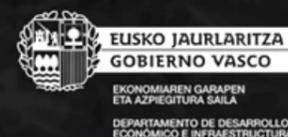


estudio informativo de la variante sur ferroviaria de Bilbao. fase 1

febrero 2019ko otsaila



Índice General

Índice

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 nº21. Análisis de riesgos
- Anejo nº22. Continuidad de la VSF con Línea 726

DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

1. Emplazamiento
2. Planos generales
3. Alternativas estudiadas
4. Secciones tipo y superestructura
5. Túneles
6. Estructuras
7. Viales. Reposición y accesos a obra
8. Salidas de emergencia y zonas de instalaciones auxiliares
9. Reposición de servidumbres y servicios afectados.
10. Drenaje.
11. Expropiaciones
12. 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.

Memoria

Índice

1 Objeto	1		
2 Antecedentes	2		
2.1 Antecedentes Administrativos	2		
2.2 Antecedentes técnicos	3		
3 Características Fundamentales de la Actuación	4		
3.1 Requerimientos funcionales y de diseño	4		
3.2 Criterios de diseño geométrico	4		
4 Descripción de Alternativas	6		
4.1 Situación Actual	6		
4.2 Alternativas estudiadas	6		
4.3 Información de partida	7		
4.3.1 Cartografía y Topografía	7		
4.3.2 Geología y Geotecnia	8		
4.3.3 Climatología, Hidrología y Drenaje	17		
4.3.4 Climatología	17		
4.4 Descripción de alternativas	17		
4.4.1 Condicionantes	18		
4.4.2 Sección tipo	24		
4.4.3 Alternativa 1	24		
4.4.4 Alternativa 2	29		
4.4.5 Plataforma y superestructura	33		
4.4.6 Hidrología y Drenaje	33		
4.4.7 Estructuras	36		
4.4.8 Túneles y Obras Subterráneas	46		
4.4.9 Movimiento de Tierras	49		
4.4.10 Continuidad con las líneas existentes	53		
4.4.11 Reposición de Servidumbres Viarias	53		
4.4.12 Servicios y Servidumbres Afectados	55		
4.4.13 Obras complementarias	55		
4.4.14 Electrificación	56		
4.4.15 Instalaciones de seguridad y comunicaciones	56		
4.4.16 Planeamiento urbanístico, ocupaciones y dominio público	56		
4.4.17 Expropiaciones	57		
5 Estudio de demanda y análisis coste-beneficio	58		
5.1 Estudio de la demanda	59		
5.2 Rentabilidad de la actuación	60		
6 Valoración Económica	62		
7 Estudio de Impacto Ambiental	63		
7.1 Impactos ambientales	63		
		7.2 Propuesta de medidas preventivas, correctoras y compensatorias	65
		7.3 Programa de vigilancia ambiental	67
		7.4 Presupuesto de integración ambiental	67
		8 Análisis de riesgos	68
		9 Selección de Alternativas	69
		9.1 Indicadores	69
		9.1.1 Indicador de Inversión Inicial	69
		9.1.2 Indicador de Rentabilidad	69
		9.1.3 Indicadores de funcionalidad	70
		9.1.4 Indicadores de movilidad	70
		9.1.5 Indicadores del objetivo Urbanístico y territorial	71
		9.1.6 Indicadores de mantenimiento	71
		9.1.7 Indicadores de electrificación	71
		9.1.8 Indicadores Ambientales	71
		9.2 Ponderación de los objetivos	72
		9.3 Matriz Decisional	73
		9.3.1 Indicador de Inversión inicial	73
		9.3.2 Indicador de Rentabilidad	73
		9.3.3 Indicadores de Funcionalidad	74
		9.3.4 Indicadores relacionados con la Movilidad	74
		9.3.5 Indicadores de objetivo urbanístico y territorial	75
		9.3.6 Indicadores de mantenimiento	76
		9.3.7 Indicadores de electrificación	76
		9.3.8 Indicadores de Implicaciones medioambientales	76
		9.3.9 Matriz final de decisión	78
		9.4 Resultados del análisis y conclusión	78
		10 Coordinación con otros organismos	79
		11 Documentos que componen el Estudio	80
		12 Resumen y Conclusiones	81

1 Objeto

El objeto del presente "Estudio Informativo de la Variante Sur de Bilbao. Fase 1" es la actualización del Estudio Informativo previo redactado por INECO a instancias del Ministerio de Fomento que data de Octubre de 2015, habiendo sido sometido a información pública ese mismo año. Este estudio contemplaba tres opciones de conexión distintas para materializar la primera fase de la Variante Sur Ferroviaria de Mercancías que permitiría poner en servicio el Túnel del Serantes.

