOGRFÍA SÍSMICA DE REFRACCIÓN	X: 494808 Y: 4795422 Z: 65	X: 494917 Y: 475465 Z: 64	120,00
TMS-2	TOMOGRFÍA SÍSMICA DE REFRACCIÓN	X: 496472 Y: 4793606 Z: 258	X: 496656 Y: 4793659 Z: 231	200,00
TMS-3	TOMOGRFÍA SÍSMICA DE REFRACCIÓN	X: 497465 Y: 4793218 Z: 175	X: 497639 Y: 4792995 Z: 192	300,00

TRAMO TRAPAGA B BARAKALDO					
NOMBRE	TIPO	LON. (m)	ORIENTACIÓN	SONDEO ref.	Prof. Traza
sisp-1 (TB)	sísmica pasiva	190	paralelo eje traza	TB-2	140 m
sisp-2 (TB)	sísmica pasiva	190	transversal eje traza	TB-6	120 m
Telec-1 (TB)	Tomografía electr	141	transversal eje traza	TB-3	40 m
Telec-2 (TB)	Tomografía electr	141	paralelo eje traza	TB-5	40 m
Telec-3 (TB)	Tomografía electr	141	transversal eje traza	TB-3 TB-4 TB-5	40 m
GPR 1	Georadar Superficie	770	Transversal eje traza	-	-

TRAMO BARAKALDO-BILBAO					
NOMBRE	TIPO	LONGITUD (m)	ORIENTACIÓN	SONDEO ref.	Prof. Traza
sisp-1 (BB)	sísmica pasiva	190	paralelo eje traza	BB-1	150 m
sisp-2 (BB)	sísmica pasiva	95	paralelo eje traza	BB-6	150 m
Telec-1 (BB)	Tomografía electr	141	transversal eje traza	BB-2	40 m
Telec-2 (BB)	Tomografía electr	141	transversal eje traza	BB-3	40 m
Telec-3 (BB)	Tomografía electr	141	transversal eje traza	BB-4	40 m
Telec-4 (BB)	Tomografía electr	141	transversal eje traza	BB-5	40 m
Telec-5 (BB)	Tomografía electr	69	paralelo eje traza	BB-2 BB-3 BB-4	40 m
Tsis-1 (BB)	Tomografía sísmica	120	transversal eje traza	BB-2	40 m
Tsis-2 (BB)	Tomografía sísmica	120	transversal eje traza	BB-3	40 m
Tsis-3 (BB)	Tomografía sísmica	120	transversal eje traza	BB-4	40 m
Tsis-4 (BB)	Tomografía sísmica	120	transversal eje traza	BB-5	40 m
Tsis-5 (BB)	Tomografía sísmica	60	paralelo eje traza	BB-2 BB-3 BB-4	40 m

Ademas las muestras inalteradas tomadas en suelos como las testigos parafinados en roca han sido sometidos a diversos ensayos de laboratroiros siguiendo los estandares habituales y de los que se da cuenta en los correspondientes anejos y apendices.

3.3.2.2 Agresividad del subsuelo al hormigón

Únicamente se dispone de 2 muestras de agua que sólo permiten evaluar la agresividad frente al hormigón de los niveles freáticos; no ha sido posible su evaluación en suelos. Los resultados obtenidos no pueden ser extrapolados a todo el ámbito de estudio; se recomienda abordar, en estudios posteriores, una adecuada caracterización de agua y terreno, extensible a toda la zona.

3.3.3 Climatología, Hidrología y Drenaje

En el *Anejo nº5, Climatología, Hidrología y Drenaje*, se desarrolla en detalle toda la información relativa a estos aspectos y cómo se han abordado en el presente Estudio Informativo. El anejo se divide en tres partes, la primera tiene como objeto el estudio de la Climatología de la zona de estudio, la segunda analiza sus características Hidrológicas y en la tercera se detallan las características de las redes de drenaje que se han diseñado a partir de los datos y características mencionadas en los dos primeros apartados.

3.3.4 Climatología

Para definir la climatología del ámbito de este Proyecto se ha partido de los datos de climatología que recogen los registros de temperaturas y precipitaciones que ofrece la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), seleccionando los de la estación climatológica más próxima al trazado, en este caso la 1082 Bilbao-Aeropuerto.

A continuación, se resumen las características fundamentales en cuanto a la pluviometría y temperaturas, en el Anejo nº 5 se incluye información relativa a índices, diagramas y clasificaciones climáticas.

La zona de estudio está enmarcada dentro de la cuenca hidrográfica del Norte en las proximidades de Bilbao y, según sus características climáticas, pertenece a la Iberia Verde. Esta región se caracteriza por tener temperaturas suaves y lluvias abundantes.

La Cordillera Cantábrica, situada paralela a la costa, actúa como una barrera que impide el paso hacia el interior de España de los vientos húmedos del Norte y de los sistemas nubosos que traen consigo. A causa del desigual calentamiento entre tierra y mar hay un efecto estacional (monzónico) soplando el viento de tierra a mar en invierno (componente Sur) y de mar a tierra en verano (componente Norte). Especialmente con tiempo estable anticiclónico. El doble efecto de divisoria de la cordillera Cantábrica se manifiesta en el estancamiento de los sistemas nubosos: flujos del N y del NW que vienen del Cantábrico, o bien del SW de procedencia atlántica.

La temperatura media anual del aire es de 10 a 16°. El clima es templado y húmedo. La precipitación media anual oscila entre los 1100 y 1700 mm. El número medio de días de lluvia anuales oscila entre 113 y 179.

Los valores de las variables climáticas más representativas son:

VARIABLE CLIMÁTICA	VALOR MEDIO
Temperatura media anual	10-16 ° C
Temperatura media del mes más cálido	16-20 ° C
Temperatura media del mes más frío	4-10 °C
Duración media del período de heladas	3 a 7 meses
E.T.P. media anual	700-900
Precipitación media anual	1100-1700 mm
Días de lluvia	113-179

VARIABLE CLIMÁTICA	VALOR MEDIO
Duración del período seco	0-1 mes
Precipitación de invierno	32 %
Precipitación de primavera	21 %
Precipitación de otoño	32 %

3.4 Descripción de alternativas

Como se describía en el "Apartado 3.2. Alternativas estudiadas", el presente documento desarrolla dos alternativas de conexión del Túnel del Serantes con el tronco de VSF. Atendiendo a los requerimientos funcionales y de diseño descritos en el Apartado 3 de la presente Memoria, se han encajado y analizado múltiples alternativas de trazado ajustadas al conjunto de condicionantes existentes. No obstante, los criterios de diseño geométrico de una infraestructura de estas características, implican un trazado con parámetros poco flexibles que difícilmente pueden ajustarse a todos los condicionantes existentes y a la vez a todas las alegaciones recogidas en el Anejo de Antecedentes.

De entre todas las alternativas analizadas para realizar la conexión entre el Túnel de Serantes y el tronco, el presente documento desarrolla las dos que se considera se ajustan mejor al objetivo perseguido, teniendo en cuenta su combinación con cada una de las dos alternativas de solución generales de la VSF desde el Túnel de Serantes hasta Olabeaga desarrolladas en el Estudio Informativo del 2019.

Ambas alternativas incluyen el tramo comprendido entre el Túnel de Serantes y el P.K. 1+250 (conexión Serantes), siendo la "Alternativa A" similar a la alternativa correspondiente al Estudio Informativo previo (las dos alternativas incluidas en dicho estudio eran coincidentes en el tramo de estudio del presente documento), y la "Alternativa B" la alternativa desarrollada teniendo en cuenta las alegaciones derivadas del proceso de información pública del Estudio Informativo previo, resultando en la adecuación del trazado para evitar interferencias con la explotación minera en activo.

El trazado se diseña así pues en doble ancho (1.435 mm-1668 mm), para lo cual se implantarán tres hilos a lo largo de toda la longitud de la variante en las dos alternativas propuestas.

De entre todas las alternativas analizadas, el presente documento incorpora las dos que se considera se ajustan mejor al objetivo perseguido. En el documento "nº2: Planos" se recogen estas alternativas en detalle.

3.4.1 Condicionantes

La actualización del trazado previsto en el Estudio Informativo previo dentro del T.M. de Ortuella deberá tener en cuenta una serie de condicionantes, como son la presencia de otras infraestructuras que evitar o con las que se hace necesario conectar y la presencia de condicionantes medioambientales, urbanísticos o actividad minera. Se deberán actualizar los condicionantes contemplados en su día y analizar la posible presencia de nuevos condicionantes surgidos desde la redacción del documento previo.

En el anejo nº6, trazado, plataforma y superestructura, se describen ampliamente todos los condicionantes a tener en cuenta. A continuación, se describen aquellos que más han influido en el diseño de las alternativas:

3.4.1.1 Otras infraestructuras

Existen cuatro infraestructuras principales que deben tenerse en cuenta a la hora de proponer alternativas de trazado en el ámbito de Ortuella. Tres de estas infraestructuras ya están ejecutadas: Túnel del Serantes, conexión ferroviaria en Olabeaga y Variante Sur Metropolitana (AP-8). Existe una cuarta infraestructura a tener en cuenta, el trazado del TAV en Bizkaia, que a priori no interferiría con esta primera fase de la Variante Sur Ferroviaria.

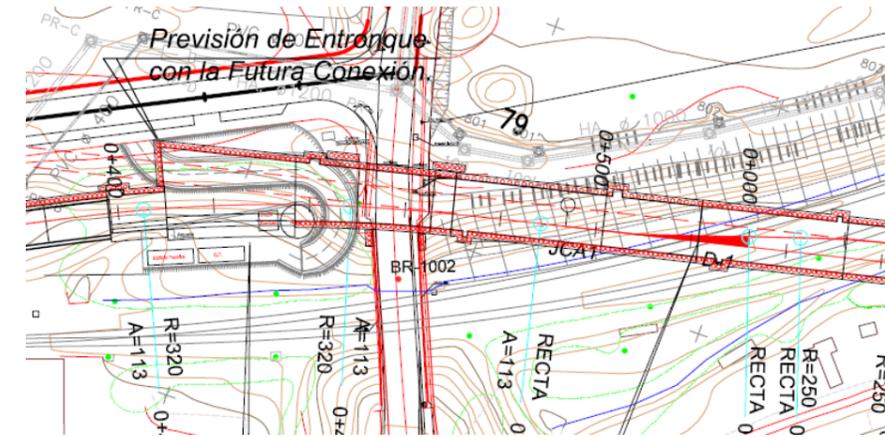
3.4.1.1.1 Túnel del Serantes

La puesta en servicio del túnel del Serantes ya ejecutado es uno de los objetivos de la actuación diseñada en el Est. Inf. previo. La boca Sur del túnel sale a superficie en Ortuella, inmediatamente al Este de las instalaciones de INGETEAM. En la siguiente imagen se aprecia dentro de un círculo rojo la boca de salida del falso túnel actualmente tapiada, con las instalaciones de INGETEAM a la izquierda de la imagen separadas del corredor ferroviario por uno de los viales de accesos al polígono industrial.

Como se aprecia en la siguiente imagen superior, el trazado del falso túnel finaliza junto a las vías de la línea de cercanías C-2 Bilbao-Muskiz de ADIF, habiéndose ejecutado un tramo de la plataforma entre la boca del túnel y el paso a nivel anterior a la Estación de Ortuella.



La obra ejecutada del falso túnel cuenta en su tramo final con sección variable, habilitada para dar cabida a la bifurcación donde estaba previsto que se separasen el trazado de la VSF y la conexión a la línea Bilbao-Muskiz de ADIF. La estructura y la plataforma que se aprecian en la zona en la foto anterior corresponderían precisamente a la conexión con la línea C-2, mientras que la parte de sección que daría cabida a las vías de la VSF quedan ocultas bajo el terraplén que se extiende entre el vial y la plataforma.



Éste sería el punto de partida a priori para el arranque de la Fase I de la Variante Sur Ferroviaria conexión Olabeaga. Se han realizado varias visitas a campo, incluyendo el recorrido íntegro de la obra ejecutada desde el Puerto de Bilbao hasta su final en Ortuella, comprobándose que las obras ejecutadas se ajustan a priori con lo proyectado en los distintos documentos relativos al Túnel del Serantes referidos en el Anejo de Antecedentes.

La superposición de las obras proyectadas con las ortofotos y cartografías más recientes disponibles también avalan la coincidencia de lo construido en este tramo final con lo recogido en el proyecto constructivo y los modificados posteriores.

A continuación, se muestra la imagen 3d obtenida de Google de la zona de salida a superficie del falso túnel y las instalaciones ejecutadas sobre el mismo.



La visita al interior de la obra ejecutada que discurre entre las instalaciones del Puerto de Bilbao y Ortuella permitió comprobar que, si bien la mayor parte del trazado se ha ejecutado en su totalidad (incluyendo instalaciones, superestructura completa de vía y catenaria, ...) el tramo final de bifurcación cuenta tan solo

con la infraestructura, no habiéndose ejecutado las obras correspondientes a vía y electrificación, como se aprecia en las siguientes fotografías.



3.4.1.1.2 Variante Sur metropolitana en Servicio

La Variante Sur Metropolitana (VSM) se desarrolla entre el Peaje de Trápaga y el Peaje de Peñascal por los mismos valles y montes que darán cabida a la Variante Sur Ferroviaria, con un trazado sucesión también de túneles y viaductos, fruto de la complicada orografía de la zona. Resulta por ello de especial importancia tener localizada la infraestructura existente, sobre todo en sus tramos de túnel que se desarrollan coincidiendo con el trazado de la Primera fase de la Variante Sur Ferroviaria, entre Ortuella y el Enlace con la A-8 en Buía.

A tal efecto, los planos contenidos en el presente Estudio Informativo incluyen el trazado de la VSM correspondiente a los Proyectos de Trazado y Construcción de los tramos 4, 5, 6, 7 y 8 de la VSM, que comprenden desde el Peaje de Trapagaran al enlace con la autopista A-8 en Buía.

En dichos planos se aprecia como el trazado previsto en el Estudio Informativo se cruza en planta con la VSM en el tramo de túnel que discurre entre el Peaje de Trápaga y Gorostiza, Túnel de Argalarío de 2150 metros de longitud. El trazado de la futura Variante Sur ferroviaria deberá garantizar que el cruce entre los túneles que dan cabida a ambas infraestructuras cuenta con la suficiente distancia entre ambos para garantizar la inexistencia de afecciones a la VSM durante la ejecución de las obras de la Variante Sur Ferroviaria.

3.4.1.2 Condicionantes geotécnicos

El terreno ofrece una orografía netamente montañosa con la presencia de diversos macizos rocosos y profundos valles, lo que dificulta en extremo la adaptación de cualquier trazado al mismo, problema que se agudiza en el caso de trazados ferroviarios y en especial para las velocidades que se esperan obtener durante la explotación. Esta dificultad obliga a que la mayor parte del trazado se proyecte en túnel para poder franquear las dificultades orográficas impuestas por el territorio.

Dentro de las problemáticas geotécnicas esperables a nivel general, se pueden destacar las relacionadas con la estabilidad de los taludes de emboquilles del túnel y de las galerías de emergencia; así como la presencia de cavidades cársticas que se puedan intersectar durante la ejecución de las obras subterráneas.

Especial consideración han merecido algunas zonas de rellenos antrópicos y/o fluviales en las zonas más someras de los túneles y en zonas de emboquille.

Parte de la problemática geotécnica que se puede presentar es la existencia de galerías mineras no inventariadas. Estas galerías se han reflejado en las plantas y perfiles longitudinales incluidos en el tomo de planos. Una de ellas ha condicionado especialmente el trazado de los dos ramales que conectan el tronco de la VSF con el túnel del Serantes.

Se trata de una galería de extracción minera que se utiliza actualmente para la extracción de agua de las minas a cielo abierto hasta el Río Granada en Ortuella. La galería condiciona el trazado en alzado de los ramales de conexión, dificultando encajar un perfil sin puntos bajos intermedios que impliquen la disposición de bombeos en el interior de los ramales.



3.4.1.3 Cauces

Está previsto que la Variante Sur Ferroviaria en Fase I discorra en túnel excavado en mina en buena parte de su longitud, por lo que las interferencias con cauces fluviales se limitarán a aquellas zonas donde el trazado sale a superficie o donde discurre soterrado en falso túnel. El cauce principal que influirá en el diseño del trazado es el Arroyo La Ganza. Discurre paralelo a las vías de cercanías existentes en Ortuella por su margen este. El trazado de la VSF discurriría por la margen contraria.



Arroyo La Ganza

3.4.2 Sección tipo

La VSF de Bilbao conectará las instalaciones del Puerto de Bilbao con la infraestructura ferroviaria existente en el entorno de Olabeaga en primera fase. En segunda fase permitiría conectar con la línea Bilbao-Miranda de mercancías y con el ramal del TAV Bilbao-Vitoria.

Por ello, la sección tipo adoptada para el tronco de la VSF está marcada por el tráfico mixto mercancías-viajeros y el ancho doble, ancho ibérico y ancho internacional. Se diseña en doble vía.

La parte de infraestructura ya construida, conocida como Túnel del Serantes, cuenta también con doble vía y tiene ya implantada en buena parte de su longitud una superestructura de vía y electrificación compatible con los tráficos de mercancías en ancho ibérico e internacional. Por tanto, el ramal que conecta el tronco con el túnel del Serantes deberá plantearse también en doble ancho.

De acuerdo con todo ello, y atendiendo a la "Instrucción Ferroviaria para el Proyecto y Construcción del Subsistemas de Infraestructuras (IFI-2016), al tratarse de una línea nueva de ancho mixto (1.435 mm-1668 mm) los gálibos de implantación de obstáculos a tener en cuenta son los recogidos en las secciones GC y GEC 16 de la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015).

Un segundo condicionante a tener en cuenta en el tronco susceptible de recibir a futuro circulaciones en alta velocidad de hasta 250 km/h es el cumplimiento de las Recomendaciones del Ministerio de Fomento para "dimensionar túneles ferroviarios por efectos aerodinámicos de presión sobre viajeros", a este respecto, para una velocidad de 250 km/h y un túnel en vía doble, la sección mínima de túnel (m²) para una variación máxima de presión durante el periodo de tránsito del tren en el túnel, $D_p(t)$, de 10 KPa es de 75m².

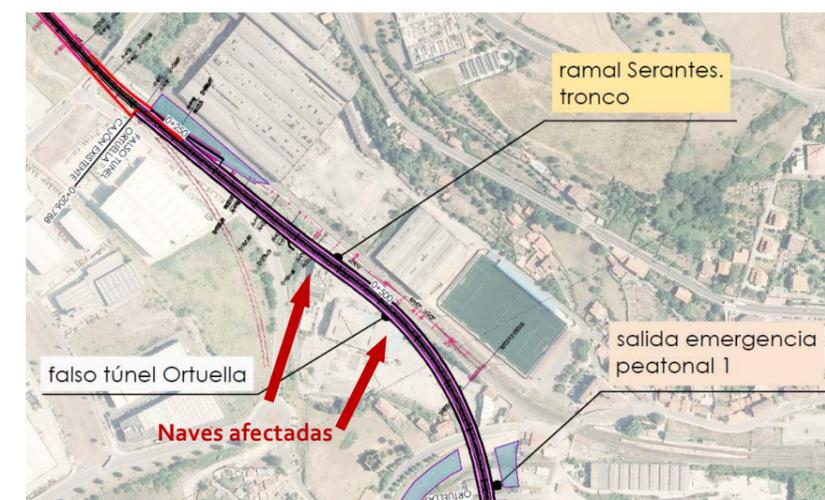
Las secciones adoptadas en el presente estudio, y recogidas en el Documento de Planos respetan estas condiciones.

3.4.3 Alternativa A

La solución general adoptada para el trazado de la Variante se inicia en Ortuella, a la salida de las obras ya ejecutadas del túnel del Serantes. El trazado proyectado comienza como prolongación del falso túnel ejecutado bajo Lasagabaster Kalea, junto a las instalaciones de la empresa INGETEAM posee en el Barrio Bañales de Ortuella. Se diseña un nuevo cajón ferroviario en doble vía en prolongación de la obra ejecutada. El cajón se desarrolla en su primera parte en la zona remarcada en la siguiente imagen.



Así el primer tramo se desarrolla en falso túnel, con una longitud entorno a los 520 metros. Discurre en paralelo a la línea férrea de cercanías los primeros 300 metros, entre ésta y el polígono industrial. Este trazado afecta parcialmente a dos naves abandonadas cercanas a la plataforma ferroviaria existente. El trazado sería compatible con la conexión con las vías existentes para situaciones de emergencia/mantenimiento.



Llegando a la zona de la playa de vías de la Estación de Ortuella, el trazado se separa del corredor ferroviario existente girando hacia el Sur en busca de la ladera sobre la que se asienta el horno de calcinación del Karobi. En dicha ladera, a unos 120 metros al oeste del horno, se ejecutaría el emboquille que da paso al trazado subterráneo excavado en mina, que se prolongará a lo largo de la traza objeto de análisis del presente documento. En esta zona el trazado discurre entre las edificaciones existentes junto a la Avenida de la Estación, sin llegar a afectar a ninguna de ellas, al ejecutarse en falso túnel excavado entre pantallas. Las obras exigirán cortes en el tráfico de esta calle para ejecutar el tramo de falso túnel bajo la misma.



Sí se ve afectada la nave ubicada junto al emboquille (marcada en rojo en la fotografía anterior). La parcela en al que se ubica dicha nave servirá como una de las áreas de instalaciones en obra y dará cabida a la primera de las salidas de emergencia a ejecutar en la nueva infraestructura.

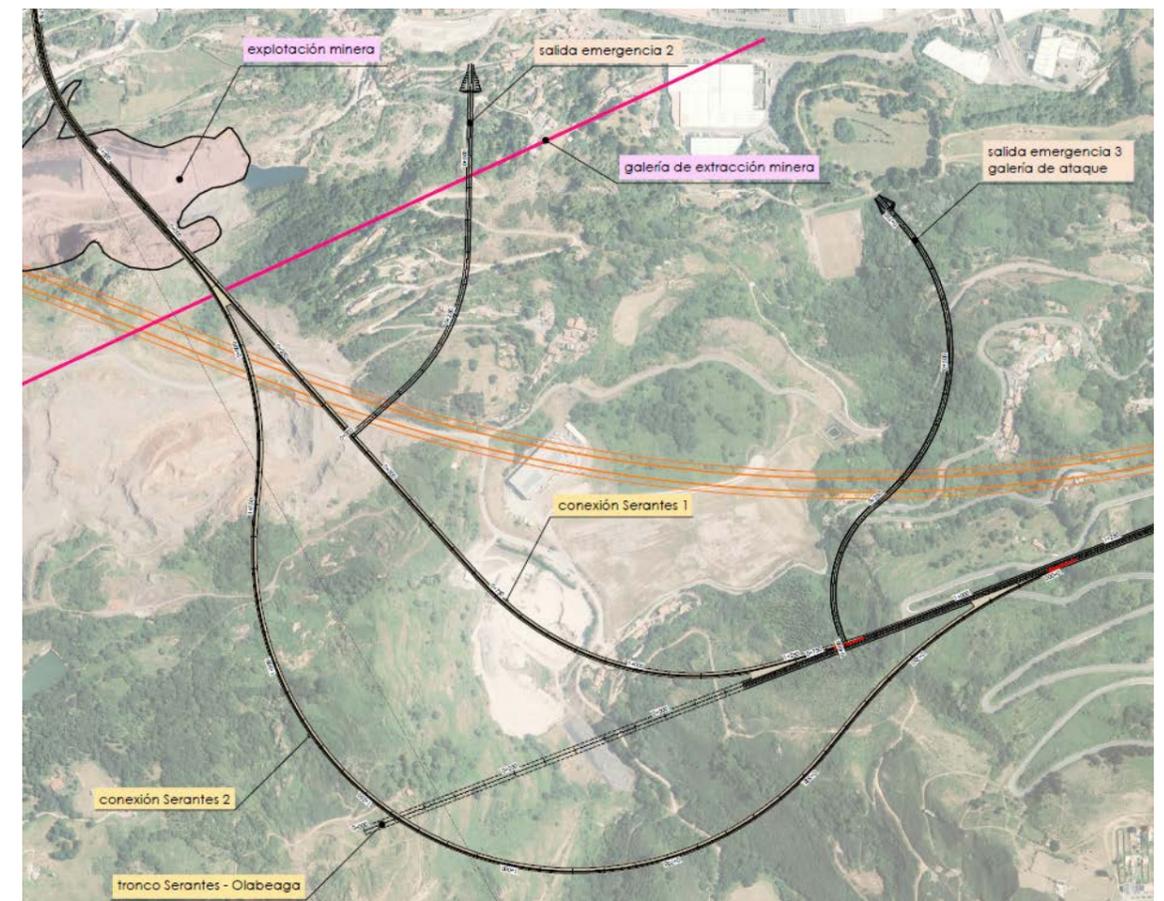
El emboquille del túnel en mina se ejecuta en la margen contraria del vial, a ambos lados se ubican edificaciones residenciales que no se verán afectadas por las obras. El vial ubicado entre la nave y estas viviendas se verá cortado al tráfico durante la ejecución de las mismas, no serán necesarios desvíos provisionales al existir un acceso alternativo al barrio desde la Avenida de la Estación.

En este punto da inicio un largo trazado excavado en mina que se inicia con una sección de vía doble que se prolonga a lo largo de algo más de 570 metros. El túnel se bifurca posteriormente dando lugar a dos ramales independientes de vía única que permiten articular el enlace de conexión con el tronco de la Variante Sur Ferroviaria. Estos ramales se han denominado Conexión Serantes 1 y Conexión Serantes 2. Justo antes de bifurcarse, el túnel cruza por debajo de una galería de extracción minera existente, que se usa actualmente para conducir aguas extraídas mediante bombeo hasta el Río Granada.

El perfil longitudinal de la variante está condicionado hasta ese punto por la necesidad de cruzar con suficiente gálibo bajo la misma. Una vez superada, los ramales de conexión ascienden rápidamente buscando conectar con el tronco, se consigue así que el punto bajo de los ramales se retrase hasta el punto de emboquille.



El primero de ellos articularía los tráficos con origen el Puerto de Bilbao, se incorpora por la izquierda del tronco de la VSF a la altura del PK 0+800 aprox. El segundo contendría el tráfico con destino al Puerto de Bilbao y nace del tronco a modo de desvío por la izquierda a la altura del PK 1+200 aprox. Para evitar el cizallamiento en el tronco de la VSF, este ramal cruza a desnivel con el tronco, generando así un punto alto en su trazado en la zona de cruce.



En este tramo se ubican la segunda y tercera salida de emergencia a ejecutar en Fase I para garantizar la evacuación en caso de siniestro. La segunda galería entronca con el túnel de la VSF inmediatamente después del desvío de la Conexión Serantes 1, mientras que la tercera galería entronca con el túnel de la VSF en la conexión del ramal Conexión Serantes 1 con el tronco, y se ha diseñado con una anchura suficiente para dar cabida a vehículos de obra y ser utilizada como rampa de ataque.

En este ramal se han adoptado radios inferiores a los establecidos en el apartado previo de criterios de diseño, para los tramos exclusivos de mercancías la velocidad máxima de circulación adoptada es de 120km/h y 60km/h para la mínima lo que supone la utilización de un radio mínimo para curvas circulares de 730m, si bien en la conexión de la vía doble con el túnel actual de Serantes el radio mínimo es de 300m y en los ramales en vía única de conexión alcanza los 450m.

Los parámetros adoptados vienen condicionados por la necesidad de adoptarse a los condicionantes del entorno, en concreto, la voluntad de ajustarse a los desarrollos urbanísticos previstos por el Ayuntamiento de Ortuella y a las edificaciones del entorno.

Se han utilizado aparatos de vía de tg =,071 y radio 500, de ancho mixto, con Vmax de 60 km/h en desviada).

El tronco de proyecto coincide íntegramente con el del estudio previo de Marzo de 2019, "Estudio informativo de la Variante Sur ferroviaria de Bilbao. Fase 1". Los aparatos de vía de entronque con los ramales de conexión con el Serantes se mantienen, así mismo, en los mismos PK que en el citado estudio.

El tronco está diseñado para posibles futuros tráficos mixtos y con parámetros aptos para líneas de altas prestaciones. La VSF en Fase 1 construiría este tronco sólo hasta la sección en la que los ramales de Conexión al Serantes se han despegado del mismo (entorno del PK 0+630 del Eje Tronco).

El tamo de tronco objeto del presente documento se reduce al entronque con los ramales de conexión, PK 0+630 a PK 1+250. El trazado en planta en este tramo desarrolla una primera curva a derechas (PK crecientes) de radio central 3750 m y clotoides de parámetro 810. En el PK 1+250, fin de tramo. el radio puntual de la clotoide es de 10.108,227 m.

El perfil longitudinal del tronco se desarrolla, al igual que el de los anteriores ramales de conexión, respetando la pendiente máxima de 12,5 milésimas. Cuenta con un punto alto en torno al PK 0+700, donde entronca con el primero de los ramales de conexión con el Serantes, el tramo anterior a este punto desciende con 12,5 milésimas buscando articular el cruce a desnivel con el segundo ramal con suficiente diferencia de cota entre ambos.

En dirección al Castaños, el trazado es también descendente desde el mencionado punto alto hasta casi el final del túnel, donde se encuentra un acuerdo vertical cóncavo. Las aguas allí recogidas se derivarán al Arroyo Castaños. La tapada de roca es en toda la longitud del túnel en mina superior a los 25 metros

Los puntos kilométricos singulares de esta alternativa se recogen a continuación:

RAMAL SERANTES. TRONCO	
Inicio de trazado (falso túnel existente)	0+000,000
Final falso túnel existente e Inicio falso túnel Serantes	0+206,788
Salida de emergencia peatonal 1	0+707,00
Final falso túnel Serantes e inicio túnel en mina	0+727,253
Final trazado (túnel)	1+162.499

EJE CONEXIÓN SERANTES 1	
Inicio trazado túnel vía doble (entronque con Serantes 2)	0+000,000
Final túnel vía doble	0+135,000
Salida de emergencia 2	0+400,868
Final trazado ramal vía única (túnel)	1+180,000
Final trazado ramal (aparato)	1+313,781
EJE CONEXIÓN SERANTES 2	
Inicio trazado túnel tronco VSF	0+000,000
Inicio túnel vía única	0+125,000
Final túnel vía única (entronque con Serantes 1)	2+064.416
Final trazado vía doble	2+199,416
TRONCO SERANTES - OLABEAGA	
Inicio trazado (túnel)	0+000,000
Inicio tramo objeto del presente E.I.	0+630,000
Salida de emergencia 3. Galería de ataque	0+800,000
APV conexión Serantes 1	0+812,99
APV conexión Serantes 2	1+164,21
Final trazado E.I. variante en Ortuella	1+250,000

Por lo que se refiere a la sección tipo, el trazado se dividiría en los siguientes tramos:

PK inicio	PK final	Tipología	Sección tipo
0+000 (Eje 29 Ramal Serantes-Tronco)	0+206,788 (Eje 29 Ramal Serantes-Tronco)	Falso túnel existente	Vía doble (ee=4,10)
0+206,788 (Eje 29 Ramal Serantes-Tronco)	0+727,253 (Eje 29 Ramal Serantes-Tronco)	Falso túnel	Vía doble (ee=4,10)
0+727,253 (Eje 29 Ramal Serantes-Tronco)	1+162,499 (Eje 29 Ramal Serantes-Tronco)	Túnel en mina	Vía doble (ee=4,10)
0+000,000 (Eje 13 R. Serantes 1) 2+199,416 (Eje 12 R. Serantes 2)	0+135,000 (Eje 13 R. Serantes 1) 2+064,416 (Eje 12 R. Serantes 2)	Túnel en mina	Pantalón entronque
0+135,000 (Ej 13 Ramal Serantes 1)	1+180,000 (Eje 13 Ramal Serantes 1)	Túnel en mina	Vía única
2+064,416 (Eje 12 Ramal Serantes 2)	0+125,000 (Eje 12 Ramal Serantes 2)	Túnel en mina	Vía única
0+650 (Eje 34 Tronco Serantes-Olabeaga)	1+250 (Eje 34 Tronco Serantes-Olabeaga)	Túnel en mina	Vía doble

3.4.4 Alternativa B

La Alternativa B plantea un trazado que se separa del propuesto en el Estudio Informativo de Marzo de 2019 desde el inicio, girando hacia el oeste hasta librar los terrenos asociados a la cantera, con un trazado que se superpone inicialmente a Calle Lasagabaster para luego separarse ligeramente ocupando las naves industriales ubicadas al Este del vial.

El tramo en falso túnel finaliza emboquillando bajo la carretera de acceso al polígono industrial desde el Barrio de La Estación. A partir de ese punto el trazado se ejecutaría en mina hasta conectar con el tronco de altas prestaciones de la VSF.

En lo que se refiere al entronque con el túnel del Serantes, El trazado de salida del mismo ocuparía, al igual que en la Alternativa A, la zona del cajón destinada inicialmente a la conexión con la C-2. Eso tiene la ventaja de que se aleja de la empresa INGETEAM y deja su acceso libre. La conexión para emergencias y mantenimiento con la C-2 se podría realizar sin problema, ocupando también la plataforma prevista a tal efecto.

En tre las ventajas de esta alterantiva están:

- Menor tramo en falso túnel, por lo que reduce las afecciones en superficie.
- Se desarrolla a mayor distancia de las edificaciones residenciales existente en el entorno, limitando el tránsito de maquinaria por zonas residenciales.
- Sólo derriba una de las edificaciones previstas en el Estudio Informativo previo. No afecta a los viales de acceso al barrio Saugal y La Estación.

Los principales inconvenientes

- Es la alternativa de mayor longitud total y de túnel excavado. Al ser el recorrido entre Serantes y tronco de VSF de mayor desarrollo.
- El tramo de falso túnel se desarrolla de buena parte sobre suelos industriales abandonados incluidos en el inventario de Suelos potencialmente contaminados, lo que requerirá un estudio de detalle y supondrá un coste importante en tratamientos a la hora de excavar el material y derivar el mismo a vertedero autorizado.

Esta alternativa es compatible con la galería minera de extracción de agua hacia el Granada, al pasar bajo ella con entorno a un diámetro de distancia entre ambas.

Los puntos kilométricos singulares de la Alternativa B son los que a continuación se recogen:

RAMAL SERANTES. TRONCO	
Inicio de trazado (falso túnel existente)	0+000,000
Final falso túnel existente e Inicio falso túnel Serantes	0+206,788
Salida de emergencia peatonal 1	0+592,00
Final falso túnel Serantes e inicio túnel en mina	0+600,000
Final trazado (túnel)	1+338.888
EJE CONEXIÓN SERANTES 1	
Inicio trazado túnel vía doble (entronque con Serantes 2)	0+000,000
Salida de emergencia 2	0+158,845
Final túnel vía doble	0+160,000
Final trazado ramal vía única (túnel)	1+265,000
Final trazado ramal (aparato)	1+376,461
EJE CONEXIÓN SERANTES 2	
Inicio trazado túnel tronco VSF	0+000,000
Inicio túnel vía única	0+125,000
Final túnel vía única (entronque con Serantes 1)	1+972,207
Final trazado vía doble	2+132,207
TRONCO SERANTES - OLABEAGA	
Inicio trazado	0+000,000
Inicio tramo objeto del presente E.I.	0+630,000

Salida de emergencia 3. Galería de ataque	0+800,000
APV conexión Serantes 1	0+812,99
APV conexión Serantes 2	1+164,21
Final trazado E.I. Variante en Ortuella	1+250,000

Las secciones tipo que se suceden a lo largo del trazado son las siguientes:

PK inicio	PK final	Tipología	Sección tipo
0+000 (Eje 15 Ramal Serantes-Tronco)	0+206,788 (Eje 15 Ramal Serantes-Tronco)	Falso túnel existente	Vía doble (ee=4,10)
0+206,788 (Eje 15 Ramal Serantes-Tronco)	0+600,000 (Eje 15 Ramal Serantes-Tronco)	Falso túnel	Vía doble (ee=4,10)
0+600,000 (Eje 15 Ramal Serantes-Tronco)	1+338,888 (Eje 15 Ramal Serantes-Tronco)	Túnel en mina	Vía doble (ee=4,10)
0+000,000 (Eje 17 R. Serantes 1) 2+132,207 (Eje 16 R. Serantes 2)	0+160,000 (Eje 17 R. Serantes 1) 1+972,207 (Eje 16 R. Serantes 2)	Túnel en mina	Pantalón entronque
0+160,000 (Ej 17 Ramal Serantes 1)	1+265,000 (Eje 17 Ramal Serantes 1)	Túnel en mina	Vía única
1+972,207 (Eje 16 Ramal Serantes 2)	0+125,000 (Eje 16 Ramal Serantes 2)	Túnel en mina	Vía única
0+650 (Eje 34 Tronco Serantes-Olabeaga)	1+250 (Eje 34 Tronco Serantes-Olabeaga)	Túnel en mina	Vía doble

Al igual que en la alternativa A, la solución adoptada para el trazado de la Variante se inicia en Ortuella, a la salida de las obras ya ejecutadas del túnel del Serantes. El trazado proyectado comienza como prolongación del falso túnel ejecutado bajo Lasagabaster Kalea, junto a las instalaciones de la empresa INGETEAM posee en el Barrio Bañales de Ortuella. Se diseña un nuevo cajón ferroviario en doble vía en prolongación de la obra ejecutada.

Así el primer tramo se desarrolla en falso túnel, con una longitud entorno a los 400 metros. Discurre en paralelo a la línea férrea de cercanías los primeros 100 metros, entre ésta y el polígono industrial. Este trazado afecta parcialmente a una nave abandonada cercana a la plataforma ferroviaria existente.

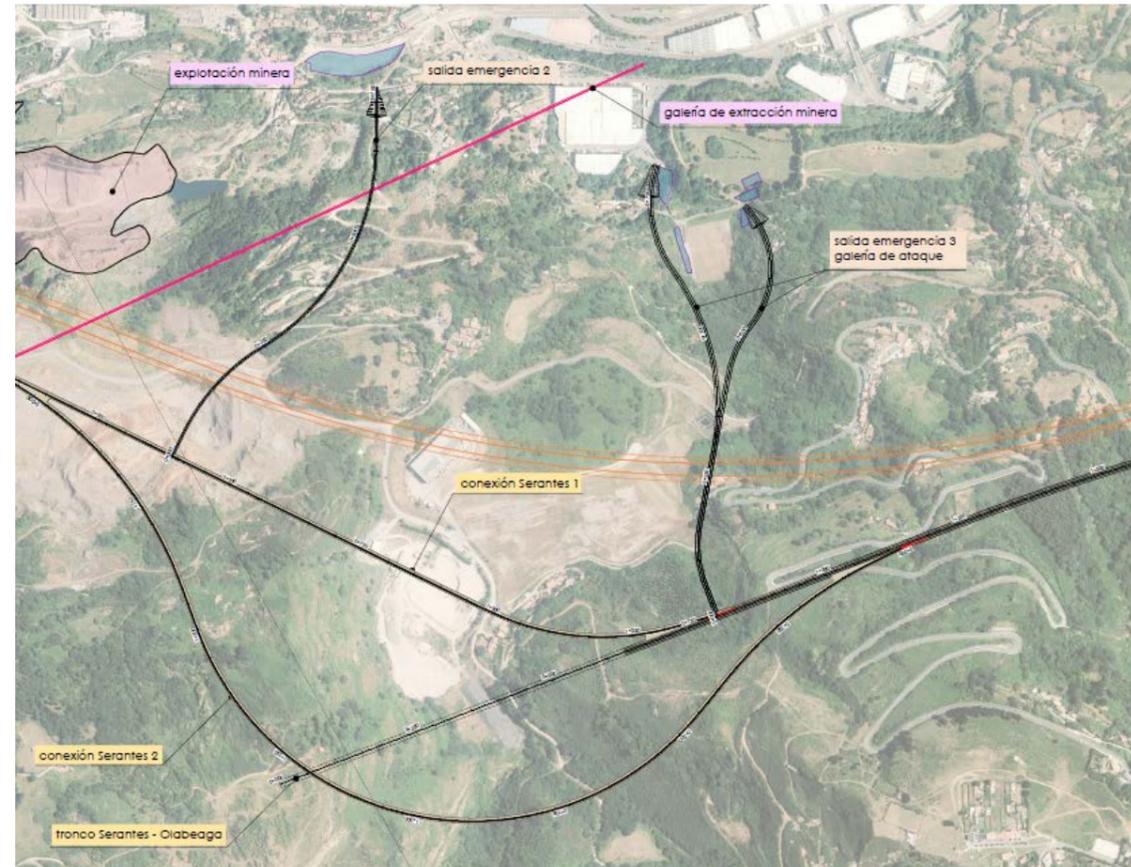
El trazado se separa del corredor ferroviario existente girando hacia el Sur para, previamente al cruce con la carretera BI-3756, ejecutar el emboquille que da paso al trazado subterráneo excavado en mina, que se prolongará a lo largo de la traza objeto de análisis del presente documento.



En este punto da inicio un largo trazado excavado en mina que se inicia con una sección de vía doble que se prolonga a lo largo de algo más de 900 metros, evitando el cruce bajo la galería de extracción minera

existente mencionada. El túnel se bifurca posteriormente dando lugar a dos ramales independientes de vía única que permiten articular el enlace de conexión con el tronco de la Variante Sur Ferroviaria. Estos ramales se han denominado Conexión Serantes 1 y Conexión Serantes 2.

El primero de ellos articularía los tráficos con origen el Puerto de Bilbao, se incorpora por la izquierda del tronco de la VSF a la altura del PK 0+812 aprox. El segundo contendría el tráfico con destino al Puerto de Bilbao y nace del tronco a modo de desvío por la izquierda a la altura del PK 1+165 aprox. Para evitar el cizallamiento en el tronco de la VSF, este ramal cruza a desnivel con el tronco, generando así un punto alto en su trazado en la zona de cruce.



En este tramo se ubican la segunda y tercera salida de emergencia a ejecutar en Fase I para garantizar la evacuación en caso de siniestro. La segunda galería entronca con el túnel de la VSF inmediatamente después del desvío de la Conexión Serantes 1, mientras que la tercera galería entronca con el túnel de la VSF en la conexión del ramal Conexión Serantes 1 con el tronco, y se ha diseñado con una anchura suficiente para dar cabida a vehículos de obra y ser utilizada como rampa de ataque. Cabe destacar que, esta tercera salida de emergencia, cuenta a su vez con dos salidas a superficie, una de ellas contemplada para su utilización como evacuación peatonal y la otra contemplada para su utilización como galería de ataque.

El tronco de proyecto coincide con el descrito en la Alternativa A, así como los puntos de entronque con los ramales de conexión con el Serantes.

3.4.5 Plataforma y superestructura

La superestructura de vía a incorporar en proyecto estará formada por los elementos necesarios para garantizar el correcto cumplimiento de las siguientes funciones:

- Servir de guía a los trenes durante su desplazamiento.
- Transmitir las cargas estáticas y dinámicas que soportan las ruedas a la plataforma, a través del conjunto de sus componentes.
- Delimita los cantones en que divide la línea.
- Servir como vehículo para el retorno de la corriente eléctrica.

A continuación, se describen los aspectos más destacados de la superestructura propuesta en el presente Estudio Informativo.

3.4.5.1 Ancho de vía

El trazado se diseña en ancho doble, (1.435 mm-1668 mm) para lo cual se implantarán tres hilos a lo largo de toda la longitud de la variante en las dos alternativas propuestas, desde la conexión con el Serantes hasta la llegada al cajón de soterramiento ferroviario ejecutado en Olabeaga. Esta decisión está motivada por los siguientes aspectos:

- El túnel del Serantes ya ejecutado se diseñó con una sección de ancho mixto, disponiéndose traviesas de hormigón aptas para tres hilos, aunque sólo se implantaran en su momento los hilos correspondientes a ancho ibérico.
- El tronco de la Variante, tramo de características geométricas adecuadas a tráficos de altas prestaciones, podría en un futuro a medio-largo plazo formar parte de un corredor de altas prestaciones de tráfico mixto y largo recorrido, susceptible por tanto de albergar tráficos de ancho ibérico y standard.

Por lo tanto, se ha previsto la colocación de traviesas de tipo AM-05 en los tramos en balasto, y del sistema Rheda2000 en 3 hilos en los tramos en placa.

Los gálibos de implantación de obstáculos a tener en cuenta son los recogidos en las secciones GC y GEC 16 de la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015).

3.4.5.2 Carril

El carril que se empleará a priori será el UIC 60 de 60 kg/m.

En el tramo ya ejecutado del túnel del Serantes, donde el Proyecto Constructivo proponía este mismo tipo de carril, el Proyecto Modificado nº2 incluyó un cambio en el tipo de carril modificándose la sección del mismo de 60 kg a 54 kg/ml a petición de ADIF, por motivos de explotación y mantenimiento de la infraestructura.

3.4.5.3 Vía en placa

El sistema de vía en placa para los tramos donde se ha previsto su implantación será de tipología Redha 2000 formado por traviesa bibloque con armadura de viga de celosía.

Dadas las características del trazado diseñado para la Variante Sur ferroviaria entre Ortuella y Olabeaga, parece razonable plantear la implantación de vía sobre placa en buena parte de su longitud, al desarrollarse

la mayor parte de la actuación en túnel, falso túnel y viaducto y planificar además tráfico no homogéneo de viajeros y mercancías en la mayoría de vías proyectadas.

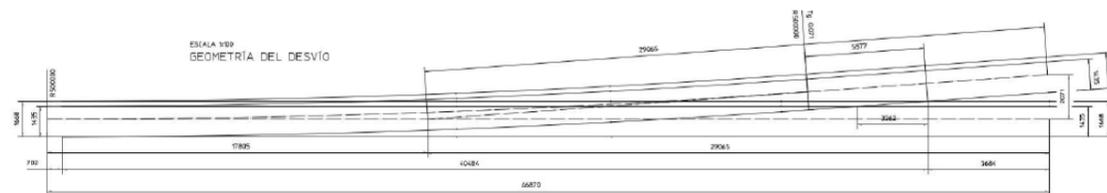
3.4.5.4 Vía sobre balasto

En el presente Estudio Informativo se ha optado por proponer vía en placa en toda la longitud de la variante que se desarrolla íntegramente soterrada o sobre estructura.

3.4.5.5 Aparatos de vía

En la definición del trazado se han empleado los siguientes desvíos:

- DMMIHL-B1-G60-500-0.071-CM/CR: Aparato de vía en tronco de la VSF en doble ancho para permitir el desvío. Se incluyen dos unidades.
 - Longitud total: 46,870 m
 - Radio desviada: 500 m
 - Velocidad por vía directa: 200 km/h
 - Velocidad por vía desviada: 60 km/h



DMMIHL-B1-G60-500-0.071-CM/CR

3.4.6 Hidrología y Drenaje

En el Anejo nº5 "Climatología, Hidrología y Drenaje" se aborda el análisis hidrológico y de drenaje de la nueva infraestructura. Se analizan sus características Hidrológicas y se detallan las características de las redes de drenaje que se han diseñado a partir de los datos climatológicos e hidrológicos.

3.4.6.1 Hidrología

El estudio que se desarrolla en el anejo tiene como fin último el predimensionamiento de las obras de drenaje transversal. El correcto diseño de estos elementos es fundamental para el buen funcionamiento de la traza ferroviaria, así como para su seguridad, ya que permite evacuar los caudales máximos esperables sin daños importantes en ninguno de sus elementos.

El estudio hidrológico obtiene las leyes de frecuencias de los caudales máximos correspondientes a las cuencas interceptadas por el trazado de proyecto. Dichas cuencas, son en general pequeñas, y carecen de registros de caudales por lo que es preciso aplicar métodos hidrológicos de cálculo basados en los datos de precipitaciones máximas y en las características de las cuencas.

De acuerdo con la NAP 1-2-0.3 de la norma de plataforma de ADIF, el método de cálculo a utilizar es una versión modificada del que viene recogido en la Instrucción de Carreteras 5.2-IC "Drenaje Superficial".

Se han determinado los caudales para las distintas cuencas interceptadas por la traza en ambas alternativas. Al discurrir casi en su totalidad en túnel o falso túnel, tan solo se recogen cuencas vertientes allí donde el trazado sale a cielo abierto y en el acceso a las salidas de emergencia.

3.4.6.2 Drenaje

En el anejo se definen las obras de drenaje necesarias para dar continuidad a los cauces asociados a las cuencas interceptadas por la traza. También se definen los sistemas de drenaje longitudinal que se encargarán de la evacuación de las aguas de escorrentía sobre los taludes y sobre la propia plataforma.

La comprobación hidráulica de los sistemas proyectados se hará a partir de los caudales calculados en el apartado de hidrología para los diferentes períodos de retorno.