De las tres soluciones contempladas entonces, la solución considerada óptima y elegida como base de partida para el diseño del trazado a desarrollar en el presente Estudio Informativo es la Solución Olabeaga. Se trata de la más larga de todas las alternativas y la que implica una mayor longitud de túnel, ya que propone independizar totalmente el nuevo corredor de mercancías de los corredores de cercanías con los que hoy en día convive.

Así pues, el estudio tiene por objeto el análisis de las alternativas de trazado que permitirían poner en servicio el Túnel de Serantes conectándolo con la red ferroviaria existente en el barrio de Olabeaga de Bilbao y creando un corredor ferroviario alternativo al actual conectado con el Puerto de Bilbao.

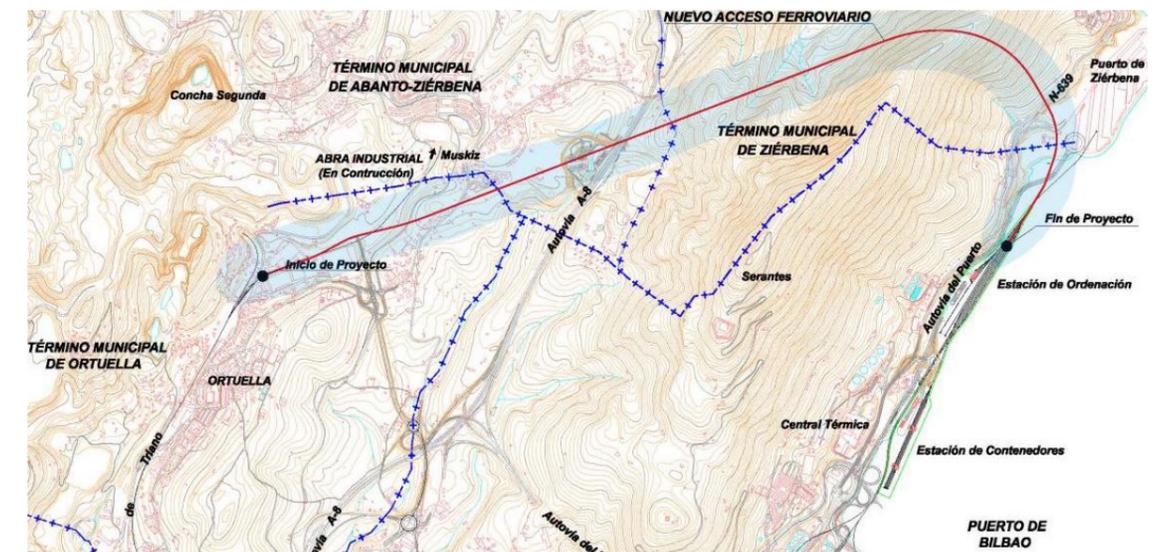
El tráfico de mercancías con origen/destino el puerto comparte en la actualidad plataforma con la línea de cercanías C1 a su paso por los Municipios de margen izquierda del Gran Bilbao, con estaciones en varios de ellos (Santurtzi, Portugalete, Sestao,...). A partir de Barakaldo la infraestructura es compartida además con la línea C-2 de cercanías.



El hecho de compartir la plataforma con líneas de cercanías no soterradas implica la circulación de mercancías de todo tipo con origen/destino el puerto por el interior de núcleos urbanos. Esta solución implica por tanto afecciones a la población (ruidos, vibraciones, medio ambientales) y provoca serias carencias en los accesos de mercancías al puerto (circulación condicionada a los huecos horarios disponibles entre el tráfico de viajeros).

La nueva infraestructura permitiría sacar el tráfico de mercancías del corredor urbano existente, con el consiguiente beneficio social y medioambiental, y eliminar el condicionante que supone para el crecimiento del Puerto de Bilbao la limitación de circulaciones derivada del tráfico compartido de la línea, lo que además podría derivar a futuro en un aumento de los tráficos por carretera de mercancías con origen/destino el Puerto de Bilbao y un aumento asociado de las emisiones contaminantes. El mayor número de surcos de la nueva infraestructura supone una mayor flexibilidad en los tráficos de mercancías al haber más diversidad de franjas horarias que facilitan la funcionalidad de la infraestructura.