3.4.6.2.1 Drenaje Transversal

Para el diseño de los elementos de drenaje se seguirá lo indicado en:

- Norma 5.2- I.C de drenaje superficial editada por Ministerio de Fomento en febrero 2016
- Instrucciones y recomendaciones para la redacción de los proyectos de plataforma de ADIF. En concreto, la NAP 1-2-0.3 (edición Julio 2015).

Se han dispuesto obras de drenaje transversal para desaguar todas las vaguadas naturales interceptadas por la plataforma ferroviaria. Para ello se han seguido los siguientes criterios base:

- Periodo de retorno: según los condicionantes recogidos en la NAP 1-2-0.3 de drenaje de ADIF, así como en Norma 5.2- I.C de drenaje superficial editada por Ministerio de Fomento, se atenderá a:

Tipo de elemento	Período de Retorno en años
Obras de drenaje transversal	100
Drenaje longitudinal	25

- Dimensión mínima de la ODT: según la Instrucción 5.2.I-C. la mínima dimensión de una obra de drenaje transversal es función de su longitud. El objeto es conseguir una velocidad mínima adecuada, así como facilitar las labores de limpieza y mantenimiento. A la vista del ancho previsto de la plataforma, en nuestro caso el conducto mínimo que se debe utilizar bajo plataforma es el de 1,80 m de diámetro.

L (m)	D _L (m)
L (m) < 3	D _L (m) ≥ 0,6
3 ≤ L (m) < 4	D _L (m) ≥ 0,8
4 ≤ L (m) < 5	D _L (m) ≥ 1,0
5 ≤ L (m) < 10	D _L (m) ≥ 1,2
10 ≤ L (m) < 15	D _L (m) ≥ 1,5
L (m) ≥ 15	D _L (m) ≥ 1,8

- Las obras transversales que sirven para dar paso a acequias, puesto que poseen un caudal independiente de la escorrentía superficial, no se consideran obras de drenaje transversal y por lo tanto no están sujetas a los criterios de dimensionamiento de la Instrucción 5.2.I-C. Se consideran como un servicio afectado y se analizarán en el anejo correspondiente.
- Conducto de planta lo más recta posible, minimizando las modificaciones del cauce natural, es decir, intentando mantener la dirección y pendientes naturales del cauce.

- Entrada no sumergida. Para ello se suele limitar la cota de energía a la entrada de la OD al 20% de la altura del conducto por encima de la clave, es decir $H_w < 1.2 \cdot D$, siendo; D= Altura del conducto; H_w = altura de la lámina de agua a la entrada.
- Cota de la lámina de agua por debajo de 0,5 metros de la base del balasto para la avenida de 500 años.

Con estas directrices se ha determinado la obra de drenaje transversal (ODT) más adecuada en cada caso.

3.4.6.2.2 Drenaje Longitudinal

El agua procedente de la plataforma, de los taludes de desmontes o terraplenes, y de algunas aportaciones de pequeñas cuencas es transportada mediante las cunetas y los tubos colectores a los diferentes puntos de desagüe. Los elementos principales que componen el sistema de drenaje longitudinal proyectado son: Cunetas de guarda en desmonte, cunetas de plataforma, bajantes prefabricadas de hormigón con anchura interior de 0.5 m, colectores bajo cuneta si ésta no tiene capacidad suficiente., colectores para evacuar agua de infiltración de túneles hacia red de saneamiento y de aguas de vertido que se trasladan a depósitos y arquetas.

3.4.6.2.3 Drenaje en Túnel

El drenaje del túnel se describe de forma detallada en el Anejo nº 9 Túneles y Obras subterráneas, pero se incluye a continuación un breve resumen de las soluciones proyectadas

- Para el túnel de doble vía, en el caso de agua de infiltración se incluye drenes transversales de 110 mm, canaletas laterales en cada acera de 30 cm de ancho con tapa y un colector central de 400 mm para infiltración, con arquetas cada 50 m y conexión a arquetas desde drenes de trasdós y canaletas con tubos de 110 m. En el caso del drenaje de vertidos, se han diseñado una media caña lateral en cada lado para la recogida y canalización de vertidos, cada 50 m se colocan arquetas sifónicas que se conectan con una arqueta central. El colector principal en este caso es de 400 mm, suficiente para evacuar 100 l/s.
- Para el túnel de vía única el drenaje del agua de infiltración es idéntico al de vía doble. Únicamente se ha modificado el drenaje de vertidos, que en este caso sólo incluye una media caña en un lateral, y el colector principal de vertidos es de 300 mm de diámetro interior.

Longitudinalmente, el agua de estos colectores discurre a lo largo del túnel en gravedad hasta las zonas de salida a superficie, es decir, en los viaductos. Existe una zona al inicio del túnel en mina en Ortuella donde se genera un punto bajo en la sección en falso túnel. Se acumula en este punto el agua procedente de ambos ramales (Conexión Serantes 1 y Conexión Serantes 2) y de la Salida de emergencia 1, por lo que será necesario realizar un bombeo desde este punto hasta el río ubicado al norte de la traza a unos 100 de distancia.

3.4.7 Estructuras

En el "Anejo nº8: Estructuras" se describen, a nivel de Estudio Informativo, las estructuras asociadas a cada una de las alternativas analizadas con el fin de determinar, por un lado, su viabilidad constructiva y, por otro, efectuar una aproximación, lo más ajustada posible, a su coste real de ejecución.

En concreto, esta actuación prevé la conexión del Túnel del Serantes, ya ejecutado, con el tronco de la futura VSF mediante un trazado que discurrirá soterrado en falso túnel.

La representación gráfica detallada de las soluciones de falso túnel contempladas se encuentra recogida en los apartados 3 y 5 del documento de planos del proyecto.

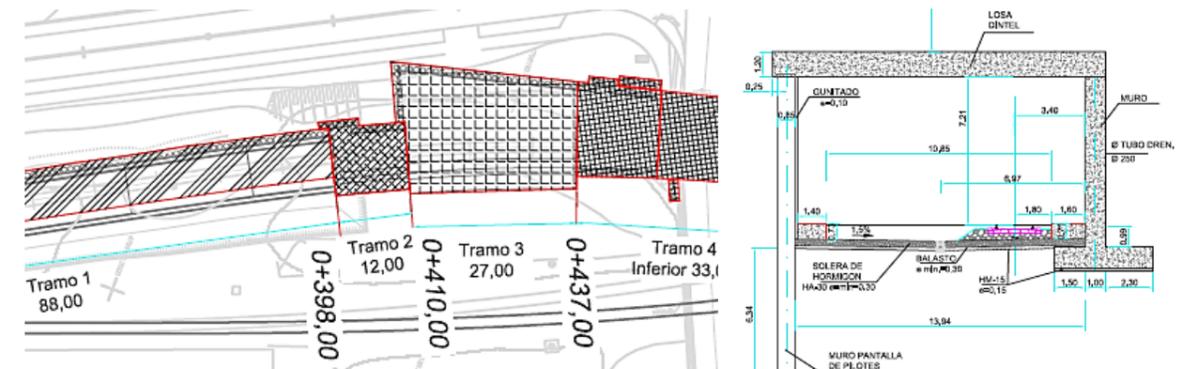
Para las dos alternativas planteadas el nuevo trazado proyectado comienza, como estructura soterrada, en prolongación del falso túnel de Ortuella existente bajo Lasagabaster Kalea (el cual fue construido durante las obras del túnel del Serantes) y se prolonga hasta conseguir suficiente tapada para cambiar la tipología de la sección a túnel excavado en mina.

En el momento de la construcción del citado falso túnel de Ortuella se barajaba otro posible trazado para la VSF que finalmente fue descartado, lo que hace que la obra que se encuentra ejecutada no resulte totalmente compatible con la nueva actuación y, en consecuencia, se hace preciso remodelar parcialmente la boca actual del falso túnel al objeto de entroncar adecuadamente con el nuevo trazado proyectado, aprovechando en la medida de lo posible todo lo ya ejecutado.

Así, a priori parece factible aprovechar la estructura de pórticos que configuran los primeros módulos del propio emboquille (principalmente el Tramo 3 y con mayor complejidad el Tramo 2), pero no así la pantalla de pilotes existente a la salida del citado falso túnel (Tramo 1) debido a su interferencia directa con el nuevo trazado, así como con la futura conexión que es necesario prever entre éste y la actual vía del ferrocarril (línea C-2 de RENFE).

En concreto, en el Tramo 3 resulta necesario demoler la pantalla frontal del falso túnel actual para posibilitar el entronque, aspecto que se entiende ya estaba previsto en el diseño original de la estructura, por lo que su supresión no debería afectar a su esquema resistente. No obstante, en fases posteriores se deberán realizar todas las comprobaciones pertinentes para verificar este hecho y se procederá a adoptar las medidas de refuerzo que resulten oportunas en caso de ser necesario.

Por su parte, la pantalla de pilotes que materializa el hastial derecho del Tramo 2 interfiere nuevamente de lleno con el nuevo trazado proyectado, de ahí que también resulte necesario su demolición. Al suprimir este apoyo, será necesario reforzar o reconstruir el dintel de este Tramo 2 debido a que su luz debe aumentar casi al doble para dar cabida a la nueva sección del ferrocarril. Este hecho puede que no resulte técnica o económicamente factible y, en consecuencia, merezca más la pena proceder a demoler el pórtico completo y su posterior reconstrucción.



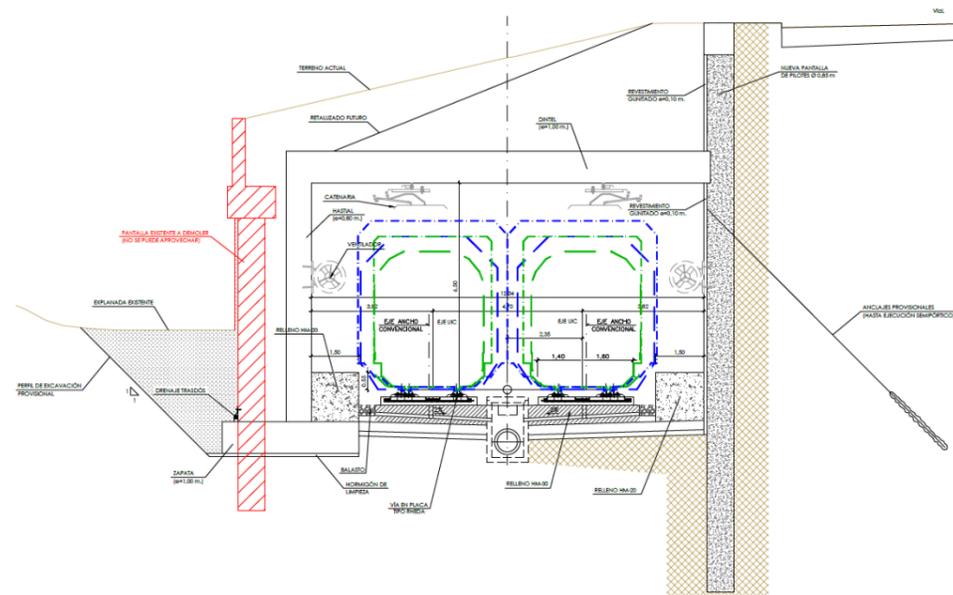
Planta y ST de pórticos 2 y 3 (s/Modificado N°2 del PC del Falso Túnel de Ortuella)



En cualquier caso, la validez o no de estos planteamientos de aprovechamiento se deberá confirmar en fases posteriores de este proyecto mediante el análisis detallado de toda la documentación recogida en los proyectos as built, complementada con la realización de una exhaustiva campaña de campo (topográfica, geométrica, geotécnica, estructural, estado de conservación de los distintos elementos sobre los que se actúa, etc.) y finalmente refrendada por los oportunos cálculos geotécnico-resistentes.

3.4.7.1 Alternativa A

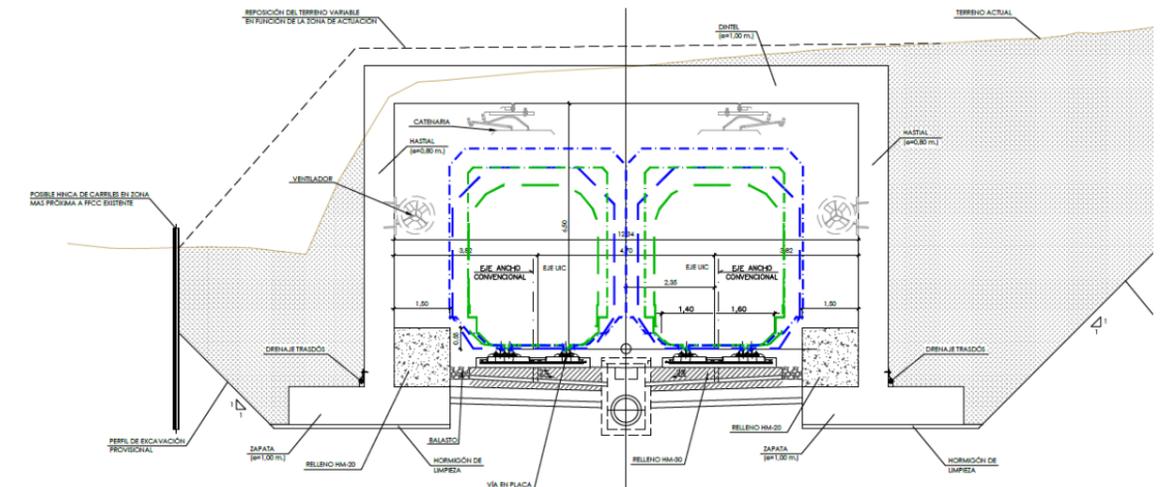
Una vez descartado el aprovechamiento de la pantalla de pilotes existente a la salida del actual falso túnel (Tramo 1), la sección tipo propuesta para el primer tramo del nuevo trazado (ST-1) consiste en una estructura tipo pórtico en la cual el hastial derecho se resuelve mediante una nueva pantalla de pilotes al objeto de minimizar la afección al vial de acceso a la empresa Ingeteam (polígono El Abra).



Sección tipo ST-1

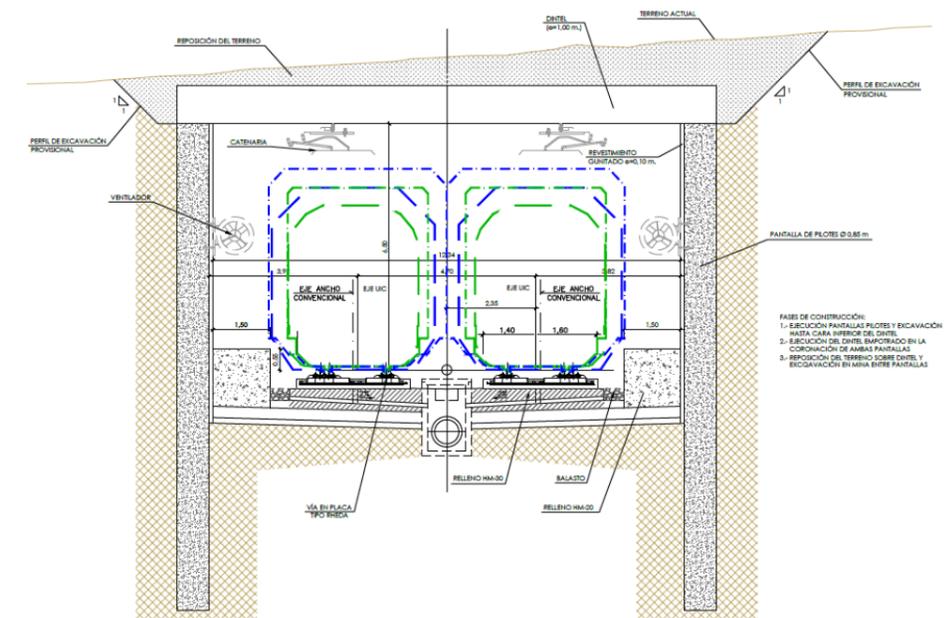
Por su parte el hastial izquierdo será de hormigón armado excavado a cielo abierto y encofrado a dos caras y su cimentación estará resuelta por una zapata corrida dotada de puntera y talón. Será necesario disponer anclajes provisionales en la nueva pantalla de pilotes mientras no se materialice el acodamiento que le proporciona el dintel de la otra mitad del pórtico.

Una vez que la traza se separa en planta del citado vial (PK 0+395) ya es posible realizar la excavación de la sección íntegramente a cielo abierto. Entre los PK 0+475 y 0+525 el nuevo trazado discurre sensiblemente paralelo y cercano a la actual vía del FFCC, por lo que es posible que en esa zona la excavación de la margen izquierda de la sección requiera adoptar alguna medida de contención provisional. Esta segunda sección tipo resulta de aplicación en dos tramos del nuevo trazado: PK 0+395 al 0+615 y PK 0+675 al 0+714.



Sección tipo ST-2

Existen un par de zonas en la parte final del nuevo trazado en falso túnel que cruzan bajo sendos viales (Avda. de la Estación y Saugal Auzoa) por lo que, de cara a minimizar la afección al tráfico rodado, se propone la ejecución de una sección en cut&cover. Concretamente esta sección tipo ST-3 se aplicaría entre los PK 0+615 a 0+675 y desde el PK 0+714 hasta el emboquille del túnel en mina (PK 0+727 aprox).



Sección tipo ST-3

Por otro lado, en esta primera parte del trazado (que completa una longitud total de unos 520 m de soterramiento) se propone la disposición de una salida de emergencia unos metros antes de la entrada al túnel en mina, concretamente en torno al PK 0+710 coincidiendo con el final del segundo tramo de la sección tipo ST-2 antes descrita.

Por último, en base a la información geológico-geotécnica disponible para esta fase de estudio, la cimentación de todas las secciones tipo previstas en esta zona del trazado se prevé que se produzca sobre materiales rocosos pertenecientes a la Formación Tejera (Limolita calcárea con pasadas areniscosas), la cual se encuentra bajo un espesor variable de rellenos de origen antrópico.

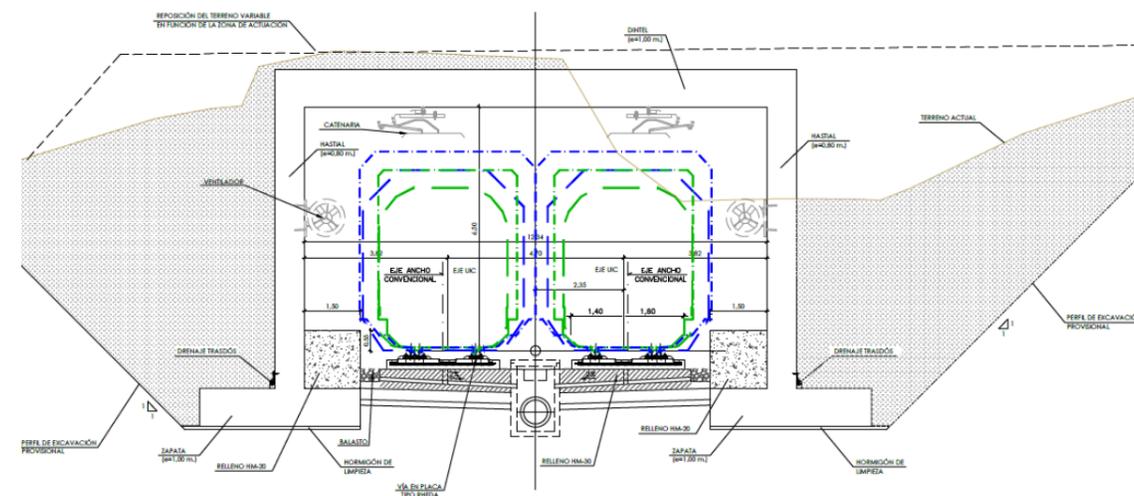
3.4.7.2 Alternativa B

Al igual que en el caso anterior, la sección tipo (ST-1) propuesta para el primer tramo del nuevo trazado de esta segunda alternativa consiste en una estructura tipo pórtico en la cual el hastial derecho se resuelve mediante una nueva pantalla de pilotes al objeto de minimizar la afección al vial de acceso a la empresa Ingeteam.

Sin embargo, a diferencia de lo que ocurría en la Alternativa A, en este caso el trazado gira más rápidamente hacia el Oeste, ciñéndose de una manera más acusada al vial polígono El Abra. De esta forma, al objeto de minimizar en toda esta zona las excavaciones asociadas a la construcción del hastial derecho, esta primera sección tipo se adopta en prácticamente toda la longitud del trazado que discurre desde el entronque con el falso túnel de Ortuella existente (PK 0+270 aprox), hasta el emboquille con el túnel en mina (PK 0+600), con la salvedad de los 55 m ubicados entre los PK 0+480 y 0+535 en los cuales resulta posible excavar íntegramente a cielo abierto (ST-2).

Así pues, esta primera sección tipo se proyecta en dos tramos diferentes situados entre los PK 0+207 al 0+480 y PK 0+535 al 0+600.

Como se ha comentado anteriormente, entre los PK 0+480 y 0+535 el nuevo trazado proyectado se aleja lo suficiente del vial polígono El Abra como para poder excavar la sección de falso túnel íntegramente a cielo abierto, razón para adoptar una sección tipo de menor coste (ST-2) en este tramo.



Sección tipo ST-2

Al igual que ocurría en la alternativa anterior, en este caso se propone igualmente la disposición de una salida de emergencia unos metros antes de la entrada al túnel en mina, concretamente en torno al PK 0+593 coincidiendo con el final de la sección tipo ST-1 antes descrita.

Por último, en base a la información geológico-geotécnica disponible para esta fase de estudio, la cimentación de todas las secciones tipo previstas en esta zona del trazado se prevé nuevamente que se produzca sobre materiales rocosos pertenecientes a la Formación Tejera, la cual se encuentra bajo un espesor variable de rellenos de origen antrópico.

3.4.8 Túneles y Obras Subterráneas

En el Anejo nº9, Túneles y obras subterráneas, se recoge toda la información relativa al análisis realizado de los túneles y demás obras subterráneas asociadas a cada una de las alternativas desarrolladas. En ambas alternativas el trazado se desarrolla soterrado, ya sea en túnel en mina o en falso túnel (atendiendo en la medida de lo posible las alegaciones presentadas en la fase de Información Pública del Estudio Informativo previo).

3.4.8.1 Método constructivo

Los túneles de ambas alternativas se excavarán en casi toda su longitud en areniscas de grano fino y limolitas calcáreas (ArL). Originalmente, en el primer Estudio Informativo se valoraba la alternativa de ejecutar las secciones de vía doble mediante una tuneladora. Esta sección en vía doble, comprendía tanto el tronco como uno de los ramales de conexión con el túnel del Serantes, por lo que era factible implantar la tuneladora en la zona inicial del trazado y acometer la excavación de los túneles desde ese punto. Con el trazado actual, los dos ramales de conexión con el Serantes se plantean en sección de vía única, con lo que la alternativa de la tuneladora queda descartada, al no existir longitud de túnel suficiente para amortizar el uso de tuneladora desde la conexión del Serantes, por lo que solamente se contempla la excavación mediante medios mecánicos convencionales.

Se plantea la construcción mediante métodos convencionales en toda la longitud de túnel, una vez descartada la opción del uso de tuneladoras. Los métodos convencionales de excavación propuestos son el uso de Perforación y Voladura y el uso de Rozadora. En ambos métodos el proceso de instalación de sostenimiento es similar y difieren solamente en el método de avance de la excavación.

3.4.8.2 Sección tipo

La sección tipo adoptada para el tronco de la VSF está marcada por el tráfico mixto mercancías-viajeros y el ancho doble, ancho ibérico y ancho internacional. Se diseña en doble vía.

La parte de infraestructura ya construida, conocida como Túnel del Serantes, cuenta también con doble vía y tiene ya implantada en buena parte de su longitud una superestructura de vía y electrificación compatible con los tráficos de mercancías en ancho ibérico e internacional. Por tanto, el ramal que conecta el tronco con el túnel del Serantes deberá plantearse también en doble ancho.

De acuerdo con todo ello, y atendiendo a la "Instrucción Ferroviaria para el Proyecto y Construcción del Subsistemas de Infraestructuras (IFI-2016), al tratarse de una línea nueva de ancho mixto (1.435 mm-1668 mm) los gálibos de implantación de obstáculos a tener en cuenta son los recogidos en las secciones GC y GEC 16 de la Instrucción Ferroviaria de Gálibos (Orden FOM/1630/2015).