El nuevo corredor ferroviario cuenta ya con un primer tramo ejecutado. El Ministerio de Fomento ejecutó en 2.008 las obras del "Nuevo acceso ferroviario al Puerto de Bilbao Tramo Estación de Ortuella – Nueva Estación de mercancías en el Puerto de Bilbao", conocido como Túnel de Serantes. Dicho ramal debía conectar el puerto con el ramal ferroviario de San Juan de Muskiz, a la altura de la estación de Ortuella, evitando así el paso de mercancías por los cascos urbanos de Santurce, Portugalete y Sestao, pero diversas circunstancias impidieron terminar de desarrollar la actuación completa, ya que no se llegó a conectar el ramal del puerto con la línea ferroviaria existente, y por lo tanto actualmente se sigue manteniendo el tráfico de mercancías por el corredor ferroviario actual.



El Estudio Informativo que ahora se presenta analiza las alternativas de trazado que permitirían conectar la obra ejecutada bajo el Monte Serantes con el soterramiento ferroviario existente en Olabeaga, mediante un trazado soterrado en buena parte de su longitud, cuyo fin es el de dar salida a los trenes de mercancías provenientes del puerto evitando que dichos tráficos ferroviarios causen molestias en los núcleos urbanos de la comarca del Gran Bilbao.

Además, como finalidad complementaria se persigue que parte de las actuaciones desarrolladas en esta Fase 1 puedan integrarse en un futuro corredor de altas prestaciones, por ello las alternativas se diseñan para la explotación en ancho ibérico e internacional (UIC) y tráfico mixto de viajeros y mercancías, con velocidades máximas de 250 km/hora para tráfico de viajeros y de una velocidad mínima de 80 km/hora para tráfico de mercancías.

El presente estudio recopila y analiza los datos necesarios para definir, con el grado de detalle exigible a un estudio informativo, las diferentes conexiones viables para la construcción de la infraestructura objeto de estudio.

2 Antecedentes

El antecedente directo al presente Estudio Informativo es el proceso de información pública al que fue sometido el " Estudio Informativo de la Variante Sur de Bilbao. Primera fase", estudio realizado por INECO a instancias del Ministerio de Fomento en el año 2015.

Dentro de dicho trámite se presentaron diversas alegaciones, relativas a la inserción del trazado en los diversos ámbitos, por parte de administraciones públicas (Gobierno Vasco y municipios en el entorno de la obra fundamentalmente), organizaciones diversas, asociaciones y particulares. Algunas de estas alegaciones fueron estimadas parcialmente, lo que da lugar a la necesidad de una modificación sustancial del trazado sometido en su día a Información Pública, por lo que resulta necesario proceder a redactar un nuevo estudio Informativo, como revisión del sometido a información pública de forma previa.

2.1 Antecedentes Administrativos

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.

El Nuevo Estudio Informativo de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao fruto de dicho contrato se desarrolla entre los términos municipales de Ortuella y Bilbao en el barrio de Olabeaga. Esta modificación del Estudio Informativo de 2015 del Ministerio de Fomento, debe incorporar las variaciones en el trazado que atienden en gran medida a las principales alegaciones recibidas en el proceso de información pública tanto de los ayuntamientos afectados, asociaciones, particulares así como por el propio Gobierno Vasco.

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.

2.2 Antecedentes técnicos

Para la redacción del presente Estudio Informativo se ha tenido en cuenta como antecedente fundamental el "Estudio Informativo del Proyecto de la Variante Sur de Bilbao. Primera fase (INECO)". En cualquier caso, este documento será considerado como referencia, no limitándose las alternativas a estudiar las reflejadas o comentadas en el mismo.

Los documentos de carácter técnico más relevantes que sirvieron de base en su día para la Redacción del Estudio Informativo desarrollado por INECO para el Ministerio de Fomento son los siguientes:

- 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.

Se consideran así mismo antecedentes al presente Estudio Informativo todos los proyectos relacionados con el túnel del Serantes, punto de inicio del trazado a desarrollar. Teniendo en cuenta que el túnel se encuentra ya ejecutado, son de interés tanto el Proyecto Constructivo original, incluido en el anterior listado, como los Modificados generados durante la construcción del mismo: Proyectos Modificados nº1 y nº2.

En lo que se refiere a la conexión final en Olabeaga, el Estudio Informativo previo hacía referencia al corredor ferroviario previsto en el "Estudio Informativo del Proyecto de Integración del ferrocarril en el barrio de Olabeaga de Bilbao". En la actualidad parte de las obras correspondientes a dicha integración están ya ejecutadas, en base a un posterior "Proyecto de ejecución del trazado ferroviario en el entorno de Olabeaga " desarrollado por BILBAO RÍA 2000 en el año 2009.

En dicho proyecto se contemplaba una solución más avanzada para la integración del ferrocarril en el entorno de Olabeaga y se construía ya la parte de solución necesaria para ejecutar los nuevos accesos a Bilbao por San Mamés, incluyendo el cajón ferroviario reservado para la conexión de la Variante Sur Ferroviaria en primera fase en Olabeaga.

3 Características Fundamentales de la Actuación

3.1 Requerimientos funcionales y de diseño

La nueva infraestructura cumplirá con una serie de requerimientos funcionales de partida:

- Se diseña para tráfico mixto, de manera que puedan soportar tanto tráfico de viajeros como de mercancías.
- El trazado se diseña teniendo en cuenta la necesidad de prolongarse en un futuro hacia Basauri en lo que sería la Fase 2 de la Variante Sur Ferroviaria de Mercancías de Bilbao que, a su vez, incorporaría parte de su trazado a una futura línea de altas prestaciones compatible con tráficos de viajeros a velocidades altas, en concreto, 250 km/h.
- 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.
- La conexión de Olabeaga ha de ser compatible con las obras ejecutadas en el marco del "Proyecto de ejecución del trazado ferroviario en el entorno de Olabeaga".
- 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.

A estos requisitos se habrán de sumar los derivados de las alegaciones planteadas al Estudio Informativo previo que se consideraron procedentes y que afectan a los siguientes aspectos del mismo:

- En el Municipio de Ortuella, se rectificaría el trazado en planta de la variante, dando continuidad al túnel del Serantes mediante un trazado soterrado. Se busca evitar el tramo a cielo abierto de más 600 metros de longitud entre la boca de salida del túnel del Serantes y el paso a nivel junto a la

estación de Ortuella. Se eliminaría así mismo la conexión con el corredor ferroviario existente en Ortuella.

- En el Valle del río Castaños, ubicado en el término municipal de Barakaldo, se propone un desplazamiento en planta para eliminar afecciones a una zona deportiva y residencial de baja densidad en construcción en la zona de Gorostiza. Se solicita además la adopción de medidas que minimicen el impacto que generará la nueva infraestructura en el entorno, entre ellas estudiar el posible soterramiento del trazado al paso por este valle.
- En cuanto al viaducto del río Kadagua, se sugiere modificar la alineación en planta del cruce sobre el río para que el trazado cruce bajo la carretera BI 3651 y no sobre ella, reduciendo así la altura y longitud del citado viaducto.
- En el caso concreto de las afecciones a Bilbao se solicitaba evitar trazar a cielo abierto 400 metros en Olabeaga, planteando como alternativa una prolongación del falso túnel que discurre bajo el tronco principal de los "Accesos a San Mamés". El ramal quedaría totalmente cubierto y respetaría los planes de uso residencial en la zona previstos por el Ayuntamiento de Bilbao en su Plan General de Ordenación Urbana.

3.2 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. Las 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

TRAZADO EN PLANTA	TRÁFICO MIXTO	MERCANCIAS
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

4 Descripción de Alternativas

4.1 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 - Ltxana
		Ramal Basurto -Ariz (Conexión ET)

La nueva variante desviaría el tráfico de mercancías fuera de los núcleos de los municipios de Ortuella, Trapaga 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 Ltxana 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 – Ltxana y Basurto/Hospital – Ariz, ambos en vía única sin electrificar y en los que las únicas estaciones que son origen/destino de mercancías son Ltxana y Ariz.