RAMAL SERANTES. TRONCO	PK ENTRONQUE	TIPO	LONGITUD
Salida de emergencia 2	0+158,845	Túnel en Mina	710
TRONCO SERANTES OLABEAGA	PK ENTRONQUE	TIPO	LONGITUD
Salida de emergencia peatonal 3. Galería de ataque	0+800,00	Túnel en mina	700/750

La sección tipo adoptada para ambas alternativas es idéntica. Las galerías vehiculares tendrán una anchura libre de 7,20 m y dispondrán de un revestimiento de 25 cm de hormigón en masa. Su altura libre no será inferior a los 4,73 m en clave.

Las galerías peatonales tendrán una anchura libre de 4,4 m, y un revestimiento igualmente de 25cm de hormigón en masa. Su altura libre será de 3,5 m de forma que permita con holgura alojar un gálibo de evacuación de 2,25 x 2,25 m.

3.4.8.5 Emboquilles

Según las conexiones planteadas en este Estudio Informativo, en cada una de las alternativas hay un (1) emboquille en el ramal Serantes, donde se entronca con el Falso Túnel que conecta con el túnel del Serantes existente.

A esto se añaden los emboquilles de galerías de emergencia, que se corresponden a galerías en mina, dos en la alternativa A, y tres en la alternativa B (dos salidas al exterior correspondientes a la salida de emergencia 3).

3.4.9 Movimiento de Tierras

En el anejo 7. Movimiento de Tierras se analizan las necesidades de material en ambas alternativas, valorando la posibilidad de reutilización de los materiales excavados en túneles y desmontes.

Los volúmenes de tierras resultantes para cada alternativa se han estructurado como:

- Material procedente de desmonte: excavaciones a cielo abierto para posteriormente ejecutar los rellenos de los falsos túneles.
- Excavación: excavación de túnel en mina.
- Relleno: principalmente comprende los rellenos de los falsos túneles, aunque también se incluye aquí los rellenos localizados en otras zonas de la traza (por ejemplo, en las entradas de las salidas de emergencia).

	Desmonte m ³	Excavación m ³	Relleno m ³
Alternativa A	104.920,00	402.860,50	40.711,12
Alternativa B	84.535,40	435.912,20	20.975,68

Una vez definidos los volúmenes totales resultantes a partir de los parciales de cada eje, se procede a calcular la compensación de tierras obteniéndose la necesidad de préstamos y/o vertederos.

Los volúmenes considerados para el cálculo de la compensación de tierras son los procedentes de túneles y desmontes, y los necesarios para la ejecución de los terraplenes y rellenos, definidos por los trazados

ferroviarios. Respecto a la utilización de materiales procedentes de la traza, se han empleado los siguientes parámetros medios:

- Coeficiente de esponjamiento (e): 1,30
- Coeficiente de compactación (c): 1,10

Además, se ha definido un grado de aprovechamiento del material procedente de la traza, en función de los materiales existentes. Siendo este para el material excavado en los túneles del 70%, y para el obtenido de los desmontes del 50%.

En base a todo ello, la compensación de tierras calculada para cada una de las alternativas del presente Estudio Informativo es la siguiente:

Compensación		
Traza	Préstamo	Volumen a vertedero
44.782,23 m ³	0	615.332,41 m ³
23.073,25 m ³	0	653.508,63 m ³

A priori, si el material de la traza es realmente aprovechable, no se requieren materiales extra. No obstante, se incluyen en el anejo un listado de canteras cercanas desde donde se podría traer material a las obras.

Por otro lado, tal y como se observa en la compensación de tierras, ambas alternativas deben transportar el material sobrante a vertedero. Por ello, se ha contactado con la Autoridad Portuaria de Bilbao con el objetivo de enviar estos excedentes al Puerto.

La Autoridad Portuaria de Bilbao cuenta con un Plan de inversión que incluye la licitación de las obras de la Fase II del Espigón Central en 2022. La Variante Sur Ferroviaria está previsto ejecutarla entre los años 2022 y 2024, coincidiendo por lo tanto con las obras de esa Fase II. Se estima una capacidad en el Puerto entre 4 y 5 millones de metros cúbicos, por lo que tiene capacidad de sobra para albergar el excedente de material de cualquiera de las alternativas.

3.4.10 Reposición de Servidumbres Viarias

En las siguientes tablas se incluye una descripción de los viales afectados por la construcción de la nueva infraestructura en cada una de las alternativas:

Alternativa A

Reposición	Descripción	P.K. (proyección conexión)	Long. (m)
Vial Polígono El Abra	Sobre el falso túnel de Ortuella se repone este camino de acceso al polígono industrial con la misma sección tipo que la existente. Radio mínimo 125m y pendiente máxima 2,02%.	0+220 Ramal Serantes Tronco	164,72

Reposición	Descripción	P.K. (proyección conexión)	Long. (m)
Vial Av. de la Estación	Reposición de un vial en Bañales Auzoa. Sección de la VSF en falso túnel. Se trata de una curva R220 con una pendiente del 6,6% (misma pendiente que el vial actual)	0+650 Ramal Serantes Tronco	60,973
Vial Saugal Auzoa	Reposición de un vial en Saugal Auzoa previo al emboquille del túnel en mina. Curva R220 y pendiente máxima 10,58%.	0+730 Ramal Serantes Tronco	54,067

Alternativa B

Reposición	Descripción	P.K. (proyección conexión)	Long. (m)
Vial Polígono El Abra	Sobre el falso túnel de Ortuella se repone este camino de acceso al polígono industrial con la misma sección tipo que la existente. Radio mínimo 125m y pendiente máxima 2,02%.	0+220 Ramal Serantes Tronco	249,02

3.4.11 Servicios y Servidumbres Afectados

Se han inventariado los servicios (líneas eléctricas, líneas de telecomunicaciones, conducciones de gas, etc.) y las servidumbres (conducciones de abastecimiento de agua, saneamiento o riego) existentes en el entorno de cada una de las alternativas analizadas en el Estudio Informativo, detectándose las posibles afecciones que pudieran llegar a producirse en los mismos.

En primer lugar, se han localizado, identificado y descrito los servicios y servidumbres existentes en la cada una de las zonas de estudio.

Partiendo de la base de los servicios incluidos en el Estudio Informativo previo, se ha descargado de nuevo la información disponible en la web INKOLAN con el objetivo de actualizarlos. A continuación, se ha contactado con los distintos organismos y compañías que pudieran tener alguna instalación o infraestructura de su titularidad en dichas zonas y consultado otros estudios y proyectos cuya zona de actuación coincide en cierta medida con la de este.

A modo resumen, las principales afecciones para cada una de las alternativas son las siguientes:

- Alternativa A
 - Electricidad: Existen 7 líneas de Iberdrola con posibilidad de ser interceptadas por el trazado: 1 de alta tensión, 3 de media y 3 de baja tensión. Además, se afecta 1 recinto de Iberdrola.

- Telecomunicaciones: existen 5 líneas de telecomunicaciones posiblemente afectadas, relativas a Telefónica.
- Servicios de gas: se afecta una línea de Naturgas Energía.
- Abastecimiento: se afectan 2 red del Consorcio de Aguas y 1 del Ayuntamiento de Ortuella.
- Saneamiento: se afectan 2 conducciones de saneamiento del CABB.
- Alternativa B
 - Electricidad: Existen 6 líneas de Iberdrola con posibilidad de ser interceptadas por el trazado: 1 de alta tensión, 3 de media y 2 de baja tensión.
 - Telecomunicaciones: existen 3 líneas de telecomunicaciones posiblemente afectadas, relativas a Telefónica.
 - Servicios de gas: se afecta una línea de Naturgas Energía.
 - Abastecimiento: se afectan 2 redes del Ayuntamiento de Ortuella.
 - Saneamiento: se afecta 1 conducción del CABB.

3.4.12 Obras complementarias

En el anejo nº14, obras complementarias se describen las obras complementarias que habrían de ejecutarse para poder garantizar la correcta implantación de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao en Fase 1. Se trata de las actuaciones necesarias tanto para su completa definición como para la ejecución de sus obras que se dividen en dos apartados: Zonas de instalaciones auxiliares y Caminos de acceso a obra.

• Zonas de instalaciones auxiliares

Se han diseñado zonas de instalaciones auxiliares en el entorno de todos y cada uno de los tajos a ejecutar en obra: emboquilles del túnel de línea, salidas de emergencia a superficie, falsos túneles, ...

La ubicación de las instalaciones auxiliares y zonas de acopio se realiza de forma que sus afecciones al entorno sean las menores posibles, ya que muchas de las operaciones realizadas en el interior de las mismas pueden generar alteraciones de importancia en su entorno, en especial problemas de contaminación de suelos y aguas como consecuencia de vertidos accidentales.

En el Documento nº2, Planos, se adjunta la localización de todas las Zonas de Instalaciones Auxiliares (ZIA) diseñadas para cada una de las alternativas.

• Caminos de acceso a obra

El acceso a los distintos elementos que configuran la nueva infraestructura de la VSF en Fase 1 se realizará, tanto en fase de obras como una vez finalizadas las mismas, mediante caminos de acceso que habrán de permitir acceder a los distintos tajos planteados para la ejecución de las obras durante el tiempo en que cada uno de ellos esté activo. Deberán garantizar, así mismo, el acceso que a lo largo de la vida útil de la infraestructura a todas las instalaciones y salidas de emergencia asociadas a la misma.

A la hora de definir los puntos de salida a superficie de cada una de las salidas de emergencia se han tenido muy en cuenta los espacios disponibles en el entorno que pudieran resultar más adecuados para las mismas, con accesos suficientes, tanto para la fase de obra como en caso de producirse una emergencia durante la explotación de la infraestructura. De esta forma, los distintos accesos a obra se proponen en general sobre viales o plataformas existentes, lo que evita plantear nuevas explanaciones.

En el apéndice 14.1 (Anejo nº 14) se incluyen los listados geométricos de definición en planta y alzado de los caminos de acceso diseñados.

3.4.13 Electrificación

En lo que a electrificación se refiere, las alternativas diseñadas en el entorno de Ortuella no afectan al esquema funcional de la nueva variante, por lo que sigue siendo válido el análisis realizado en el marco del "Estudio Informativo de la Variante Sur ferroviaria de Bilbao. Fase 1" realizado en 2019, el cual abordaba el conjunto de la actuación en Fase 1. A continuación se repasan las características de la electrificación entonces diseñada, que queda recogida en el "Anejo nº12: Electrificación Ferroviaria"

3.4.13.1 Situación actual de las instalaciones:

- Electrificación en la Red Ferroviaria ancho ibérico de Bilbao: Catenaria Ca-160 formada por sustentador de Cu de 150 mm² y dos hilos de contacto de Cu de 107 mm², alimentada en 3kV cc
- Electrificación del túnel de Serantes: Catenaria polivalente alimentada en 3kV cc
- Subestaciones que alimentan la red ferroviaria:
 - Lutzana: ubicada en P.K. 6/650 de la línea Bilbao – Santurce. 6 salidas de feeder de las cuales cinco están habilitadas y una en reserva. Alimenta directamente el tramo Bilbao – Santurce (feeders 1 a 4) y mediante un feeder alimenta la vía del tramo Baracaldo – Muskiz
 - Ortuella: ubicada en P.K. 7/080 de la línea Baracaldo – Muskiz. 4 salidas de feeder. Alimenta directamente el tramo Baracaldo – Muskiz
 - Olabeaga: ubicada en P.K. 3/200 de la línea Bilbao – Santurce. 8 salidas de feeder de las cuales seis están habilitadas y dos en reserva. Alimenta directamente el tramo Bilbao – Santurce
- Serantes: ubicada en P.K. 4/830 de la línea Bilbao – Santurce. 8 salidas de feeder de las cuales cuatro están habilitadas y cuatro en reserva. Alimenta directamente el tramo Bilbao – Santurce en fondo de saco y a la vía electrificada del túnel de Serantes (energizado o con posibilidad de energización pero sin servicio)

3.4.13.2 Situación Propuesta de las instalaciones

La electrificación en el túnel se realizará en catenaria CA-160 pero con nivel de aislamiento a 25 kV para su aprovechamiento posterior en la futura LAV Santander – Bilbao.

Es necesario habilitar la electrificación del túnel de Serantes, la conexión con Ortuella, modificando la electrificación de la estación y la electrificación de un nuevo túnel de conexión entre Ortuella y Olabeaga.

Aparte de la propia instalación de la catenaria, esta opción debe incluir:

- Ampliación de la subestación de Ortuella para alimentar la vía del túnel Serantes y el de la conexión con la variante a Olabeaga, por lo que debe ampliarse en dos salidas más y modificar control y protecciones.
- Habilitar las salidas disponibles de la subestación de Olabeaga para alimentar el extremo del nuevo túnel. Modificar asimismo el control de la subestación.

Para esta conexión y teniendo en cuenta las ubicaciones de las subestaciones pudiera ser necesaria una nueva subestación a instalar en un punto medio del túnel de la variante, si bien esto debe comprobarse mediante un cálculo de potencia. Se propone ubicar esta nueva subestación junto a la boca de la salida de

emergencia 6, donde se encontraría aproximadamente a 1,5 km de la subestación existente de Iberdrola en el barrio de Kareaga desde donde se podría alimentar.

3.4.14 Instalaciones de seguridad y comunicaciones

En el "anejo nº13. Instalaciones de seguridad y Comunicaciones" se describen los elementos existentes en el túnel de Serantes y la propuesta para las distintas alternativas en lo relativo a seguridad y comunicaciones.

Los principales sistemas sobre los que se considera que será necesario realizar actuaciones han sido los siguientes:

- Sistema de Señalización: Enclavamientos electrónicos, sistema de detección del tren y bloqueos.
- Sistema de protección del tren: ASFA.
- Telecomunicaciones fijas: telefonía de explotación.
- Canalizaciones y obra civil auxiliar
- Suministro de energía.
- CTC (Control de Tráfico Centralizado).
- Sistema de radiocomunicaciones móviles: Sistema Tren Tierra.

En ambas alternativas se ha considerado como único sistema de protección del tren el sistema ASFA.

No se ha considerado la instalación de un sistema tipo ERTMS. Esta actuación debería realizarse como continuación de las futuras instalaciones de la Y-Vasca de Alta Velocidad y la instalaciones de la Alta Velocidad a Santander y una vez que se haya definido la solución en dichas líneas.

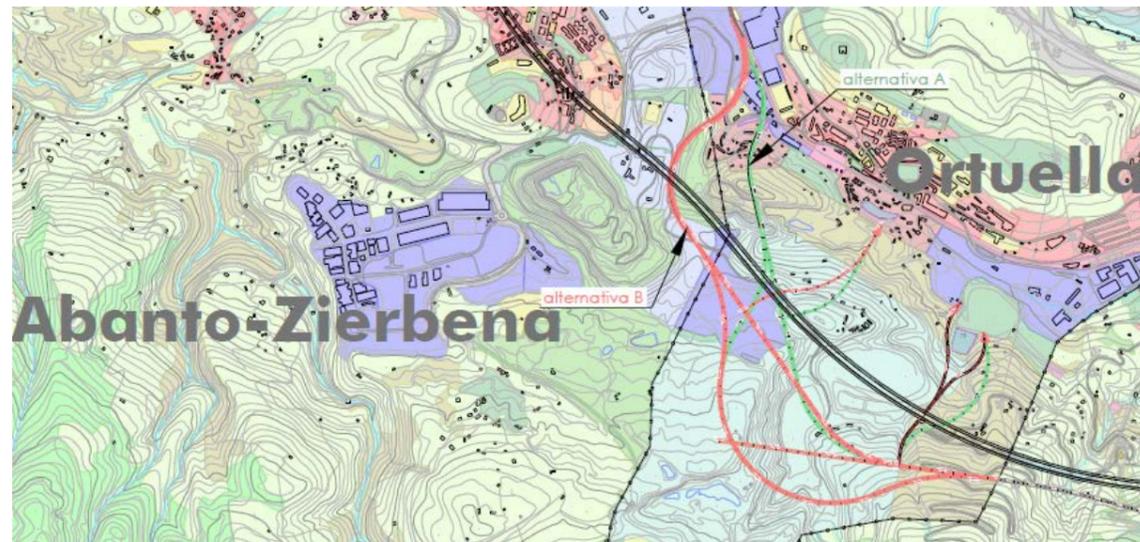
3.4.15 Planeamiento urbanístico, ocupaciones y dominio público

3.4.15.1 Planeamiento Urbanístico

El anejo nº15. Planeamiento Urbanístico y Expropiaciones se recogen todas las figuras de Planeamiento Urbanístico, actualmente vigentes, del Término Municipal afectado Ortuella.

Las fuentes de información que se han utilizado para dicho análisis han sido los diferentes instrumentos de planeamiento y gestión urbanística vigentes en cada uno de los municipios, incluidas las oportunas modificaciones que, según los casos, se hayan aprobado con carácter de Aprobación Definitiva a los mismos.

Las alternativas contempladas en el presente Estudio Informativo se sitúan en el mismo ámbito de estudio, en la provincia de Vizcaya, dentro de la comarca del Gran Bilbao. Son dos los términos municipales que se solapan en planta con la traza proyectada, Ortuella y Abanto-Zierbena, si bien, el trazado dentro del municipio de Abanto-Zierbena discurre íntegramente en túnel en mina a considerable profundidad, por lo que sólo el planeamiento de Ortuella podría condicionar las obras proyectadas.



En la siguiente tabla se resume cuál es la situación del planeamiento vigente en cada uno de los municipios en estudio:

MUNICIPIO	ORDENACIÓN	AÑO
Ortuella	Plan General de Ordenación Urbana Aprobación definitiva 13/09/1985 Revisión. Avance 30/01/1996 En enero de 2018 se ha lanzado el PGOU en fase de avance	1985

El Municipio de Ortuella se encuentra en proceso de redacción de un nuevo PGOU, cuya aprobación por parte de los órganos competentes no ha sido posible contrastar.

3.4.16 Expropiaciones

En base al Planeamiento Urbanístico Vigente (obtenido del Udalplan), se ha realizado la medición de suelo urbanizado y suelo rural a expropiar.

Con arreglo a la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del Sector Ferroviario, la superficie a expropiar (Zona de Dominio Público) por el Tramo VARIANTE SUR DE BILBAO, viene determinada por una banda horizontal, denominada plataforma, más una zona a ambos lados de ésta que llega hasta las aristas exteriores de la explanación (incluyendo los elementos funcionales e instalaciones que tengan por objeto la correcta explotación de la línea férrea), a la que se añade una segunda zona a partir de las citadas aristas, medida en horizontal y perpendicular a éstas, de **cinco (5) de anchura en suelo urbanizado** y de **ocho metros en suelo rural**. A estos efectos:

- Se considera explanación la franja de terreno en la que se ha modificado la topografía natural del suelo y sobre la que se construye la línea férrea, se disponen sus elementos funcionales y se ubican sus instalaciones.

- Se considera arista exterior de la explanación, la intersección del pie de talud del terraplén o línea de coronación de trinchera o desmonte o, en su caso, de los muros de sostenimiento con el terreno natural.

Se consideran elementos funcionales e instalaciones de un ferrocarril todos los bienes, medios o zonas permanentemente afectados a la conservación del mismo o a la explotación del servicio público ferroviario, tales como paseos, bermas, cunetas, señales, cerramientos, transmisiones, conectores, canalizaciones superficiales, subterráneas o aéreas, casetas, casillas, transformadores, subestaciones, líneas de alimentación, línea aérea de contacto y otros análogos.

Según determina el artículo 13 de la Ley del Sector Ferroviario, en los casos especiales de viaductos y obras similares, se tomará como arista exterior de la explanación la línea de proyección vertical del borde de las obras sobre el terreno.

Para los viaductos se ha considerado el mismo criterio de expropiación que el trazado en superficie, es decir, desde la proyección vertical de cada elemento se suma 5 u 8 metros a cada lado dependiendo del tipo de terreno.

La aplicación de estos criterios supone unas superficies de expropiación que se detallan a continuación, por alternativa y por municipios en los siguientes cuadros:

Alternativa A. Expropiación Definitiva			
Término Municipal	Suelo Rural	Suelo Urbanizado	Total
Ortuella	3.525,72	13.161,75	16.687,47
Total	3.525,72	13.161,75	16.687,47

Alternativa B. Expropiación Definitiva			
Término Municipal	Suelo Rural	Suelo Urbanizado	Total
Ortuella	4.323,19	12.527,95	16.851,14
Total	4.323,19	12.527,95	16.851,14

Las ocupaciones temporales surgen ante la necesidad de disponer de zonas de acopio de materiales, instalaciones de obra, rellenos puntuales más allá de la banda de expropiación, caminos provisionales de obra, etc., es decir, zonas de terreno que resultan estrictamente necesario ocupar para llevar a cabo la correcta ejecución de las obras y por un espacio de tiempo determinado.

Alternativa A. Expropiación Temporal			
Término Municipal	Suelo Rural	Suelo Urbanizado	Total
Ortuella	8.718,48	9.499,32	18.217,80
Total	8.718,48	9.499,32	18.217,80

Alternativa B. Expropiación Temporal			
Término Municipal	Suelo Rural	Suelo Urbanizado	Total
Ortuella	9.739,90	12.033,53	21.773,43
Total	9.739,90	12.033,53	21.773,43

Las imposiciones de servidumbres surgen ante la necesidad de disponer la reposición de servicios o servidumbres afectadas, exigiendo franjas de terrenos sobre los que es imprescindible imponer una serie de gravámenes, al objeto de limitar el ejercicio del pleno dominio del inmueble.

3.4.16.1 Dominio Público

Para dar cumplimiento a la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del Sector Ferroviario se incluye en el Estudio Informativo el Anejo Nº 18 Ocupación y dominio público, donde se incluyen unos croquis de las distintas secciones tipo del proyecto con una propuesta de la banda de reserva de la previsible ocupación de la infraestructura, y de sus zonas de dominio público. En el mismo, y a los efectos de la Ley del Sector Ferroviario, se establecen en las líneas ferroviarias que formen parte de la Red Ferroviaria de Interés General, una zona de dominio público, otra de protección y un límite de edificación.

4 Estudio de demanda y análisis coste-beneficio

El presente documento aborda la “*Variante en Ortuella*” del “Estudio Informativo de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao. Fase 1”. Las alternativas analizadas respetan el esquema funcional del Estudio Informativo previo, por lo que se da por válido el Estudio de Demanda y Análisis Coste -Beneficio recogido en el Estudio Informativo de 2019 que abordaba el conjunto de la VSF. Así, en el Anejo nº17 se adjunta el “*Estudio de la demanda y análisis coste-beneficio de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao. Fase 1*” redactado por SENER para el ente público EUSKAL TRENBIDE SAREA.

El estudio tiene como objetivo evaluar la demanda de transporte de mercancías presente y futura asociada a las actuaciones planteadas en el Nuevo Estudio Informativo de la Variante Sur de Bilbao, actualmente en ejecución, así como su viabilidad económico-financiera.

El Estudio Informativo de la primera fase de la VSF tiene como objetivo dotar el puerto de Bilbao de una conexión ferroviaria directa, en ancho ibérico, con el ramal de San Juan de Muskiz, a través del Túnel de Serantes (ya construido, entre Santurtzi y Ortuella), con el fin de evitar el paso de trenes de mercancías por la línea de cercanías C1 que presenta estaciones en varios núcleos urbanos de la conurbación bilbaína (Santurtzi, Portugalete, Sestao...).

La separación del tráfico ferropuertoario constituido por trenes de mercancía, pesados y ruidosos, del tráfico de pasajeros, permitiría lograr el doble objetivo de 1) descargar las líneas de cercanías C1 y C2, ya afectadas por una elevada frecuencia (en la C1: 46 trenes de pasajeros sentido /día laborable) y 2) aumentar la capacidad de la conexión ferroviaria del Puerto de Bilbao, premisa fundamental para potenciar la cuota modal del transporte ferroviario de mercancías frente a la carretera.

Por otro lado, la segunda fase de la VSF tendrá como objetivo la conexión del Puerto de Bilbao con la Nueva Red Ferroviaria del País Vasco (Y vasca), que forma parte del eje ferroviario de la cornisa cantábrica: conexión con la línea de Alta Velocidad (Tramo Basauri – Galdakao), en ancho internacional (UIC) y con la línea Bilbao – Miranda, en ancho ibérico, así como del corredor de la Red Transeuropea de Transporte (TEN-T) denominado “Corredor Atlántico” (anteriormente Corredor nº 4 de Mercancías y nº 7 de pasajeros).