4.2 Alternativas estudiadas

Las alternativas estudiadas en el presente documento están basadas en la denominada “Conexión Olabeaga” del Estudio informativo previo, partiendo del trazado diseñado se ha realizado un proceso de optimización del mismo que ha tenido en cuenta las alegaciones presentadas en el trámite de Información Pública y los cambios surgidos desde la redacción del estudio previo en los condicionantes de contorno.

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. Estas alternativas intentaban atender a todas aquellas alegaciones presentadas en la fase de Información Pública del estudio que se consideraban procedentes. 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.

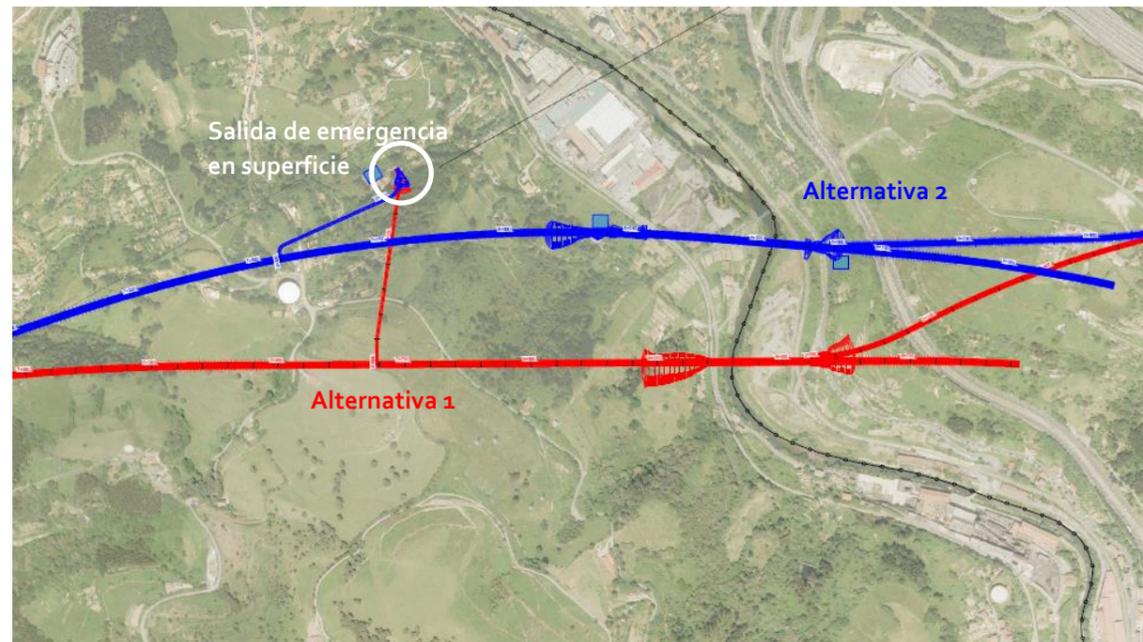
De entre todas las alternativas analizadas, el presente documento incorpora las dos que se considera se ajustan mejor al objetivo perseguido. En el documento “nº2: Planos” se recogen estas alternativas en detalle. Ambas alternativas son idénticas en su primera mitad, desde la conexión con la infraestructura ya construida de acceso al Puerto bajo el Monte Serantes hasta aproximadamente el PK 4+250 del tronco de la VSF, dentro ya del Municipio de Barakaldo, donde ambas alternativas se separan. (Ver planos 3.1.0 y 3.2.0 del “Documento nº2: Planos”).

El trazado en planta entre este punto y el PK 6+500 es similar en ambas, con una distancia máxima de 30 metros entre ejes. Es a partir del PK 6+500 donde las alternativas desarrollan trazados en planta divergentes que vuelven a converger ya en el tramo Kadagua-Olabeaga.

En perfil longitudinal de ambas alternativas es muy diferente al paso por el Valle del Castaños, ya que la Alternativa 1 cruza en viaducto, mientras que la Alternativa 2 cruza bajo el cauce en falso túnel. Esta diferencia de cotas en el tronco de la VSF al paso por este punto marca la diferencia entre ambas alternativas.

La cercanía entre el Valle del Castaños y el siguiente Valle, el del Kadagua, en el que se prevé la conexión del tronco de la VSF con el Ramal de Olabeaga, unido a los múltiples condicionantes existentes en este valle (sifón de CABB, vías férreas, carreteras, cauce del Kadagua, ...) obligan a adoptar diferentes zonas de cruce del Valle del Kadagua desplazando la Alternativa 2 aguas abajo, donde la afección a la línea férrea y los viales existentes en la margen oeste del valle es menor.