En el marco del estudio, se pretende evaluar la viabilidad económica-financiera de la inversión relativa a la conexión planteada en la primera fase del nuevo estudio informativo, basándose en un análisis de la demanda actual de transporte de mercancías, que permitirá estimar la demanda esperada en el futuro y evaluar los tráficos potencialmente captables por las nuevas infraestructuras, así como valorar los respectivos ingresos por cánones y el ahorro en costos sociales y ambientales vinculados a las actuaciones planteadas.

El análisis realizado para esta primera fase comprende la elaboración del estudio de demanda de transporte de mercancías y análisis coste-beneficio de la conexión ferroviaria entre el Puerto de Bilbao y Olabeaga de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao, correspondiente a la ejecución del tramo que discurre entre el Túnel de Serantes y Olabeaga.

El esquema metodológico se basa en los siguientes tres pasos principales:

- Recopilación de datos y trabajos previos
- Estudio de demanda de transporte de mercancías
- Análisis de rentabilidad económica y financiera

El estudio desarrolla las siguientes actividades:

- Recopilación de datos y trabajos previos – Fase I
- Estudio de Demanda – Fase I
- Análisis de rentabilidad económica y financiera - Fase I

El objetivo final del informe, correspondiente a la actividad de “Análisis Coste - Beneficio – Fase I” es doble:

- Realizar una Evaluación Financiera del proyecto.
- Realizar una Evaluación Económico-Social (análisis coste-beneficio)

La evaluación financiera se realiza considerando la existencia de dos agentes en el desarrollo de la actuación:

- Por un lado, el administrador de la infraestructura, responsable de la construcción y mantenimiento de la misma, por la que recibe un canon del operador (u operadores) que utilizan la infraestructura ferroviaria;
- Por otro, el operador/es de los servicios, que incurre en costes de inversión en material móvil y explotación (incluido el canon) y que recibe el ingreso tarifario.
- Ambos agentes será objeto de su propio análisis de rentabilidad.

Así que la evaluación financiera se realiza de tres puntos de vista: operador, administrador ferroviario y evaluación conjunta.

La evaluación **económica – social (Coste-Beneficio)** se efectúa desde el punto de vista de todos los agentes de la sociedad, considerando la inversión, los gastos de explotación y las externalidades tanto positivas como negativas.

El Análisis de rentabilidad económica y financiera se desarrolla siguiendo las pautas de la Guía aprobada por la Comisión Europea en diciembre de 2014: “Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014 – 2020” complementada para el caso específico de España, con el “Manual para la Evaluación de Inversiones en Ferrocarril” (ADIF, 2011 y actualización 2015).

El informe recoge los siguientes puntos:

- Descripción de la Variante Sur Ferroviaria: características principales de la VSF según el Estudio Informativo 2018.
- Resumen del estudio de demanda:
 - Tráficos actuales
 - Definición de escenarios de evaluación
 - Escenario de Referencia (Alternativa 0 - Sin VSF)
 - Escenario con Proyecto (VSF – Fase I)
 - Escenario con Proyecto y conexión a la Y vasca (VSF – Fase II)
 - Tráfico futuros (Previsiones de demanda)
 - Escenario de Referencia (Alternativa 0 - Sin VSF)
 - Escenario con Proyecto (VSF – Fase I)
 - Escenario con Proyecto y conexión a la Y vasca (VSF – Fase II)
- Análisis de Rentabilidad de la actuación:
 - Metodología de trabajo

- Parámetros empleados para el análisis de rentabilidad
- Evaluación Financiera:
 - Operadores ferroviarios
 - Gestor de infraestructuras
 - Evaluación conjunta
- Evaluación Económico-Social (Análisis Coste-Beneficio)

4.1 Estudio de la demanda

Las previsiones de demanda y tráfico futuros, se han realizado en función de los tres escenarios infraestructurales y de costes del transporte definidos anteriormente que se han implementado en los modelos de reparto modal desarrollados en fases anteriores del trabajo:

- Un modelo LOGIT para los flujos nacionales con origen o destino en el Puerto de Bilbao, que considera el transporte combinado que incluye dos modos de diferentes: carretera y el ferrocarril (a través de la cadena carretera-centro logístico-ferrocarril).
- Un modelo LOGIT para los flujos internacionales que tienen lugar entre una región peninsular y una europea y que pasan por Irún. Este modelo considera el transporte por carretera y transporte por Short Sea Shipping (SSS), utilizando la cadena carretera-centro logístico-ferrocarril-Puerto de Bilbao-marítimo-Puerto Destino- carretera para el SSS.

A partir de los tráfico actuales (año base 2017) de cada modo y tipo de flujos identificados, se ha obtenido la cuota de cada modo de transporte considerado que se ha utilizado para calibrar los dos modelos LOGIT, cuyas variables explicativas son: costes, tiempos, disponibilidad de surcos y volumen total transportado en ferrocarril

Así que estos modelos reproducen la cuota modal actual del ferrocarril, carretera pura y SSS para cada flujo O/D, de manera que aplicando un cambio en alguna de estas variables (como comportaría la VSF), pueden estimar la nueva cuota modal, es a decir la captación de tráfico ferroviario imputable a las dos fases de la VSF.

De esta manera los modelos se pueden emplear para cuantificar cuanta mercancía captaría el ferrocarril debido a la implementación de la Variante Sur Ferroviaria (VSF) y a las ventajas para el transporte de mercancías por ferrocarril que ésta supone: en el caso de los flujos nacionales, a través de la cadena carretera-centro logístico- ferrocarril, y, para los flujos internacionales, a través del SSS.

Las previsiones de demanda se efectúan en base a las proyecciones de crecimiento de la variable explicativa PIB (producto interno Bruto), que en el caso de las mercancías, suele ser la más representativa. Las previsiones de PIB se han estimado a partir de dos fuentes diferentes, aunque ambas oficiales y de la Unión Europea, con el objetivo de mantener cierta homogeneidad de los datos

Para realizar las previsiones de la demanda futura, se han definido dos escenarios de evaluación en función del desarrollo de las infraestructuras ferroviaria en Europa (TEN-T) y España, así como la optimización de la gestión de las operaciones ferroviaria internacionales y la interoperabilidad, factores que tienen un impacto directo sobre los tiempos de recorrido, la disponibilidad de surcos (capacidad ferroviaria residual) y los costes del transporte; estos último además son condicionados también por las política y regulaciones marcadas por la Unión Europea y los estados miembros.

Los escenarios considerados son:

- Escenario de Referencia (Alternativa o - Sin VSF)
- Escenario con Proyecto (VSF) – Fase I

Las proyecciones de futuro de los tráfico considerados se ha llevado cabo de dos maneras distintas, dependiendo del tipo de flujo. Para los flujos internacionales por carretera por Irún, se ha formulado un modelo gravitatorio para cada flujo O/D identificado, considerando la distancia entre el origen y el destino, y la previsión de los PIB regionales correspondientes a los orígenes y destinos de cada flujo. Para los flujos nacionales con el Puerto, se ha optado por utilizar el crecimiento propuesto en el estudio del Corredor Atlántico (Final Report of the TEN-T Core Network Corridors Atlantic Corridor, 2017) dada la inclusión del Puerto de Bilbao en este corredor y al escenario de referencia en el que se basa el estudio mencionado, que es el mismo que del de este proyecto. Cabe destacar que el crecimiento utilizado, correspondiente al del Corredor Atlántico, es bastante más conservador que las previsiones realizadas por el Puerto de Bilbao.

El resumen del estudio de la demanda ferroviaria de la VSF, incluyendo las proyecciones de futuro:

Tráfico ferroviario del Puerto de Bilbao	Volumen FC 2017	Volumen FC 2018	Volumen FC 2019	Volumen FC 2020	Volumen FC 2030	Volumen FC 2040	Volumen FC 2052
Crecimiento tendencial ferrocarril (ton)	1.813.000	1.849.260	1.886.245	1.923.970	2.345.309	2.858.918	3.625.800
Carga media útil (ton/tren)	401,7	415	429	443	580	580	580
Trenes semanales escenario tendencial	87	86	85	84	78	95	120
Captación, escenario con VSF							
Captación VSF internacional (ton)	195.816	202.844	209.554	215.121	283.265	355.288	493.452
Captación VSF nacional (ton)	221.467	225.728	230.126	234.581	282.210	334.726	404.954
Captación VSF internacional Portugal (ton)	20.739	21.196	21.619	21.787	23.961	25.995	28.902
Captación VSF productores (ton)	15.339	16.305	17.248	17.944	26.619	29.514	36.669
Captación VSF total (ton)	453.361	466.073	478.548	489.433	616.055	745.522	963.977
Captación VSF total (trenes semanales)	22	22	21	21	20	25	32
Demanda total escenario con VSF							
TOTAL toneladas ferrocarril	2.266.361	2.315.333	2.364.793	2.413.403	2.961.364	3.604.441	4.589.777
TOTAL trenes anuales	5.642	5.574	5.511	5.450	5.106	6.215	7.913
TOTAL trenes semanales	108	107	106	105	98	120	152

Captación futura del ferrocarril (toneladas y trenes) del Puerto de Bilbao, escenario con VSF. Fuente: Elaboración propia.

De este modo, se estima que con la implementación de la primera fase de la VSF, el Ferrocarril podría transportar un total de 2,4 millones de toneladas anuales en 2020, que corresponden a 105 trenes semanales, 21 trenes y 489.433 toneladas más respecto al escenario tendencial. En 2052 se podría llegar a los 152 trenes semanales (32 trenes y 0,96 millones de toneladas más respecto al escenario tendencial)

4.2 Rentabilidad de la actuación

Este análisis se ha basado en un horizonte temporal de 30 años, recomendado por la UE en su publicación "Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects" (2008), de 2023 (primer año operativo teórico de la VSF) a 2052, añadiendo los años de inversiones anteriores al funcionamiento de la línea (2018-2022).

Los costes de inversión en la adaptación del Estudio Informativo y Redacción de Proyectos se han considerado para el año 2018, mientras que el resto de los costes de inversión se han repartido uniformemente en el período teórico de obras (2020-2022).

Para el análisis financiero, se ha utilizado una tasa de descuento de un 4%, mientras que para el análisis socioeconómico se ha considerado una tasa de descuento social de un 3%. Las tasas consideradas en ambos casos son las recomendadas en el Manual para la Evaluación de Inversiones de Ferrocarril de ADIF (2016).

Tanto la evaluación financiera como la socioeconómica se han llevado a cabo en precios constantes (no se ha considerado la inflación a lo largo del período de evaluación).

Para el análisis financiero del operador, se han considerado unos impuestos equivalentes al 30% de los ingresos netos, tal y como se sugiere en el Manual de ADIF.

En los siguientes apartados, se procede a presentar detalladamente la metodología, parámetros y evaluaciones de la rentabilidad de la actuación. A modo de resumen, los principales resultados de esta actuación son:

- TIR del operador ferroviario: 9,89%
- Déficit de capital del administrador de la infraestructura: 87,64% (alt.1) y 87,58% (alt.2)
- Déficit de capital del administrador de la infraestructura y operador ferroviario: 78,74% (alt.1) y 78,82% (alt.2)
- TIR Económico-social: 10,78% (alt.1) y 10,65%(alt.2)

La evaluación financiera del proyecto trata de comparar los flujos de ingresos y costes que se producen en el proyecto (flujo de caja del proyecto), por el administrador y el operador/es ferroviarios.

De acuerdo con lo indicado en el manual, como indicadores de la rentabilidad se usarán, como mínimo y en principio, los siguientes conceptos:

- Valor actualizado neto (VAN): indicador base de todos los demás, que calcula el valor temporal de los recursos. Se calcula para los flujos de caja o los beneficios socioeconómicos, así como para las variables más relevantes.
- Tasa interna de retorno (TIR): se define como la tasa de descuento tal que hace el VAN igual a cero, fórmula muy simple y sólida, pero en algunos casos especiales puede ofrecer más de un valor por lo que se debe interpretar adecuadamente.
- Déficit de capital del administrador: refleja la capacidad de financiación de la inversión por parte del proyecto.

Sin embargo la mayor dificultad no radica en calcular los parámetros anteriores para determinadas hipótesis, sino en establecer hipótesis consistentes y en estimar las repercusiones de estas en los parámetros anteriores. Por este motivo, al finalizar las evaluaciones indicadas, se efectuarán los correspondientes Análisis de Sensibilidad y Riesgos, al objeto de determinar los elementos más críticos

para la evaluación e incidencias en el resultado. En las variables iniciales que se hace necesario un análisis de sensibilidad y riesgos son las siguientes:

- Costes de inversión y explotación.
- Demanda de mercancías, de la cual dependen los ingresos financieros del proyecto y gran parte de los beneficios económicos y sociales.
- Plazo de evaluación del proyecto.
- Canon ferroviario a aplicar

Explicado el enfoque general, la metodología se concretaría en la realización de las siguientes tareas:

- Estimación de los ingresos del operador
- Estimación de los costes de operación y mantenimiento del operador
- Evaluación financiera del operador
- Estimación de los ingresos del administrador ferroviario
- Estimación de los costes de inversión, operación y mantenimiento del administrador
- Evaluación financiera para el Administrador de la Infraestructura
- Evaluación financiera conjunta
- Definición del Escenario de referencia: Demanda por modos; inversiones previstas según modos,
- Determinación de los costes sociales en situación proyecto
- Estimación de los Beneficios del proyecto
- Evaluación económico-social del Proyecto.

A continuación se presentan los resultados más significativos de cada una de las evaluaciones:

- TIR del operador ferroviario: 9,89% (con tasa de descuento financiera de 4%)
- Beneficio neto del operador ferroviario: 18.955 Y 18.964 miles € de 2017 para la primera y segunda alternativa, respectivamente.
- Déficit de capital del administrador de la infraestructura: 87,64% (TIR de -3,92%) para la primera alternativa y 87,58% (TIR de -3,92% tb) para la segunda alternativa.
- Déficit de capital de la evaluación financiera conjunta: 78,74% (TIR de -1,54%) para la primera alternativa, y 78,82% (TIR de -1,55%) para la segunda alternativa
- TIR Económico-social: 10,78% y 10,65% (con tasa de descuento social de 3%) para la primera y segunda alternativa, respectivamente.
- VAN Económico-social: 626.664 y 622.902 miles € de 2017 (positivo) para la primera y segunda alternativa, respectivamente
- Ratio Beneficio-Coste Económico-Social: 2,50 y 2,44 para la primera y segunda alternativa, respectivamente

De estos resultados se desprende claramente que la actuación resulta rentable desde el punto de vista de la sociedad, ya que la TIR es de 10,78% y 10,65% (primera y segunda alternativa), por encima de la tasa de descuento social usada (3%). El operador ferroviario es el otro agente para el cual la actuación se concluye como rentable, dado que su TIR tiene valor de 9,89%, mayor que la tasa de descuento financiera empleada (4%).

La actuación no resulta rentable ni para el administrador de la infraestructura ni para el conjunto del administrador de la infraestructura y operador ferroviario, cuyas TIR tienen valores de -3,92% y -1,54%, respectivamente. En estas evaluaciones, la capacidad de financiación es mayor en la financiera conjunta (78,74% y 78,82% respectivamente para cada alternativa) que en la del administrador de la infraestructura (87,64% y 87,58 respectivamente).

Debido a la incertidumbre a la hora de determinar ciertos parámetros, se ha realizado un análisis de sensibilidad para la demanda de mercancías, costes de inversión de la infraestructura y canon de mercancías.

De las tres variables analizadas, la demanda de mercancías es la que más variaciones produce en los indicadores económicos que se han tenido en cuenta (VAN, TIR y déficit de capital), sobre todo en la evaluación socioeconómica. Un incremento del 20% de la demanda de mercancías supondría una TIR socioeconómica de 13,72%, que representa un aumento de tres puntos porcentuales respecto a la TIR estimada (10,78%). Si la demanda de mercancías sufriera una reducción del 20%, la TIR socioeconómica llegaría a un valor de 8,02%, mayor que el 3% asociada a la tasa de descuento social, y la actuación seguiría siendo rentable desde el punto de vista de la sociedad. Para las mismas variaciones porcentuales aplicadas a los costes de inversión, la TIR socioeconómica sería de 12,78% en el mejor de los casos y 9,32% en el escenario más pesimista (+20% de coste de inversión de la infraestructura).

El canon de mercancías solo supone variaciones muy leves en la rentabilidad de la actuación para la evaluación financiera del administrador de la infraestructura y del operador ferroviario (en la socioeconómica y financiera conjunta no tiene influencia). Si el canon aumentara un 20%, la TIR del operador disminuiría hasta un valor de 8,76%, y si por el contrario, se redujera un 20%, la TIR del operador pasaría a ser de 11,00%.

En vista de la robustez del análisis coste-beneficio, que ha demostrado presentar valores rentables para los indicadores económicos estudiados a pesar de variaciones importantes de demanda de mercancías y costes, se recomienda que se continúe con la actuación.

5 Valoración Económica

La estimación del coste de inversión de la infraestructura se desarrolla en el Documento nº3 del presente Estudio Informativo, donde se recoge una valoración económica desglosada de cada una de las dos alternativas analizadas.

La estimación del coste de inversión de la infraestructura ha partido del presupuesto de Ejecución Material de la obra, calculado por asignación de precios unitarios a las mediciones correspondientes. Sobre este valor, se ha determinado el Presupuesto de Ejecución por Contrata (PBL).

Adicionalmente, para determinar el valor de la inversión, el PBL ha sido complementado por los conceptos siguientes:

- Coste de expropiaciones y afecciones a terceros: al efecto de tener en cuenta el coste de terrenos, expropiaciones, servicios afectados y gestión de terceros.
- Coste de supervisión y control de calidad.

Que forman en conjunto lo que se ha denominado como Presupuesto Global de la inversión.

A continuación, se adjunta el coste desglosado por capítulos estimado para cada una de las alternativas.

DESGLOSE DEL PRESUPUESTO	Alternativa A	Alternativa B
MOVIMIENTO DE TIERRAS	912.428,68	730.281,09
TRATAMIENTOS DE TERRENO	200.000,00	80.000,00
FALSO TUNEL	6.134.278,48	4.598.462,48
TÚNELES	66.087.000,93	73.017.467,34
DRENAJE	168.699,66	287.916,68
SUPERESTRUCTURA	3.420.269,91	3.550.114,38
SEGURIDAD Y COMUNICACIONES	729.250,00	729.250,00
ELECTRIFICACIÓN	1.804.385,00	1.829.124,00
INTEGRACIÓN AMBIENTAL	2.242.934,82	2.148.324,68
SERVICIOS AFECTADOS	347.490,00	249.990,00
REPOSICIÓN DE VIALES Y ACCESOS A OBRA	357.100,97	343.872,50
OTROS CONCEPTOS	5.073.572,00	5.073.572,00
IMPREVISTOS Y VARIOS	8.747.741,05	9.263.837,52
SEGURIDAD Y SALUD	1.924.503,03	2.038.044,25
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	98.149.654,53	103.940.256,92
16,00 % GASTOS GENERALES	15.703.944,72	16.630.441,11
6,00 % BENEFICIO INDUSTRIAL	5.888.979,27	6.236.415,42
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	119.742.578,52	126.807.113,45
21,00 % I.V.A.	25.145.941,49	26.629.493,82
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA	144.888.520,01	153.436.607,27
Expropiaciones y Afecciones a terceros	7.441.711,00	1.433.638,00
Control y vigilancia (3 % s/PEM)	2.944.489,64	3.118.207,71
Patrimonio artístico (1,5 % s/PEM)	1.472.244,82	1.559.103,85
PRESUPUESTO GLOBAL	149.305.254,47	159.547.556,83

6 Estudio de Impacto Ambiental

En el Documento nº4 del presente Estudio Informativo se adjunta el Es.I.A. que tiene como objeto realizar el análisis ambiental de las alternativas incluidas en el *Estudio Informativo de la Variante Sur de Bilbao. Fase I*, habiéndose elaborado en coordinación con el resto de los estudios técnicos que componen la definición de esa actuación y redactado según los contenidos especificados en el anexo VI de la *Ley 21/2013 de evaluación de impacto ambiental*.

El estudio se centra en el análisis y evaluación ambiental de las alternativas que se han planteado a nivel técnico en la última versión del "Estudio Informativo de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao, Fase I", con el fin de determinar qué actuaciones del proyecto son susceptibles de provocar impactos y definir, en su caso, las medidas de protección, corrección y compensación ambiental que fueran precisas para proteger la calidad ambiental del entorno afectable por el proyecto.

Al objeto de dar cumplimiento a la normativa de Evaluación de Impacto Ambiental, el estudio se ha estructurado en los siguientes capítulos principales:

- Objeto y descripción del proyecto. Se justifica la actuación, se establecen los condicionantes del proyecto y se identifican las acciones capaces de provocar alteración tanto en fase de obras como de funcionamiento.
- Examen de alternativas del proyecto que resulten ambientalmente más adecuadas y que sean técnicamente viables, así como justificación de la solución adoptada.
- Inventario Ambiental, en el que se describe y evalúa las condiciones ambientales del medio físico sobre el que se proyecta la ejecución del proyecto, considerando los distintos elementos, procesos y mecanismos abióticos, bióticos y humanos que lo conforman.
- Identificación de Impactos, que establece, a partir de los anteriores análisis, los impactos que, potencialmente, se podrían derivar del proyecto hacia los elementos del medio.
- Valoración de Impactos, en la que se evalúa la gravedad de los impactos sobre los elementos del medio, teniendo en cuenta la categorización de impactos establecidas en la normativa legal vigente de E.I.A.
- Establecimiento de medidas preventivas, correctoras y compensatorias para reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales significativos de cada uno de los impactos detectados.
- Programa de vigilancia y seguimiento ambiental de las medidas preventivas y correctoras previstas para minimizar o corregir los impactos.
- Presupuesto.
- Planos de los elementos del medio físico analizados.
- Apéndices en los que se incluyen los estudios de ruido, vibraciones, hidrogeológico y el documento de síntesis del presente Es.I.A.

El Estudio de impacto incorpora un **inventario ambiental** a partir del cual se han determinado los elementos ambientales sobre los que, potencialmente, la construcción y explotación de la infraestructura ferroviaria podría generar impactos.

6.1 Impactos ambientales

El documento incluye un análisis pormenorizado de los impactos ambientales que se estiman asociados a cada una de las alternativas. La valoración de los impactos se ha realizado para un área de influencia de la traza ferroviaria de 200 m a ambos lados de la misma, es decir, se ha valorado el impacto para un *buffer* de 400 metros de ancho a lo largo de todo el recorrido de la vía, lo cual en muchos casos puede implicar una sobrevaloración de la magnitud del impacto, dado que, en el caso de ambas alternativas, buena parte de la traza ferroviaria discurre por túnel. En cualquier caso, a menos que se indique lo contrario, se ha optado por realizar la valoración de impactos de este modo, para garantizar que todas las acciones asociadas con el proyecto, sean directas (la propia traza) o indirectas (infraestructuras auxiliares, temporales y permanentes) han sido tenidas en consideración a la hora de realizar la valoración.

La identificación de impactos se refleja en la correspondiente "matriz de identificación de impactos", en la que se señalan las acciones causantes de impacto y los aspectos del medio afectados por las mismas

Hecha la caracterización de los impactos, el proceso de valoración se desarrolla con objeto de asignar una magnitud a cada impacto: **Compatible**, **Moderado**, **Severo** o **Crítico**, cuyas definiciones se encuentran reguladas en la *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental*:

- Impacto ambiental **compatible**. Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras.
- Impacto ambiental **moderado**. Aquel cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- Impacto ambiental **severo**. Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un periodo de tiempo dilatado.
- Impacto ambiental **crítico**. Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

En base a la valoración cualitativa realizada por el equipo ambiental y expuesta en forma de Matriz de Valoración de impactos, se procederá a evaluar los criterios medio ambientales, dotando a cada una de las magnitudes de impacto descritas de un valor asociado que será inversamente proporcional al impacto detectado.