En la siguiente imagen se observa el cruce de ambas alternativas sobre el Valle del Cadagua (límite entre los municipios de Barakaldo y Bilbao). La Alternativa 2 cruza unos 300 metros más al Norte de la Alternativa 1, con un trazado en superficie más largo y esviado.



En ambas alternativas el trazado se desarrolla soterrado en la mayor parte de su longitud, 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). La Alternativa 1 sale a superficie únicamente en el cruce de los valles del Castaños y el Kadagua, que cruza en viaducto, mientras que la Alternativa 2 limita a la zona del Valle del Kadagua su trazado a cielo abierto.

El trazado se ha dividido en tres grandes ejes o zonas:

- **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.
- **Ramal de Conexión Olabeaga:** Se denomina así el tramo final de trazado, entre el viaducto del Kadagua y el soterramiento ferroviario ejecutado en Olabeaga, conectando así el tronco de altas prestaciones con las instalaciones ferroviarias existentes. Está pensado para el tráfico de mercancías de ancho ibérico en vía única, con velocidades inferiores a 120 km/h. La conexión se produce en el viaducto del Kadagua cizallando, para lo cual se incorporan los correspondientes aparatos de vía en el viaducto. Aunque el tráfico asociado al ramal es, a priori, de ancho ibérico, se plantea dotarle de doble ancho.

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.
- El ramal de Olabeaga tiene a priori un uso asociado al tráfico de mercancías en ancho ibérico, no obstante, la disposición de traviesas polivalentes aptas para tráfico mixto permitiría en caso necesario utilizar este ramal para otros tráficos, lo que podría facilitar las fases de implantación de los accesos a la estación de Abando del Corredor de altas prestaciones en desarrollo.

La longitud de ambas alternativas es muy similar:

Sentido Olabeaga-Puerto	Longitud
Alternativa 1	11.652 m
Alternativa 2	11.660 m

Sentido Puerto-Olabeaga	Longitud
Alternativa 1	12.188 m
Alternativa 2	12.196 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.

4.3 Información de partida

4.3.1 Cartografía y Topografía

El "Estudio Informativo de la Variante Sur Ferroviaria de Mercancías entre Ortuella y Bilbao" se ha realizado a partir de las cartografías incluidas en el Estudio Informativo previo ejecutado por INECO en el año 2015. Estas cartografías han sido actualizadas y completadas mediante trabajos topográficos de campo en aquellos puntos en que se ha considerado necesario.

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 delimitación de los planos de proyecto.

Los trabajos de campo realizados para el presente proyecto han sido los siguientes:

- Levantamiento taquimétrico en el Valle del Arroyo Castaños, donde el trazado está condicionado por la carretera BI-4743 de acceso a El Regato, el camino vecinal que limita el arroyo y el propio cauce.
- En el Valle del Kadagua, se han tomado dos elementos singulares para poder asegurar la viabilidad de la segunda de las alternativas, se trata de la doble tubería de abastecimiento del CABB y del ramal ferroviario que discurre por la margen oeste del valle.

4.3.2 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.