Una vez establecidos los criterios para determinar la magnitud de todos los impactos detectados, se presentan seguidamente las matrices de valoración de impactos, tanto para la fase de construcción, como para la fase de explotación. La parte medioambiental del análisis multicriterio está basada precisamente en los impactos estimados para cada una de las alternativas, que son los siguientes:

COD.	IMPACTO	Alternativa A. Construcción				Alternativa A. Explotación				Alternativa B. Construcción				Alternativa B. Explotación				
		Compatible	Moderado	Severo	Crítico	Compatible	Moderado	Severo	Crítico	Compatible	Moderado	Severo	Crítico	Compatible	Moderado	Severo	Crítico	
IMP01	Alteración de la calidad del aire e impacto del proyecto sobre el clima		M				M			C					M			
IMP02	Incremento de los niveles sonoros.		M			C				C				C				
IMP03	Incremento de los niveles vibratorios.		Sin impacto					M			Sin impacto				C			
IMP04	Afección al modelado del terreno		M				M				M				M			
IMP05	Alteración del suelo	C				Sin impacto				C				Sin impacto				
IMP06	Compactación del suelo	C				Sin impacto				C				Sin impacto				
IMP07	Contaminación química del suelo	C				C				C				C				
IMP08	Generación de procesos de erosión		M			Sin impacto					M			Sin impacto				
IMP09	Afección a elementos del patrimonio geológico		M			Sin impacto					M			Sin impacto				
IMP10	Alteración de la calidad de las aguas superficiales por vertidos accidentales y movimientos de tierras	C				C				C				C				
IMP11	Alteración de condiciones de inundabilidad		Sin impacto				Sin impacto				Sin impacto				Sin impacto			
IMP12	Riesgo de contaminación de los acuíferos por vertidos accidentales	C				C				C				C				
IMP13	Alteración de los flujos de agua subterránea		M			C					M			C				
IMP14	Eliminación de la cubierta vegetal	C				C				C				C				
IMP15	Afección a especies vegetales con figura de protección	C				C				C				C				
IMP16	Destrucción de hábitats faunísticos	C				C				C				C				
IMP17	Inducción de cambios en el comportamiento de las comunidades animales		M			C					M			C				
IMP18	Efecto barrera para las comunidades faunísticas	C				C				C				C				
IMP19	Modificación de las condiciones de sosiego para la fauna		M				M				M				M			
IMP20	Afección a la avifauna	C				Sin impacto				C				Sin impacto				
IMP21	Afección a H.I.C.	C				C				C				C				
IMP22	Alteración del paisaje	C				Sin impacto				C				Sin impacto				
IMP23	Alteración de elementos del patrimonio cultural		M			Sin impacto					M			Sin impacto				
IMP24	Alteración de la cuenca visual en valles fluviales		Sin impacto				Sin impacto				Sin impacto				Sin impacto			
IMP25	Modificación de servidumbres de paso		Sin impacto				Sin impacto				Sin impacto				Sin impacto			
IMP26	Consumo de recursos naturales		M				M				M				M			
IMP27	Generación de residuos		M				M				M				M			
IMP28	Control y gestión de E.E.I.		M			C					M			C				
IMP29	Interacción con suelos contaminados		M			Sin impacto					M			Sin impacto				
IMP30	Alteración a actividades socioeconómicas				S				S		Sin impacto				Sin impacto			
TOTAL		12	13	1	0	12	6	1	0	14	11	0	0	13	5	0	0	

La **conclusión** a la que se llega en base a los impactos detectados es que el hecho de que trazado ferroviario de ambas alternativas discurra en túnel, minimiza en gran medida la potencial afección de la infraestructura sobre el medio ambiente de la zona, sobre todo en fase de explotación.

También hay que mencionar que ninguna de las alternativas de trazado discurre sobre espacios protegidos y, por tanto, no se esperan afecciones directas, ni indirectas sobre los mismos.

Comparando la magnitud de los impactos de ambas alternativas, hay que indicar que:

- Para el caso de la Alternativa A se detectan 2 impactos severos (uno en fase de construcción y uno en fase de explotación).
- En la Alternativa B no se detectan impactos de magnitud severa, siendo el resto de magnitud moderada o compatible.

Como conclusión final, hay que señalar que, los impactos detectados pueden ser minimizados o corregidos mediante la puesta en marcha de las medidas protectoras y correctoras que especifican en el **apartado 10** o por aquellas otras que, de ser necesario, en virtud de lo que establezca la Dirección Ambiental de Obra, pudieran considerarse precisas como adicionales durante la ejecución de las obras. Así mismo, en este estudio también se han planteado una serie de medidas compensatorias para compensar el impacto crítico detectado.

6.2 Propuesta de medidas preventivas, correctoras y compensatorias

Una vez detectados los impactos se procede a redactar las **medidas preventivas, correctoras y compensatorias** dirigidas a la eliminación, reducción o compensación de los efectos ambientales negativos significativos de la ejecución y explotación de las alternativas, así como la integración ambiental del trazado y sus elementos asociados.

El planteamiento y diseño de todas estas medidas se ha realizado al nivel de detalle suficiente para la escala de trabajo del Estudio Informativo, debiendo, en todo caso, ser desarrolladas con mayor definición o modificadas cuando se redacten de los correspondientes proyectos constructivos. Así mismo, se han incluido planos de ubicación de estas medidas en el apartado correspondiente.

Para cada una de las medidas preventivas, correctoras o compensatorias que se incluyen en este apartado del EsIA se ha incluido su nombre, un código (relacionado con el elemento ambiental para el cual se plantea la medida), así como si es preventiva, correctora o compensatoria.

Las medidas que se proponen se desglosan en función de la fase en que deban adoptarse, esto es:

- Fase pre-operacional: básicamente se trata de medidas de prevención de impacto, siendo por tanto las más importantes y eficaces, al evitar que el daño o alteración llegue a producirse.
- Fase de construcción: las medidas tienen como objetivo prevenir o minimizar los posibles impactos.
- Fase de explotación: en esta fase las medidas tienen como objetivo prevenir o minimizar los impactos derivados del funcionamiento de la infraestructura.

Las tipologías de medidas que se proponen son las siguientes:

- Medidas preventivas: son aquellas que tienen como objeto evitar que se produzca un impacto o, en el peor de los casos, minimizar los efectos negativos sobre los elementos ambientales.

- Medidas correctoras: son aquellas dirigidas a reparar los efectos ambientales ocasionados por las acciones del proyecto que no hayan sido posible eliminar mediante la aplicación de medidas preventivas.
- Medidas compensatorias: son aquellas medidas que quedan definidas en el artículo 3, apartado 24 de la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, es decir, *“son medidas específicas incluidas en un plan o proyecto, que tienen por objeto compensar, lo más exactamente posible, su impacto negativo sobre la especie o el hábitat afectado”*.

Seguidamente se presenta una tabla en la que quedan resumidas todas las medidas preventivas, correctoras y compensatorias establecidas para la VSF en Fase 1 en sus fases P: “Fase Pre-operacional”, C: “Fase de Construcción”, E: “Fase de Explotación” recogidas en el EsIA.

Elemento ambiental	Código	Medida	Tipo	P	C	E
	GEN01	Equipo medioambiental de la obra	Preventiva	X	X	
	GEN02	Ubicación de instalaciones auxiliares	Preventiva	X	X	X
	GEN03	Programación de la obra	Preventiva	X		
	GEN04	Diseño de un Plan de Emergencia Medioambiental	Preventiva	X		
	GEN05	Puesta en marcha del Plan de Emergencia Medioambiental	Correctora		X	X
	GEN06	Diseño de Proyectos de Restauración Ambiental	Correctora	X		
	GEN07	Ejecución de la Restauración Ambiental	Correctora		X	
	GEN08	Limpieza final de los tajos de obra	Correctora		X	
	GEN09	Diseño y puesta en marcha de una Red de Control Ambiental	Preventiva	X	X	X
	GEN10	Manual de Buenas Prácticas Ambientales	Preventiva		X	X
	GEN11	Gestión de excedentes de excavación			X	
Clima y Atmósfera	AIR01	Utilización de toldos para el transporte de material pulverulento	Preventiva		X	
Clima y Atmósfera	AIR02	Riego de superficies pulverulentas	Preventiva		X	
Clima y Atmósfera	AIR03	Limitación de la velocidad en zona de obras	Preventiva		X	
Clima y Atmósfera	AIR04	Ubicación de acopios de material pulverulento	Preventiva		X	
Clima y Atmósfera	AIR05	Instalación de lava-ruedas	Preventiva		X	
Clima y Atmósfera	AIR06	Revegetación temprana en zonas con riesgo manifiesto de erosión	Preventiva		X	
Clima y Atmósfera	AIR07	Movimiento de vehículos y maquinaria de obra	Preventiva		X	
Clima y Atmósfera	AIR08	Optimización del uso de la maquinaria	Preventiva		X	
Condiciones acústicas y vibraciones	ACU01	Establecimiento de Prescripciones técnicas medioambientales para fuentes generadoras de ruido y vibraciones	Preventiva	X		
Condiciones acústicas y vibraciones	ACU02	Estudios acústicos y vibratorios de detalle	Preventiva	X		
Condiciones acústicas y vibraciones	ACU03	Procedimiento de carga y descarga	Preventiva		X	
Condiciones acústicas y vibraciones	ACU04	Priorización de las mejores técnicas disponibles en cuanto a maquinaria de obra	Preventiva		X	
Condiciones acústicas y vibraciones	ACU05	Mantenimiento de vehículos	Preventiva		X	
Condiciones acústicas y vibraciones	ACU06	Restricción de la duración de la jornada laboral	Preventiva		X	
Condiciones acústicas y vibraciones	ACU07	Limitación de velocidad en zona de obras	Preventiva		X	
Condiciones acústicas y vibraciones	ACU08	Organización de los parques de maquinaria	Preventiva		X	
Condiciones acústicas y vibraciones	ACU09	Instalación de pantallas temporales de protección acústica	Correctora		X	
Condiciones acústicas y vibraciones	ACU10	Optimización del uso de la maquinaria	Preventiva		X	
Condiciones acústicas y vibraciones	ACU11	Control de vibraciones en fase de obra				
Condiciones acústicas y vibraciones	ACU12	Instalación de material aislante frente a ruido	Correctora			X
Condiciones acústicas y vibraciones	ACU13	Realización de controles periódicos de ruido	Preventiva			X
Geología, Geomorfología y L.I.G.	GEO01	Optimización de movimientos de tierra y reutilización de excedentes	Preventiva	X		
Geología, Geomorfología y L.I.G.	GEO02	Diseño de la morfología del trazado	Preventiva	X		
Geología, Geomorfología y L.I.G.	GEO03	Delimitación de la superficie de actuación	Preventiva		X	

Elemento ambiental	Código	Medida	Tipo	P	C	E
Geología, Geomorfología y L.I.G.	GEO04	Control de los movimientos de tierra	Preventiva		X	
Geología, Geomorfología y L.I.G.	GEO05	Ejecución de los proyectos de restauración morfológica de los terrenos	Correctora		X	
Geología, Geomorfología y L.I.G.	GEO06	Control del estado de drenajes	Preventiva			X
Geología, Geomorfología y L.I.G.	GEO07	Control de la evolución de las revegetaciones	Preventiva			X
Hidrología superficial e hidrogeología	HID01	Diseño de estructuras de drenaje	Preventiva	X		
Hidrología superficial e hidrogeología	HID02	Diseño de vados provisionales para cauces	Preventiva	X		
Hidrología superficial e hidrogeología	HID03	Estudios de inundabilidad	Preventiva	X		
Hidrología superficial e hidrogeología	HID04	Estudios hidrogeológicos	Preventiva	X		
Hidrología superficial e hidrogeología	HID05	Gestión de autorizaciones	Preventiva		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID06	Mantenimiento de caudales ecológicos	Preventiva		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID07	Ubicación de instalaciones auxiliares en relación con los cauces	Preventiva		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID08	Instalación de barreras de retención de sedimentos	Preventiva		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID09	Instalación de balsas de decantación	Preventiva		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID10	Instalación de puntos de limpieza de canaletas de hormigoneras	Preventiva		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID11	Construcción de vados provisionales en cauces	Preventiva		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID12	Gestión de los sólidos procedentes de las aguas del proceso de excavación de túneles			X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID13	Protocolo de actuación ante vertidos accidentales que afecten a la hidrología superficial	Correctora		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID14	Protocolo de actuación ante vertidos accidentales que afecten a la hidrología subterránea	Correctora		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID15	Mantenimiento del funcionamiento hidráulico y de calidad de las aguas subterráneas	Preventiva		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID16	Gestión de aguas residuales	Preventiva		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID17	Retirada de vados provisionales	Correctora		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID18	Control de calidad de agua subterránea y de niveles piezométricos	Preventiva			X
Suelos	SUE01	Establecimiento de prescripciones técnicas para la conservación de tierra vegetal	Preventiva	X		
Suelos	SUE02	Redacción de Estudios de Gestión de Residuos para los proyectos constructivos y Estudios de Ruina	Preventiva	X		
Suelos	SUE03	Protección de suelos de alta calidad agrológica	Preventiva	X		
Suelos	SUE04	Redacción del Plan de Gestión de Residuos	Correctora	X		
Suelos	SUE05	Acondicionamiento y reutilización de tierra vegetal	Correctora		X	
Suelos	SUE06	Descompactación de suelos	Correctora		X	
Suelos	SUE07	Gestión de residuos	Correctora		X	
Suelos	SUE08	Informe final de gestión de residuos	Correctora		X	
Suelos	SUE09	Instalación del parque de maquinaria	Preventiva		X	
Suelos	SUE10	Protocolo de actuación ante derrames accidentales	Preventiva		X	
Suelos	SUE11	Protocolo de actuación en zonas incluidas en el inventario de emplazamientos con actividades potencialmente contaminantes del suelo de la CAPV	Preventiva			X
Suelos	SUE12	Control de calidad de tierras excedentarias en zona portuaria	Preventiva		X	
Suelos	SUE13	Actuación ante emergencias medioambientales	Preventiva			X
Vegetación	VEG01	Minimización de las superficies de ocupación proyectadas	Preventiva	X		
Vegetación	VEG02	Estudio en detalle de la vegetación	Preventiva	X		
Vegetación	VEG03	Redacción de proyectos de restauración vegetal	Correctora	X		
Vegetación	VEG04	Control de la superficie de ocupación	Preventiva		X	
Vegetación	VEG05	Programación de la ejecución de movimientos de tierra	Preventiva		X	
Vegetación	VEG06	Restricción del desbroce	Preventiva		X	

Elemento ambiental	Código	Medida	Tipo	P	C	E
Vegetación	VEG07	Buenas Prácticas Ambientales para la protección de la vegetación colindante a las obras	Preventiva		X	
Vegetación	VEG08	Control de dispersión de Especies vegetales Exóticas Invasoras por movimiento de tierras	Preventiva		X	
Vegetación	VEG09	Ejecución de la restauración vegetal	Preventiva		X	
Vegetación	VEG10	Labores iniciales de mantenimiento de la vegetación	Correctora			X
Vegetación	VEG11	Reposición de marjas	Correctora			X
Vegetación	VEG12	Control y gestión de Especies Exóticas Invasoras	Correctora			X
Fauna	FAU01	Delimitación de zonas de protección de la fauna amenazada o de alto valor ecológico	Preventiva	X		
Fauna	FAU02	Restricciones temporales de las actividades de la obra	Preventiva		X	
Fauna	FAU03	Prevención de contaminación de cauces por especies invasoras	Preventiva		X	
Fauna	FAU04	Minimización de contaminación lumínica	Preventiva		X	
Hábitats y espacios naturales de interés	HAB01	Determinación y balizamiento <i>in situ</i> de hábitats a proteger	Preventiva	X		
Hábitats y espacios naturales de interés	HAB02	Diseño de proyectos de restauración específicos en las inmediaciones de HIC	Preventiva	X		
Hábitats y espacios naturales de interés	HAB03	Minimización de las emisiones de polvo	Preventiva		X	
Hábitats y espacios naturales de interés	HAB04	Restauración ambiental en las inmediaciones de HIC	Preventiva		X	
Paisaje	PAI01	Delimitación de paisajes singulares o sobresaliente	Preventiva	X		
Paisaje	PAI02	Criterios generales para la integración paisajística de las obras	Preventiva	X		
Paisaje	PAI03	Regeneración paisajística en zonas llanas y fondos de valle	Correctora		X	
Paisaje	PAI04	Regeneración paisajística en taludes	Correctora		X	
Paisaje	PAI05	Regeneración paisajística en accesos de salidas de emergencia	Correctora		X	
Paisaje	PAI06	Regeneración paisajística en caminos de acceso	Correctora		X	
Paisaje	PAI07	Acabado de superficies	Correctora		X	
Patrimonio cultural	PAT01	Prospección arqueológica superficial	Preventiva	X		
Patrimonio cultural	PAT02	Control arqueológico a pie de obra	Preventiva		X	
Patrimonio cultural	PAT03	Señalización del trazado del Camino de Santiago	Preventiva		X	
Patrimonio cultural	PAT04	Balizamiento de elementos inventariados del patrimonio cultural	Preventiva		X	
Patrimonio cultural	PAT05	Medidas específicas para la protección de elementos inventariados del patrimonio cultural	Preventiva		X	
Medio socio-económico	SOC01	Diseño de medidas de permeabilidad territorial	Preventiva	X		
Medio socio-económico	SOC02	Control de la superficie de ocupación	Preventiva		X	
Medio socio-económico	SOC03	Mantenimiento de servidumbres, servicios y de la permeabilidad territorial	Correctora		X	
Medio socio-económico	SOC04	Control de los movimientos de maquinaria	Preventiva		X	
Medio socio-económico	SOC05	Control de emisión de ruido durante la ejecución de las obras	Preventiva		X	
Medio socio-económico	SOC06	Control de emisiones de ruido debidas al paso de trenes	Preventiva			X
Medidas Compensatorias	COM01	Eliminación de especies vegetales invasoras	Compensatoria		X	X
Medidas Compensatorias	COM02	Creación de un humedal para potenciar anfibios y aves acuáticas.	Compensatoria		X	X
Medidas Compensatorias	COM03	Recuperación de hábitats para especies protegidas	Compensatoria		X	

6.3 Programa de vigilancia ambiental

El EsIA recoge también un Programa de Vigilancia Ambiental (P.V.A.) que tiene por objeto garantizar la correcta ejecución de las medidas protectoras y correctoras propuestas en el presente Estudio de Impacto, con el fin último de conseguir una adecuada protección medioambiental del ámbito del proyecto de la V.S.F. y de sus inmediaciones. De forma pormenorizada, un P.V.A. debe permitir:

- Controlar la correcta ejecución de las medidas previstas en este Estudio de Impacto Ambiental, tanto durante la fase de construcción, como durante la fase de explotación del proyecto, así como la

adecuación de las mismas a los criterios establecidos en la correspondiente Declaración de Impacto Ambiental (D.I.A.).

- Verificar que los materiales utilizados para llevar a cabo las medidas preventivas, correctoras o compensatorias de este Es.I.A., tales como aportes de tierra, plantas, agua, etc., son adecuados para llevar a cabo la protección ambiental del territorio por el que ha de discurrir la V.S.F.
- Comprobar la eficacia de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias establecidas en este Es.I.A. y, cuando dichas medidas no surtan los efectos oportunos, determinar las causas y establecer las medidas adicionales necesarias para corregir la situación detectada.
- Detectar impactos no previstos en este Es.I.A. y establecer las medidas adecuadas para prevenirlos, minimizarlos o corregirlos.
- Realizar un informe periódico (anual) durante un plazo mínimo de tres años, contados desde la emisión del acta provisional de las obras, sobre el estado y evolución de las zonas en recuperación, restauración e integración ambiental.
- Definir el tipo de informes y la frecuencia para elaboración y remisión al Órgano Ambiental.

También hay que señalar que el grado de desarrollo del P.V.A. debe realizarse en concordancia con el estadio en el que se encuentra el proyecto, de manera que el grado de concreción del presente P.V.A. se ha adecuado a un Estudio Informativo. Una vez se elabore el proyecto constructivo, el P.V.A. deberá contar con un mayor nivel de detalle en los aspectos relativos a lugares y tipo de muestreo en cada caso, toma de datos, frecuencia para la realización de los controles, metodologías para realizar dichos controles, tratamiento de los datos, etc.

En definitiva, la correcta ejecución del P.V.A. resulta fundamental para conseguir que todo lo expuesto en el presente Estudio sirva verdaderamente para la protección medioambiental de la zona afectada por las obras. Por ello, el P.V.A. debe proponer aspectos como:

- Una programación para la realización de todas las tareas de control previstas.
- Metodologías para la toma de datos y tratamiento de los mismos.
- Y, siempre que sea preciso, medidas de actuación ante impactos que no hayan podido ser previstos en este Estudio de Impacto Ambiental.

En el EsIA se describe con detalle el P.V.A para el estudio informativo, tanto para la fase de construcción, como para la fase de explotación. Cabe reseñar que, en caso necesario, además de los estudios y análisis que se señalan, se deberán realizar aquellos otros específicos cuando se presenten circunstancias o sucesos excepcionales que impliquen deterioro ambiental o situaciones de riesgo, tanto durante la fase de construcción como en la de explotación.

El documento incluye la valoración del coste que la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental descrito supondrá para el contratista de la obra. Se trata de una estimación preliminar que, habrá de concretarse en los correspondientes proyectos constructivos.

Dado que a nivel constructivo ambas alternativas son muy similares, se prevé que la duración de ambas sea equivalente, por lo que el coste de la ejecución del P.V.A. será similar en ambos casos.

En cualquier caso, hay que tener en cuenta que la partida del P.V.A. no formará parte del capítulo presupuestario de Integración Ambiental, sino que se considerará incluido dentro del apartado de Control y Vigilancia de las Obras, que conforma el Presupuesto para Conocimiento de la Administración.

6.4 Presupuesto de integración ambiental

El contenido del EsIA incluye la estimación de un presupuesto de integración ambiental para cada una de las alternativas analizadas, valoración que habrá de ser actualizada en los posteriores proyectos constructivos y que se ha incluido como tal en la Valoración económica de alternativas recogida en el Documento nº3.

7 Análisis de riesgos

El presente documento incluye como Anejo nº21 un Análisis de riesgos que pretende ser un análisis preliminar de los riesgos hipotéticos que podrían producirse en la nueva infraestructura una vez esta entre en servicio. El objetivo de este análisis, no preceptivo dentro de un Estudio Informativo, es servir de referencia para la elaboración, dentro del Estudio de Impacto Ambiental, del apartado específico para la identificación, descripción y análisis de los efectos derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes y sobre los probables efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, en caso de que ocurran.

Este apartado incluido en el Estudio de Impacto Ambiental viene marcado por la Ley 9/2018, de Diciembre de 2018, que ha llevado a cabo numerosas modificaciones en la regulación del procedimiento de evaluación de impacto ambiental, entre otras, las necesarias para completar la transposición a nuestro Derecho de la Directiva 2014/52/UE.

En los apartados que se desarrollan a continuación se introduce el análisis de riesgo de proyecto. Así mismo, como **Apéndice 21.1** se incluyen a modo de tablas los **registros de las amenazas** asociables a la nueva infraestructura.

8 Selección de Alternativas

Una vez desarrolladas técnicamente las alternativas que cumplen con el objeto del presente Estudio Informativo se realiza un "Análisis Multicriterio, en el que se comparan pormenorizadamente ambas soluciones al objeto de obtener datos que permitan decidir la mayor idoneidad de alguna de ellas. En el Anejo nº19 se recogen las bases, criterios y resultados del Análisis Multicriterio desarrollado

El análisis multicriterio está basado en el realizado en su día en el marco del "Estudio Informativo de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao. Fase1", adoptándose, con carácter general, idénticos criterios y factores.

El análisis comparativo se centra ahora a las trazas de la Conexión de la VSF con el túnel del Serantes, limitándose a comparar entre sí las dos alternativas desarrolladas a en el ámbito de Ortuella.

La primera de estas alternativas coincide con la incluida en las Alternativas 1 y 2 del Estudio Informativo previo, que en Ortuella compartían un trazado idéntico para los ramales de conexión con el túnel del Serantes. La segunda alternativa surge como consecuencia de las alegaciones presentadas durante el trámite de Información Pública del Estudio Informativo, donde parte de las alegaciones recogidas se centraban en la zona de Ortuella y, especialmente, en la posible afección a derechos mineros que podría no estar recogida en el multicriterio original en toda su magnitud.

A lo largo del análisis multicriterio desarrollado se analizan comparativamente las 2 alternativas, para ello, en primer se deben establecer los objetivos que se pretenden alcanzar, y que vienen determinados, para el caso de una infraestructura pública como la contemplada, por las distintas expectativas o exigencias que la sociedad se plantea ante una inversión de este tipo.

Los objetivos que se consideran son los que se describen a continuación:

- **Inversión inicial:** Se busca optimizar la inversión inicial a realizar.
- **Minimización afecciones a terceros.** La alternativa seleccionada debería minimizar en la medida de lo posible las afecciones a terceros. Este factor sustituye al análisis coste beneficio utilizado en el análisis multicriterio del Estudio Informativo original.
- **Funcionalidad:** La alternativa seleccionada debería ofrecer las mejores prestaciones tanto al tráfico de viajeros como al de mercancías y, por otra parte, de cara a la administración, ser la de mayor escalabilidad para posibilitar una adecuada laminación de la inversión necesaria.
- **Movilidad:** La alternativa seleccionada debería ser la de mayores ventajas desde el punto de vista de la movilidad: mayores ahorros en tiempo, mayor número de circulaciones y más compatible con los requisitos de las altas prestaciones.
- **Urbanístico y territorial:** La alternativa seleccionada debería ser la que mejor se adaptase al planeamiento urbanístico o la que menores implicaciones urbanísticas tenga, y debería evitar la creación de efecto barrera en poblaciones, o por lo menos reducir dicho efecto.
- **Mantenimiento:** Se busca optimizar el coste de mantenimiento de la nueva infraestructura.
- **Electrificación:** Valorar las diferencias entre los requisitos de electrificación de las alternativas propuestas.
- **Ambiental:** La alternativa seleccionada debería provocar el mínimo impacto sobre el medioambiente, en todas las facetas en que este puede considerarse.

En vista de la generalidad de los objetivos que se persiguen, se considera necesario establecer una serie de indicadores que permitan evaluar el grado de cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados.

8.1 Indicadores

La determinación de los indicadores de evaluación constituye el punto más importante del análisis, ya que éstos finalmente conformarán la caracterización de las distintas alternativas, y deben, por tanto, poder destacar las diferencias reales entre ellas en orden al cumplimiento de los objetivos establecidos.

La evaluación que se realiza a través de estos indicadores debe ser homogénea y sobre una escala de 0 a 1. Las distintas variables contempladas en los indicadores pueden ser cuantificables o cualificables. En cualquier caso la evaluación de cada indicador expresa el grado de satisfacción en la escala ya descrita, bien mediante funciones numéricas de transformación, o bien mediante una cualificación a la que le corresponde una valoración numérica.

A continuación se exponen los indicadores que se han establecido:

8.1.1 Indicador de Inversión Inicial

Se ha considerado a efectos del presente análisis multicriterio como indicador de partida el volumen de inversión, medido a través de la estimación realizada de su Presupuesto Base de Licitación (PBL). La valoración de este indicador se propone inversamente proporcional a la inversión necesaria para cada alternativa.

La asignación de una puntuación entre 0 y 1 se hará de manera que la alternativa más barata obtenga la máxima puntuación (1) y la valoración del resto de alternativas se realice en base al porcentaje en que la alternativa excede el Presupuesto Global de la más barata.

8.1.2 Indicador de Afecciones a terceros

Este indicador pretende contrastar y poner en valor las diferencias de las alternativas de trazado en Ortuella en base a las afecciones a terceros derivadas de la ejecución de la nueva infraestructura, adoptando como valor de cuantificación la estimación de las compensaciones económicas derivadas de la actuación en esta área.

La cuantificación incluye la valoración de expropiaciones definitivas y ocupaciones temporales, las edificaciones afectadas, su naturaleza y actividad y los derechos adquiridos por terceros que pudieran verse afectados por la construcción de la nueva infraestructura o su posterior explotación.

La asignación de una puntuación entre 0 y 1 se hará de manera que la ausencia de afecciones obtenga la máxima puntuación (1) y la alternativa de mayor cuantía obtenga una valoración de cero (0). La valoración de la alternativa de menor importe se calculará por interpolación lineal entre ambos valores.

8.1.3 Indicadores de funcionalidad

Bajo esta denominación se recogen por una parte, aquellos aspectos que hacen sentir a los operadores de la vía y a los usuarios que está circulando por una vía cómoda, funcional y a la vez segura. Por otra parte, también se valora en este capítulo el hecho de que la solución permita una adecuada programación de la

inversión en cuanto a su progresividad. En definitiva, se valora la funcionalidad tanto para el usuario como para la Administración.

Se consideran los siguientes indicadores:

- **Indicador de cumplimiento de normativa vigente:**
Se trata de un indicador cuantitativo que valora la adecuación a los criterios de diseño establecidos por la normativa vigente en lo que a trazado se refiere se penalizarán en este indicador.
Se asigna valoración entre 0 y 1. Se parte del valor 1 y se resta 0,10 puntos por cada incumplimiento y 0,025 puntos por la adopción de valores excepcionales.
- **Indicador de Velocidad media de recorrido:**
Este indicador tendrá en cuenta la velocidad media que puede alcanzar un tren de mercancías a lo largo del recorrido, teniendo en cuenta el trazado diseñado en planta y alzado para cada una de las alternativas y las limitaciones de velocidad impuestas por los aparatos de vía diseñados a lo largo del recorrido Kadagua-Serantes y Serantes-Kadagua y las condiciones de contorno en el inicio y final del trazado.
Con ayuda del programa DUPLO de simulación de marchas tipo, se ha procedido a la implementación del trazado del itinerario obteniéndose diagramas de velocidades para ambas alternativas, tanto para el itinerario de ida como para el de vuelta. El análisis de velocidad media se ha realizado considerando un mercancías de 1240 Tn. remolcado por una 253 Bombardier.
Se asigna valoración entre 0 y 1 a las velocidades de recorrido entre el mínimo de 50 Km/h y la de la alternativa que obtiene una mayor velocidad media.
- **Indicador de escalabilidad de la solución:**
Al igual que el anterior, se trata de un indicador de valoración cualitativa, valorándose la posibilidad de acometer la materialización del corredor completo en sucesivas fases que respondan a una lógica funcional de la infraestructura. A mayor facilidad para esa implantación por fases, mayor puntuación se asignará a las alternativas. La manera de valorar la escalabilidad será la siguiente:
 - Muy Baja: 0
 - Baja: 0,25
 - Media: 0,50
 - Alta: 0,75
 - Muy Alta: 1

Para conseguir una única valoración para el objetivo funcional se asignan los siguientes pesos a los indicadores propuestos:

- Indicador de cumplimiento de normativa vigente – 0,30
- Indicador de velocidad media de recorrido – 0,40
- Indicador del Escalabilidad de la solución – 0,30

Se asignan pesos dando prioridad al indicador de velocidad media de recorrido, que se considera un aspecto de suma importancia. Los otros dos aspectos se igualan, con 0,30 de peso para cada uno.

8.1.4 Indicadores de movilidad

Se evalúan aquí las mejoras que la alternativa proporciona en lo referente a la movilidad en la red, tanto desde el punto de vista de ahorro en tiempo, como de la mayor o menor captación de tráfico y el futuro aprovechamiento como parte de una línea de altas prestaciones.

Para realizar esta comparación se consideran los siguientes indicadores:

- **Indicador de Tiempo de recorrido:**
Indicador cuantitativo que valora el tiempo de recorrido de la línea basado en el gráfico de velocidades desarrolladas a lo largo de cada una de las alternativas, de acuerdo con la modelización realizada con el programa DUPLO que se describía en el apartado anterior.
Se valora entre 0 y 1: 1 para la alternativa con menor tiempo de recorrido y 0 para aquella que llegue a duplicar ese tiempo. La valoración de la alternativa menos rápida será proporcional al porcentaje de tiempo en que supera a la alternativa más rápida.
- **Indicador Captación de tráfico:**
Indicador cuantitativo que tiene en cuenta, frente a la situación actual, la posibilidad que aportan las alternativas nuevas de crecimiento de circulaciones con origen/ destino el Puerto de Bilbao.
- **Indicador de compatibilidad con altas prestaciones:**
Indicador cuantitativo que valora el aprovechamiento de la nueva infraestructura como parte de una futura línea de altas prestaciones. Se valora en base a la longitud de vía proyectada que cumple con los parámetros geométricos y de sección requeridos para una línea de altas prestaciones de velocidad de proyecto 250 km/h.
Se valora entre 0 y 1; 0 para la mínima longitud (situación actual) y 1 para la alternativa de mayor longitud aprovechable.

Los pesos asignados a estos indicadores para la obtención de una evaluación global del objetivo de mejora de la movilidad son:

- Indicador de Tiempo de recorrido – 0,60
- Indicador de Captación de Tráfico – 0,20
- Indicador de Captación de Tráfico de la Red Local – 0,20

8.1.5 Indicadores del objetivo Urbanístico y territorial

Se incluyen en este apartado los indicadores de evaluación de las implicaciones de las alternativas sobre el planeamiento urbanístico vigente así como sobre otras componentes de carácter territorial. Deben abarcar, tanto la valoración positiva del ajuste de la alternativa a una hipotética banda reservada para la infraestructura en el planeamiento correspondiente, como la valoración negativa de las posibles afecciones a suelos urbanos o urbanizables, afección a edificaciones existentes o creación de efecto barrera. Así, de acuerdo con esta descripción, los indicadores son:

- Indicador de Ajuste a banda de reserva

Con el fin de tener en cuenta como valor positivo el ajuste del corredor al suelo reservado para infraestructuras en el Planeamiento, se analiza el ajuste de las distintas alternativas a los suelos destinados a tales usos. Se evalúa por m² de ocupación de este tipo de suelos, ya sea ferroviario consolidado o sistema general ferroviario previsto en el planeamiento. A mayor porcentaje mayor valoración de manera que al 100 % le correspondería la puntuación 1 y al 0 % le correspondería un 0.

- Indicador Afección a suelos urbanos o urbanizables

Valoración negativa de la afección a suelos clasificados como urbanos o urbanizables en el Planeamiento. Se evaluará por m² de ocupación de este tipo de suelos, considerándose la máxima puntuación para aquellas alternativas que no interfieren en absoluto con dicho tipo de suelos, y la mínima puntuación a la mayor superficie de afección.

- Indicador Afección a edificaciones existentes

Se trata del mismo tipo de indicador que el del caso anterior, salvo porque ahora se evaluaría sobre edificaciones existentes. La valoración se repartiría igual que en el caso anterior, del máximo 1 en caso de no afección, al o para la máxima afección que se produce.

- Indicador Reducción efecto barrera

Se trata de un indicador de valoración cualitativa. La puntuación se asignaría entre 0 y 1, valorándose positivamente las alternativas que no introducen barreras en el entorno que dividen zonas de urbanización dispersa o consolidada, las separan de futuras áreas de desarrollo urbanístico, o dividen este tipo de áreas. Con el fin de homogeneizar y facilitar la valoración cualitativa de las alternativas se fija el siguiente guión de cualidades con la asignación de la evaluación correspondiente.

- Muy bajo: 0
- Bajo: 0,25
- Medio: 0,50
- Alto: 0,75
- Muy Alto: 1

Finalmente, para conseguir una única valoración para el factor urbanístico se asignan los siguientes pesos a los indicadores propuestos:

- Indicador de Ajuste a banda de reserva – 0,20
- Indicador Afección a suelos urbanos o urbanizables – 0,20
- Indicador Afección a edificaciones existentes – 0,30
- Indicador Reducción efecto barrera – 0,30

Los pesos asignados responden a una penalización máxima dentro del objetivo a la afección de edificaciones existentes y similar al resto de los factores.

8.1.6 Indicadores de mantenimiento

El coste de mantenimiento de la infraestructura en un futuro será otro de los aspectos a tener en cuenta en la selección de alternativas. En igualdad de condiciones, a menor coste de mantenimiento más beneficiosa resultará la alternativa elegida.

Dado que la nueva infraestructura se encuentra en Fase de Estudio Informativo, los costes unitarios de mantenimiento de la línea se obtienen del Manual para la Evaluación de Inversiones de Ferrocarril de ADIF (2011), actualizando los valores monetarios según el incremento del IPC entre 2011 y 2017. A continuación se muestran estos costes (en euros de 2017):

- Costes de mantenimiento de la línea y sus respectivos equipos
 - Vía doble electrificada: 80.863 €/km de línea
 - Vía única electrificada: 40.431 €/km de vía única

- Vía única No electrificada: 30.035 €/km

El indicador premiaría aquella alternativa con menores costes de mantenimiento.

8.1.7 Indicadores de electrificación

El coste de implantación del subsistema de electrificación de la vía está incluido en la valoración económica de cada alternativa y, por tanto, incluido en el primero de los indicadores analizados en el presente multicriterio. No obstante, las diferencias de electrificación entre alternativas implican unos costes asociados a medio-largo plazo que habrían de ser tenidos en cuenta también a la hora de valorar cada una de las alternativas.

Con este objetivo se incluyó a priori el presente indicador en el Análisis comparativo de alternativas, contemplando, como ocurría en el caso anterior asociar una puntuación máxima a la alternativa que menores costes de electrificación implique durante la vida útil de la infraestructura.

8.1.8 Indicadores Ambientales

Se han adoptado como indicadores ambientales los incluidos en el Estudio de Impacto Ambiental que incorpora el presente "Estudio Informativo de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao. Fase I. Variante en Ortuella".

El Estudio de impacto incorpora un inventario ambiental a partir del cual se han determinado los elementos ambientales sobre los que, potencialmente, la construcción y explotación de la infraestructura ferroviaria podría generar impactos.

La identificación de impactos se refleja en la correspondiente "matriz de identificación de impactos", en la que se señalan las acciones causantes de impacto y los aspectos del medio afectados por las mismas

Hecha la caracterización de los impactos, el proceso de valoración se desarrolla con objeto de asignar una magnitud a cada impacto: **Compatible**, **Moderado**, **Severo** o **Crítico**, cuyas definiciones se encuentran reguladas en la *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental*:

- Impacto ambiental **compatible**. Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras.
- Impacto ambiental **moderado**. Aquel cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- Impacto ambiental **severo**. Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un periodo de tiempo dilatado.
- Impacto ambiental **crítico**. Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

Una vez establecidos los criterios para determinar la magnitud de todos los impactos detectados, se presentan seguidamente las matrices de valoración de impactos, tanto para la fase de construcción, como para la fase de explotación.

En base a la valoración cualitativa realizada por el equipo ambiental y expuesta en forma de Matriz de Valoración de impactos, se procederá a evaluar los criterios medio ambientales, dotando a cada una de las

magnitudes de impacto descritas de un valor asociado que será inversamente proporcional al impacto detectado.

COD.	IMPACTO
IMP01	Alteración de la calidad del aire e impacto del proyecto sobre el clima
IMP02	Incremento de los niveles sonoros.
IMP03	Incremento de los niveles vibratorios.
IMP04	Afección al modelado del terreno
IMP05	Alteración del suelo
IMP06	Compactación del suelo
IMP07	Contaminación química del suelo
IMP08	Generación de procesos de erosión
IMP09	Afección a elementos del patrimonio geológico
IMP10	Alteración de la calidad de las aguas superficiales por vertidos accidentales y movimientos de tierras
IMP11	Alteración de condiciones de inundabilidad
IMP12	Riesgo de contaminación de los acuíferos por vertidos accidentales
IMP13	Alteración de los flujos de agua subterránea
IMP14	Eliminación de la cubierta vegetal
IMP15	Afección a especies vegetales con figura de protección
IMP16	Destrucción de hábitats faunísticos
IMP17	Inducción de cambios en el comportamiento de las comunidades animales
IMP18	Efecto barrera para las comunidades faunísticas
IMP19	Modificación de las condiciones de sosiego para la fauna
IMP20	Afección a la avifauna
IMP21	Afección a H.I.C.
IMP22	Alteración del paisaje
IMP23	Alteración de elementos del patrimonio cultural
IMP24	Alteración de la cuenca visual en valles fluviales
IMP25	Modificación de servidumbres de paso
IMP26	Consumo de recursos naturales
IMP27	Generación de residuos
IMP28	Control y gestión de E.E.I.
IMP29	Interacción con suelos contaminados
IMP30	Afección a actividades socioeconómicas

8.2 Ponderación de los objetivos

Tal y como se ha indicado ya al inicio, el objetivo del análisis multicriterio es la consideración y ponderación de múltiples objetivos en un proceso de evaluación de alternativas, y con el fin de obtener una alternativa óptima global.

Así, una vez fijados los objetivos y concretada su evaluación, procede la asignación de una ponderación a dichos objetivos, en orden a su importancia u otras consideraciones, y con el fin de establecer la valoración final.

Los criterios utilizados para establecer la ponderación de los objetivos han sido:

- Dar la máxima importancia, y considerar por tanto con el mayor peso, y similar para ambos, los objetivos económico y medioambiental.
- Repartir el peso restante entre el resto de objetivos considerados.

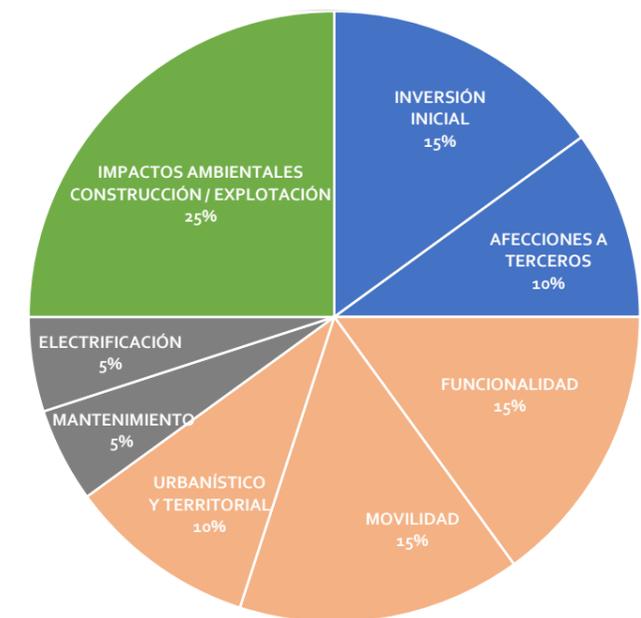
De acuerdo con estos criterios, se decide establecer el siguiente reparto:

- Objetivo Medioambiental: 25 %
- Objetivo Inversión Inicial: 15 %
- Objetivo Funcionalidad: 15 %
- Objetivo Movilidad: 15 %
- Objetivo Afecciones a terceros 10 %
- Objetivo Urbanístico y territorial: 10 %
- Objetivo Mantenimiento: 5 %
- Objetivo electrificación: 5 %

Atendiendo a la asignación de pesos relativos dentro de cada grupo de factores y a la asignación relativa final que se acaba de establecer para los distintos objetivos (grupos de factores) se han realizado unos gráficos, que se adjuntan en las siguientes páginas, que permiten analizar el peso final de cada uno de los indicadores incluidos en el análisis multicriterio.

En las páginas siguientes se muestra primero la tabla general en la que se recogen los indicadores contemplados para cada objetivo, cada uno con su peso relativo.

En base a dicha tabla se realizan dos gráficos que permiten visualizar el peso relativo de cada uno de los indicadores en el global del análisis.



INVERSIÓN INICIAL	15	100	PRESUPUESTO (PBL Euros)	15,00%
AFECCIONES A TERCEROS	10	100	ESTIMACIÓN COMPENSACIONES	10,00%
FUNCIONALIDAD	15	30	CUMPLIMIENTO NORMATIVA	4,50%
		40	VELOCIDAD MEDIA DE RECORRIDO	6,00%
		30	ESCALABILIDAD DE LA SOLUCIÓN	4,50%
MOVILIDAD	15	60	TIEMPO DE RECORRIDO	9,00%
		20	CAPTACIÓN DE TRÁFICOS	3,00%
		20	COMPATIB. ALTAS PRESTACIONES	3,00%
IMPLICACIONES URBANÍSTICAS TERRITORIALES	Y 10	20	AJUSTE BANDA RESERVA (%)	2,00%
		20	AFECCIÓN SUELOS URBANOS O URBANIZABLES (m2)	2,00%
		30	AFECCIÓN A EDIFICACIONES (m2)	3,00%
		30	EFECTO BARRERA (m2)	3,00%
MANTENIMIENTO	5	100	PRESUP. GLOBAL (PBL Euros)	5,00%
ELECTRIFICACIÓN	5	100	PRESUP. GLOBAL (PBL Euros)	5,00%
IMPLICACIONES MEDIOAMBIENTALES	25	100	IMPACTOS AMBIENTALES EN CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN EN FASE	25,00%

8.3 Matriz Decisional

La matriz decisional es el resultado final del proceso descrito y contará con tantas filas como Alternativas se comparan, en este caso 2, y tantas columnas como factores (grupos de indicadores) se han descrito en el apartado anterior.

8.3.1 Indicador de Inversión inicial

La estimación del coste de inversión de la infraestructura ha partido de los presupuestos de ambas alternativas recogidos en el Documento nº3.

DESGLOSE DEL PRESUPUESTO	Alternativa A	Alternativa B
PRESUPUESTO GLOBAL	144.888.520,01	153.436.607,27

De acuerdo con los valores obtenidos, los resultados a introducir en la matriz decisional se obtendrán de puntuar entre 0 y 1 los valores obtenidos de Presupuesto Global (PBL): La alternativa de menor coste de ejecución obtiene una valoración de 1, la más cara tendrá una valoración proporcional al porcentaje en que excede el presupuesto de la más barata.

	INVERSIÓN INICIAL	
	PRESUP PBL (€)	EVALUACIÓN GLOBAL
Alt. A	144.888.520	1,000
Alt. B	153.436.607	0,941

8.3.2 Indicador de afecciones a terceros

- Alternativa A: Esta alternativa genera afecciones a las parcelas del entorno por la necesidad de expropiar los terrenos donde quedará ejecutado el trazado en falso túnel y la ocupación temporal del área entorno a los mismos necesaria para ejecutar las obras. Genera además afecciones a tres naves industriales, de distinta naturaleza y entidad, y a un adosado a una edificación. Por último, y ya en el tramo en túnel en mina, podría derivar en afecciones a la actividad extractiva en la cantera ubicada sobre el túnel de línea.
- Alternativa B: Esta alternativa genera igualmente la expropiación de los terrenos donde quedará ejecutado el falso túnel y la ocupación temporal del área entorno a los mismos necesaria para su ejecución. Afecta, así mismo, a una nave industrial abandonada.

Teniendo en cuenta la naturaleza y entidad de las afecciones, al nivel que permite un estudio previo, se estima un importe máximo para estas compensaciones de:

Alternativa	Estimación compensaciones (€)
Alternativa A	7.441.711
Alternativa B	1.433.638

De acuerdo con el criterio de valoración establecido, la alternativa con mayor coste estimado, en este caso la Alternativa A, ostentaría una puntuación de 0. La valoración de la segunda alternativa se obtendría por interpolación lineal, siendo el valor de puntuación 1 el asociado al coste 0.

	AFECCIONES A TERCEROS	
	ESTIMACIÓN COMPENSACIONES	EVALUACIÓN GLOBAL
Alt. A	7.441.711	0,000
Alt. B	1.433.638	0,807

8.3.3 Indicadores de Funcionalidad

8.3.3.1 Cumplimiento de normativa vigente

Para analizar el grado de cumplimiento de la normativa vigente de cada una de las alternativas se toman como referencia los criterios de diseño geométrico recogidos en el Anejo nº6 y basados en el Borrador de la Instrucción Ferroviaria para el Proyecto y Construcción del Subsistema de Infraestructura (IFI-2.016) y que tienen en cuenta que la nueva infraestructura se diseña en su tronco central para tráfico mixto, de manera que puedan soportar a futuro tanto tráfico de viajeros como de mercancías.

Se asigna valoración entre 0 y 1. Se parte del valor 1 y se resta 0,10 puntos por cada incumplimiento y 0,025 puntos por la adopción de valores excepcionales.

ALTERNATIVA A

Tanto el trazado en planta como en alzado de la alternativa coincide con el propuesto en el Estudio Informativo antecedente inmediato del presente documento.

ALTERNATIVA B

Tanto el trazado en planta como en alzado de la alternativa mantienen los mismos parámetros mínimos adoptados en la Alternativa A.

Por tanto, la puntuación de ambas alternativas será idéntica, adoptando el valor 1.

8.3.3.2 Velocidad media de recorrido

Se adopta para este valor lo datos obtenidos de la introducción del trazado de ambas alternativas, con sus correspondientes condiciones de contorno (limitaciones de velocidad) en el programa DUPLO de simulación de marchas tipo. Se asigna valoración entre 0 y 1 a las velocidades de recorrido entre el mínimo de 50 Km/h y un máximo de 120 Km/h.

Los valores medios de ambos recorridos para cada alternativa serían:

Alternativa	Vmedia	Long.trayecto	T recorrido
Alternativa A	101,41	10,93	6´ 30"
Alternativa B	100,75	12,16	6´ 38"

8.3.3.3 Escalabilidad de la solución

Al igual que el anterior, se trata de un indicador de valoración cualitativa, valorándose la posibilidad de acometer la materialización del corredor completo en sucesivas fases que respondan a una lógica funcional de la infraestructura. A mayor facilidad para esa implantación por fases, mayor puntuación se asignará a las alternativas.

- Alternativa A: La escalabilidad se considera MEDIA. Perimiría conectar con la Fase 2 de la Variante Sur Ferroviaria o con el futuro corredor de altas prestaciones sin necesidad de haberse ejecutado la conexión con Olabeaga.
- Alternativa B: La escalabilidad se considera también MEDIA. Por idéntico motivo al anterior.

8.3.3.4 Valores para la Matriz decisional

De acuerdo con los valores obtenidos a lo largo del presente apartado, los resultados a introducir en la matriz decisional se obtendrían de puntuar entre 0 y 1 los valores obtenidos en los anteriores apartados para las distintas alternativas:

PESOS	FUNCIONALIDAD						EVALUACIÓN GLOBAL
	CUMPLIMIENTO NORMATIVA VIGENTE	EVALUACIÓN Z	VELOCIDAD MEDIA DE RECORRIDO	EVALUACIÓN Z	ESCALABILIDAD DE LA SOLUCIÓN	EVALUACIÓN Z	
	30		40		30		
Alt. A	o incump / o eccp	1,000	101,41 km/h	1,000	MEDIA	0,500	0,850
Alt. B	o incump / o eccp	1,000	100,75 km/h	0,987	MEDIA	0,500	0,845

8.3.4 Indicadores relacionados con la Movilidad

8.3.4.1 Tiempo de recorrido

Indicador cuantitativo que valora el tiempo de recorrido de la línea basado en el gráfico de velocidades desarrolladas a lo largo de cada una de las alternativas, de acuerdo con la modelización realizada con el programa DUPLO que se describía en el apartado anterior.

Se valora entre 0 y 1: 1 para el tiempo de recorrido más corto. La otra alternativa recibirá una puntuación proporcional al tanto por ciento de incremento de tiempo del recorrido respecto al de la alternativa más rápida.

Como se recogía en anteriores apartados, los tiempos de recorrido estimados para el tramo Serantes-Olabeaga son los siguientes:

Alternativa	Trayecto	T recorrido	T recorrido medio
Alternativa A	Ida	5m 58 seg	6m 30 seg
	Vuelta	7m 2 seg	
Alternativa B	Ida	6m 8 seg	6m 38 seg
	Vuelta	7m 8 seg	

8.3.4.2 Captación de tráfico

Indicador cuantitativo que tiene en cuenta, frente a la situación actual, la posibilidad que aportan las alternativas nuevas de crecimiento de circulaciones con origen/ destino el Puerto de Bilbao.

En este caso, el Análisis de la demanda recogido en el Anejo nº17 no diferencia entre ambas alternativas. Ambas son funcionalmente idénticas y las prestaciones en cuanto a velocidades y tiempo de recorrido de un mismo orden de magnitud.

La valoración para ambas es por tanto idéntica al compararlas con el trazado actual, con una captación de 32 trenes y 0,97 millones de toneladas captados en el año 2.052, respecto al escenario tendencial actual, si se implementase la VSF.

8.3.4.3 Indicador de compatibilidad con altas prestaciones:

Indicador cuantitativo que valora el aprovechamiento de la nueva infraestructura como parte de una futura línea de altas prestaciones. Se valora en base a la longitud de vía construida que cumple con los parámetros geométricos y de sección requeridos para una línea de altas prestaciones de velocidad de proyecto 250 km/h.

Se valora entre 0 y 1; 0 para la mínima longitud (situación actual) y 1 para la alternativa de mayor longitud aprovechable.

Atendiendo a las alternativas planteadas, la longitud total de vía doble apta para formar parte a futuro de una línea de altas prestaciones de velocidad de proyecto 250 km/h es:

Alternativa	Long construída	Valoración
Alternativa A	8.005 m	0,980
Alternativa B	8.120 m	1,000

8.3.4.4 Valores para la matriz decisional

Los resultados a introducir en la matriz decisional se obtendrían de puntuar entre 0 y 1 los valores obtenidos de de Ahorro de tiempo y captación de tráficos de las redes foral y local para las distintas alternativas:

- Tiempo de recorrido. La alternativa A, por su menor tiempo de recorrido, obtiene una valoración de 1. La Alternativa B se valora en base al porcentaje de tiempo de recorrido en que supera a la Alternativa A.
- Captación de Tráficos, se sigue idéntico criterio. La alternativa de mayor captación de tráficos respecto al itinerario actual obtiene una valoración de 1, mientras el valor 0 correspondería a una captación nula. Para las cuatro alternativas restantes se realiza una interpolación lineal entre dichos valores.

La columna de la matriz decisional correspondiente a Implicaciones sobre la movilidad se obtiene ponderando las puntuaciones obtenidas.

	MOVILIDAD						EVALUACIÓN GLOBAL
	TIEMPO DE RECORRIDO	EVALUACIÓN	CAPTACIÓN DE TRÁFICOS	EVALUACIÓN	COMPATIB. ALTAS PRESTACIONES	EVALUACIÓN	
PESOS	60		20		20		
Alt. A	390 seg	1,000	32 trenes	1,000	8.005 m	1,000	1,000
Alt. B	398 seg	0,979	32 trenes	1,000	8.005 m	1,000	0,988

8.3.5 Indicadores de objetivo urbanístico y territorial

Se valoran en este apartado los indicadores que evalúan la coordinación de cada una de las alternativas con el planeamiento urbanístico vigente, así como su interferencia con otras componentes de carácter territorial, como son las edificaciones existentes y su posición relativa respecto a los núcleos de población existentes.

8.3.5.1 Ajuste a Banda de reserva

El indicador valora el ajuste de cada una de las alternativas a los suelos destinados infraestructuras ferroviarias, se consideran como tal los suelos destinados a este uso en el planeamiento municipal vigente.

Se evalúa por m² de ocupación de este tipo de suelos, en el planeamiento, a mayor porcentaje de la superficie total enmarcada en banda de reserva mayor valoración.

En este caso, ninguna de las alternativas analizadas en el ámbito de Ortuella discurre por terrenos reservados para infraestructura ferroviaria, por lo que en ambas la valoración de este factor será igual a 0.

8.3.5.2 Afección a suelo urbano o urbanizable

El indicador valora la afección de cada una de las alternativas a suelos clasificados como urbanos o urbanizables en el planeamiento municipal vigente. Se evaluará por m² de ocupación de este tipo de suelos, considerándose la máxima puntuación para aquellas alternativas que no interfieren en absoluto con dicho tipo de suelos, y la mínima puntuación a la mayor superficie de afección.

Alternativa	Ocupación Total	Suelo Urbano/Urbanizable
A	34.905	22.661
B	38.625	19.826

8.3.5.3 Afección a edificaciones

Se trata del mismo tipo de indicador que el del caso anterior, en este caso se evalúa la afección a edificaciones existentes. La solución óptima será aquella que no afecte edificación alguna.

La Alternativa A supondría derribar parte de tres edificaciones industriales. Dos de estas edificaciones están abandonadas y se corresponden con un área industrial en desuso que el Ayuntamiento de Ortuella tiene previsto reordenar y, por tanto, demoler. La tercera corresponde a un adosado a otra edificación de uso mixto vivienda/industrial. Este adosado es abierto (cubierta y tres muros) y carece de uso específico.

La alternativa B afecta a una sola edificación, de tipo industrial y en desuso.

Por tanto, tan sólo la Alternativa A produce afección a edificaciones en uso.

Alternativa	Viviendas ocupadas	Edificaciones industriales con actividad
A	0	4
B	0	1

8.3.5.4 Reducción efecto barrera

Se trata de un indicador de valoración cualitativa que evalúa el efecto de cada una de las alternativas sobre el territorio en que se enmarca, valorándose positivamente las alternativas que no introducen barreras en el entorno, es decir, que no dividen zonas de urbanización dispersa o consolidada o futuras áreas de desarrollo urbanístico.

Para cada una de las alternativas se valora si la reducción del efecto barrera es alta, media o baja, basándose para ello en el itinerario descrito por cada una de ellas y su posición relativa respecto al entorno:

- Alternativa 1: Se valora como MUY ALTA la reducción del efecto barrera.

- Alternativa 2. Se considera que la reducción del efecto barrera es MUY ALTA.

Alternativa	Reducción Efecto Barrera	Valoración
A	MUY ALTA	1
B	MUY ALTA	1

8.3.5.5 Valores para la matriz decisional

De acuerdo con los valores obtenidos a lo largo del presente apartado, los resultados a introducir en la matriz decisional se obtendrán de puntuar entre 0 y 1 los valores obtenidos en los anteriores apartados para las distintas alternativas:

	IMPLICACIONES URBANÍSTICAS Y TERRITORIALES								EVALUACIÓN GLOBAL
	AJUSTE BANDA RESERVA (%)	EVALUACIÓN	AFECCIÓN SUELOS URBANOS O URBANIZABLES (m2)	EVALUACIÓN	AFECCIÓN A EDIFICACIONES	EVALUACIÓN	REDUCCIÓN EFECTO BARRERA (m2)	EVALUACIÓN	
PESOS	20		20		30		30		
Alt. A	0,00%	0,000	22.661	0,000	4	0,000	MUY ALTA	1,000	0,300
Alt. B	0,00%	0,000	19.826	0,125	1	0,750	MUY ALTA	1,000	0,550

8.3.6 Indicadores de mantenimiento

Se adopta el coste de mantenimiento de la infraestructura como otro de los indicadores a considerar en la valoración de alternativas. Aquella alternativa que implique menor coste de mantenimiento de la infraestructura resultará más beneficiosa.

La valoración se realiza en base a los costes unitarios de mantenimiento de la línea y sus respectivos equipos recogidos en el Manual para la Evaluación de Inversiones de Ferrocarril de ADIF (2011), que se actualizan a costes de 2017 mediante la aplicación del IPC entre 2011 y 2017:

Tipo de vía	Alternativa A	Alternativa B
Longitud en vía doble electrificada	400.734 euros	406.596 euros

La diferencia entre ambas alternativas en lo que a costes de mantenimiento se refiere resulta por tanto muy pequeña, por lo que ambas reciben similar puntuación. Así, la alternativa más barata recibe el valor 1, mientras que la más cara se evalúa en función del porcentaje en que supera a la más barata.

MANTENIMIENTO	
PRESUP. GLOBAL (PBL Euros)	EVALUACIÓN GLOBAL

Alt. A	400.734	1,000
Alt. B	406.596	0,985

8.3.7 Indicadores de electrificación

A la hora de valorar las diferencias en cuanto costes a medio-largo plazo asociados a la electrificación de cada una de las alternativas se ha de tener en cuenta las diferencias entre lo diseñado para cada una de las alternativas.

En este caso las alternativas a comparar se caracterizan por contar con un idéntico diseño funcional de la línea, longitudes de corredor muy similares y un mismo emplazamiento y características de la Subestación propuesta en Barakaldo para dotar de un punto intermedio de alimentación a la infraestructura a ejecutar en Fase 1.

Se considera por ello que en esta fase de Estudio Informativo no pueden determinarse diferencias sustanciales entre la electrificación diseñada para cada alternativa que puedan materializarse en distintas puntuaciones a introducir en el análisis multicriterio, se opta por ello por asignar a ambas alternativas la máxima valoración.

	ELECTRIFICACIÓN	
	PRESUP. GLOBAL (PBL Euros)	EVALUACIÓN GLOBAL
Alt. A	NO DIFERENCIABLE	1,000
Alt. B	NO DIFERENCIABLE	1,000

8.3.8 Indicadores de Implicaciones medioambientales

Se han adoptado como indicadores ambientales los incluidos en el Estudio de Impacto Ambiental que incorpora el presente Estudio Informativo. En base a la valoración cualitativa realizada por el equipo ambiental y expuesta en forma de Matriz de Valoración de impactos, se procede a evaluar los criterios medio ambientales, dotando a cada una de las magnitudes de impacto descritas de un valor asociado que será inversamente proporcional al impacto detectado.

EL Estudio de Impacto Ambiental asigna una magnitud a cada impacto: **Compatible**, **Moderado**, **Severo** o **Crítico**, (definiciones reguladas en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental):

- **Compatible**. Recuperación inmediata tras el cese de la actividad, no precisa. practicas protectoras o correctoras.
- **Moderado**. La recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- **Severo**. La recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un periodo de tiempo dilatado.
- **Crítico**. Su magnitud es superior al umbral aceptable. Se produce una perdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

	ALT. A CONSTRUCCIÓN	EVALUACIÓN	ALT. A EXPLOTACIÓN	EVALUACIÓN
IMP01	MODERADO	0,75	MODERADO	0,75
IMP02	MODERADO	0,75	COMPATIBLE	0,9
IMP03	NULO	1	MODERADO	0,75
IMP04	MODERADO	0,75	MODERADO	0,75
IMP05	COMPATIBLE	0,9	NULO	1
IMP06	COMPATIBLE	0,9	NULO	1
IMP07	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP08	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP09	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP10	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP11	NULO	1	NULO	1
IMP12	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP13	MODERADO	0,75	COMPATIBLE	0,9
IMP14	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP15	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP16	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP17	MODERADO	0,75	COMPATIBLE	0,9
IMP18	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP19	MODERADO	0,75	MODERADO	0,75
IMP20	COMPATIBLE	0,9	NULO	1
IMP21	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP22	COMPATIBLE	0,9	NULO	1
IMP23	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP24	NULO	1	NULO	1
IMP25	NULO	1	NULO	1
IMP26	MODERADO	0,75	MODERADO	0,75
IMP27	MODERADO	0,75	MODERADO	0,75
IMP28	MODERADO	0,75	COMPATIBLE	0,9
IMP29	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP30	S	0	S	0

	ALT. B CONSTRUCCIÓN	EVALUACIÓN	ALT. B EXPLOTACIÓN	EVALUACIÓN
IMP01	COMPATIBLE	0,9	MODERADO	0,75
IMP02	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP03	NULO	1	COMPATIBLE	0,9
IMP04	MODERADO	0,75	MODERADO	0,75
IMP05	COMPATIBLE	0,9	NULO	1
IMP06	COMPATIBLE	0,9	NULO	1
IMP07	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP08	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP09	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP10	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP11	NULO	1	NULO	1
IMP12	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP13	MODERADO	0,75	COMPATIBLE	0,9
IMP14	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP15	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP16	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP17	MODERADO	0,75	COMPATIBLE	0,9
IMP18	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP19	MODERADO	0,75	MODERADO	0,75
IMP20	COMPATIBLE	0,9	NULO	1
IMP21	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP22	COMPATIBLE	0,9	NULO	1
IMP23	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP24	NULO	1	NULO	1
IMP25	NULO	1	NULO	1
IMP26	MODERADO	0,75	MODERADO	0,75
IMP27	MODERADO	0,75	MODERADO	0,75
IMP28	MODERADO	0,75	COMPATIBLE	0,9
IMP29	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP30	NULO	1	NULO	1

Se considera una ponderación idéntica para cada uno de los impactos detectados, por lo que se suman las valoraciones de los distintos impactos y se obtiene una valoración para la fase de construcción y otra para la fase de explotación de cada una de ellas, por lo que cada factor tendrá un porcentaje de influencia en el apartado de Medio Ambiente equivalente a 1/30, es decir, 0,0333.

Se considera así mismo un peso idéntico para las fases de construcción y explotación: 50 / 50 para cada alternativa.

Para obtener una única evaluación global, entre 0 y 1, para cada alternativa se aplican los anteriores pesos a las puntuaciones de todos los impactos, obteniéndose el siguiente resultado:

		IMPACTOS MEDIOAMBIENTALES FASE DE CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN			
		ALT. CONSTRUCCIÓN	EVALUACIÓN	ALT. EXPLOTACIÓN	EVALUACIÓN
			N		N
EVALUACIÓN GLOBAL	A.CONSTRUCCIÓN		24,55	A.EXPLOTACIÓN	26,30
				ALTERNATIVA A	0,848
	A.CONSTRUCCIÓN		25,85	B.EXPLOTACIÓN	27,45
				ALTERNATIVA B	0,888

8.3.9 Matriz final de decisión

La matriz decisional final obtenida es la siguiente, en la que para cada una de las alternativas y para cada uno de los factores de decisión elegidos, se obtiene un valor comprendido entre 0 y 1 que evalúa el grado de cumplimiento de los objetivos marcados en el Análisis multicriterio.

	EVALUACIÓN FACTOR INVERSIÓN INICIAL	EVALUACIÓN FACTOR RENTABILIDAD	EVALUACIÓN FACTOR FUNCIONALIDAD	EVALUACIÓN FACTOR MOVILIDAD	EVALUACIÓN FACTOR URBANÍSTICO Y TERRITORIAL	EVALUACIÓN FACTOR MANTENIMIENTO	EVALUACIÓN FACTOR ELECTRIFICACIÓN	EVALUACIÓN FACTOR MEDIOAMBIENTE
ALTERNATIVA A	1,000	0,000	0,850	1,000	0,300	1,000	1,000	0,848
ALTERNATIVA B	0,941	0,807	0,845	0,988	0,550	0,985	1,000	0,888

En la tabla adjunta se recogen el conjunto de factores puntuados a lo largo de los anteriores apartados.

8.4 Resultados del análisis y conclusión

Aplicando los pesos relativos establecidos a cada una de las puntuaciones, el resultado final obtenido por cada una de las alternativas es el siguiente:

	EVALUACIÓN FACTOR INVERSIÓN INICIAL	EVALUACIÓN FACTOR RENTABILIDAD ECONÓMICO-SOCIAL	EVALUACIÓN FACTOR FUNCIONALIDAD	EVALUACIÓN FACTOR MOVILIDAD	EVALUACIÓN FACTOR URBANÍSTICO Y TERRITORIAL	EVALUACIÓN FACTOR MANTENIMIENTO	EVALUACIÓN FACTOR ELECTRIFICACIÓN	EVALUACIÓN FACTOR MEDIOAMBIENTE	
PESOS ALTERNATIVAS	10	15	15	15	10	5	5	25	EVALUACIÓN GLOBAL
A	1,000	0,000	0,850	1,000	0,300	1,000	1,000	0,848	0,7694
B	0,941	0,807	0,845	0,988	0,550	0,985	1,000	0,888	0,8731

La evaluación obtenida por las distintas alternativas no aporta una clara vencedora del análisis, ya que las **Alternativas A y B** apenas cuentan con una diferencia de valoración entre ellas de 104 milésimas (0,104).

En un análisis multicriterio de estas características la consideración de una alternativa por encima del resto exige una diferencia de valoración entre ambas suficiente para justificar la elección de una de ellas frente al resto. Se podría establecer como valor de referencia el 5% la evaluación media de todas las alternativas como holgura mínima que debe exigirse a una alternativa para ser elegida como solución óptima.

En el caso del presente multicriterio los valores de referencia serían los siguientes.

MEDIA EVAL. GLOBAL	0,821
HOLGURA MIN (5% Evaluación media)	0,041
DIFERENCIA ENTRE ALTERNATIVAS	-0,104

Por tanto, el resultado del multicriterio se inclinaría por la Alternativa B.

9 Coordinación con otros organismos

En el Anejo nº16 se incluyen los contactos mantenidos con distintas entidades, tanto públicas como privadas, durante la redacción del "**Estudio Informativo de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao. Fase 1. Variante en Ortuella.**".

Se incluyen en dicho anejo los contactos mantenidos con las distintas compañías de servicios, las comunicaciones mantenidas con otros organismos para la redacción del presente Estudio Informativo y la consulta realizada por parte de ETS al Director de Energía, Minas y Administración Industrial del Gobierno Vasco en relación con las concesiones mineras autorizadas en el entorno en el que se desarrolla la Fase 1.

Por último, en el Anejo de movimiento de tierras, en el Apéndice nº7.1, se incluyen los contactos mantenidos con la Autoridad portuaria de Bilbao en relación a los materiales sobrantes de la excavación.

10 Documentos que componen el Estudio

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS

- Anejo Nº 1. Antecedentes y situación actual
- Anejo Nº 2. Estudio de conexiones
- Anejo Nº 3. Cartografía y topografía
- Anejo Nº 4. Geología y geotecnia
- Anejo Nº 5. Climatología, hidrología y drenaje
- Anejo Nº 6. Trazado, plataforma y superestructura
- Anejo Nº 7. Movimiento de tierras
- Anejo Nº 8. Estructuras
- Anejo Nº 9. Túneles y obras subterráneas
- Anejo Nº 10. Reposición de servidumbres viarias
- Anejo Nº 11. Servicios y servidumbres afectados
- Anejo Nº 12. Electrificación ferroviaria
- Anejo Nº 13. Instalaciones de seguridad y comunicaciones
- Anejo Nº 14. Obras complementarias
- Anejo Nº 15. Planeamiento y expropiaciones
- Anejo Nº 16. Coordinación con otros organismos y servicios
- Anejo Nº 17. Estudio de demanda y análisis coste-beneficio
- Anejo Nº 18. Ocupación y dominio público
- Anejo Nº 19. Análisis multicriterio
- Anejo Nº 20. Reportaje fotográfico
- Anejo Nº 21. Análisis de Riesgos

DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

1. Emplazamiento
2. Alternativas estudiadas
3. Secciones tipo
4. Túneles
5. Estructuras
6. Viales. Reposición y accesos a obra
7. Salidas de emergencia y zonas de instalaciones auxiliares
8. Reposición de servidumbres y servicios afectados.
9. Drenaje.
10. Expropiaciones
11. Planeamiento

DOCUMENTO Nº 3. VALORACIÓN ECONÓMICA

1. Mediciones
2. Macroprecios
3. Presupuestos de alternativas

DOCUMENTO Nº 4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

- Memoria
- Planos
- Anejo I. Estudio de ruido.
- Anejo II. Estudio de vibraciones.
- Anejo III. Estudio Hidrogeológico.
- Anejo IV. Salidas de emergencia.
- Anejo V. Documento de síntesis.

11 Resumen y Conclusiones

El objeto del presente documento es la modificación del "Estudio Informativo de la variante Sur Ferroviaria de Bilbao. Fase I" (FULCRUM 2019), al objeto de analizar en el tramo de conexión con el túnel del Serantes, en el T.M. de Ortuella, la viabilidad de un trazado alternativo que cumpla con los objetivos y criterios establecidos inicialmente en el Estudio Informativo, adaptándose, además, a los nuevos condicionantes planteados en Fase de Información Pública.

El "Estudio Informativo de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao, Fase 1" fue encargado por el Gobierno Vasco, a través del ente público Euskal Trenbide Sarea, Esta nueva infraestructura cumplirá con un doble objetivo, por un lado poner en servicio el Túnel de Serantes, constituyendo una variante al recorrido actual cuyo fin es el de dar salida a los trenes de mercancías provenientes del puerto evitando así que dichos tráficos ferroviarios causen molestias en los núcleos urbanos del margen izquierdo de la ría de Bilbao. Por otro lado, el tronco principal del trazado diseñado podrá integrarse a futuro en una línea de altas prestaciones y tráfico mixto (pasajeros y mercancías).

Con fecha 21 de marzo de 2019, la Secretaría General de Infraestructuras de la Subdirección General de Planificación Ferroviaria del Ministerio de Fomento resolvió aprobar provisionalmente el "Estudio Informativo de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao. Fase 1", e iniciar el proceso de información pública y audiencia de Administraciones.

Son, precisamente, algunas de las alegaciones recibidas en el marco de dicho procedimiento las que llevan a redactar el presente Estudio Informativo, cuyo ámbito de actuación se reduce al tramo inicial de conexión del tronco de la VSF con el túnel del Serantes, afectando ahora a los términos municipales de Abanto-Zierbena y Ortuella. La más importante de estas alegaciones hace referencia a la posible afección a la actividad minera en la zona de Ortuella.

En el presente Estudio Informativo se desarrollan dos alternativas, siendo la primera de ellas similar a la recogida en el Estudio Informativo previo (denominada "Alternativa A" en el presente documento).

Estas alternativas han sido sometidas a un análisis multicriterio, en el que no se ha incluido la Alternativa o (estado actual o de no ejecución de las conexiones planteadas), que ni desde el punto de vista técnico ni funcional cumple con el objetivo primordial del Estudio Informativo.

La evaluación obtenida por las distintas alternativas a través del análisis multicriterio se inclina por la Alternativa B.

PESOS ALTERNATIVAS	EVALUACIÓN GLOBAL
1	0,7694
2	0,8731