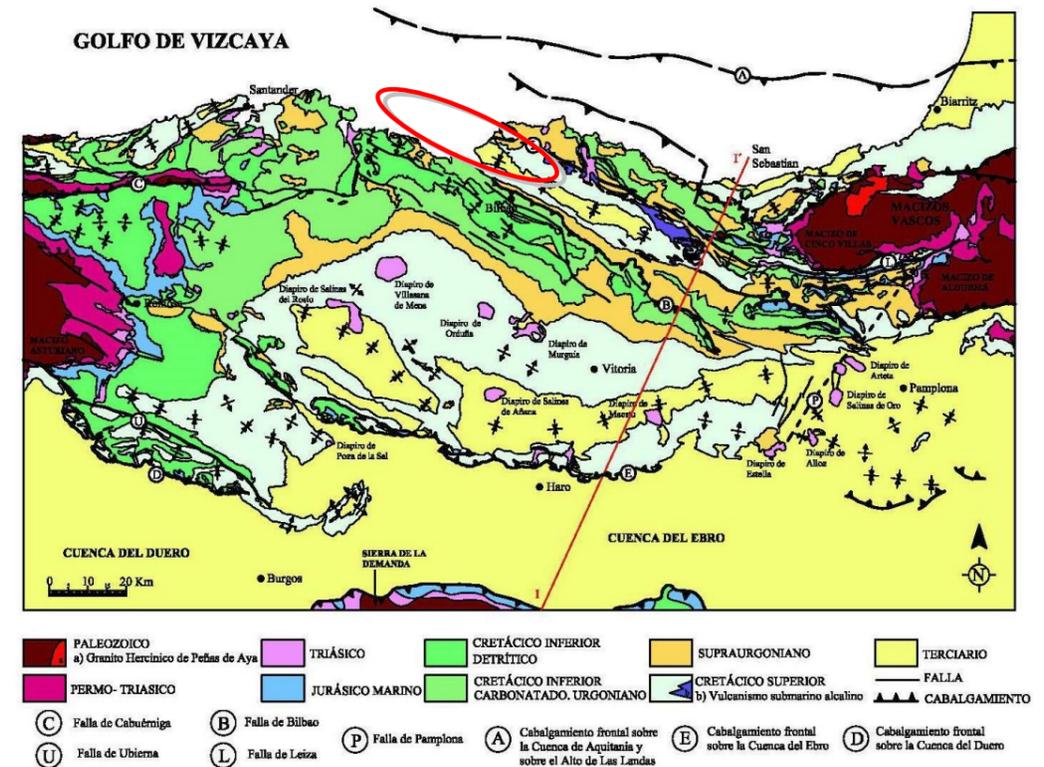
El tramo inicial entre Ortuella y Barakaldo fue adjudicado a la empresa LKS. Por su parte, la empresa TEAM resultó adjudicataria del segundo y tercer tramo, entre Barakaldo y Olabeaga.

En el Anejo nº4, Geología y Geotecnia, se adjuntan a modo de apéndices los Estudios geológico-geotécnicos de detalle realizados por cada una de estas empresas.

4.3.2.1 Geología

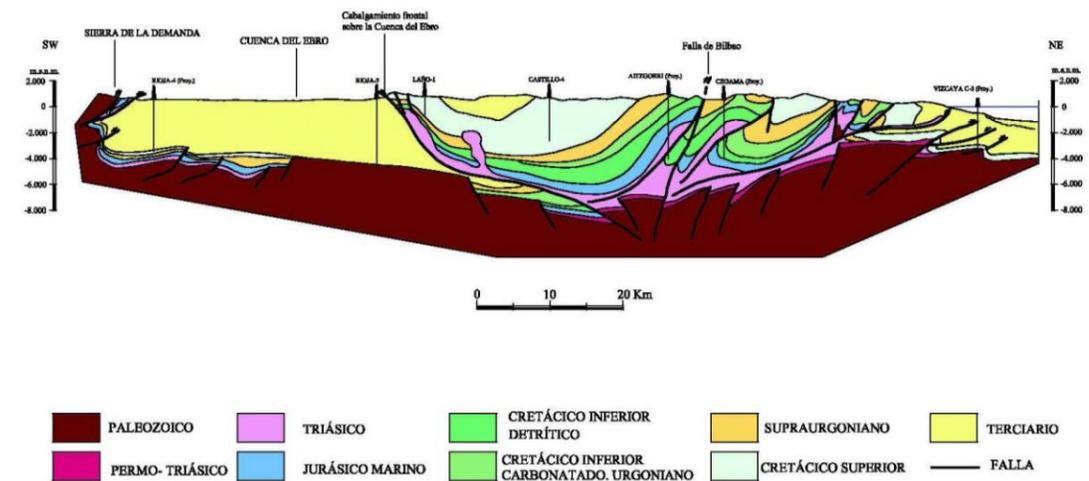
Geológicamente la zona afectada se encuadra dentro del Anticlinorio de Bilbao, anticlinorio modelado por la orogenia Alpina que deforma y plegó los materiales sedimentarios acumulados en la Cuenca Vasco Cantábrica. El plegamiento de la Cuenca Vasco Cantábrica, elevó el relieve dando origen a la Cadena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

MAPA GEOLÓGICO



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

CORTE GEOLÓGICO I-I'



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

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*.

4.3.2.1.1 Estado Tensional Natural

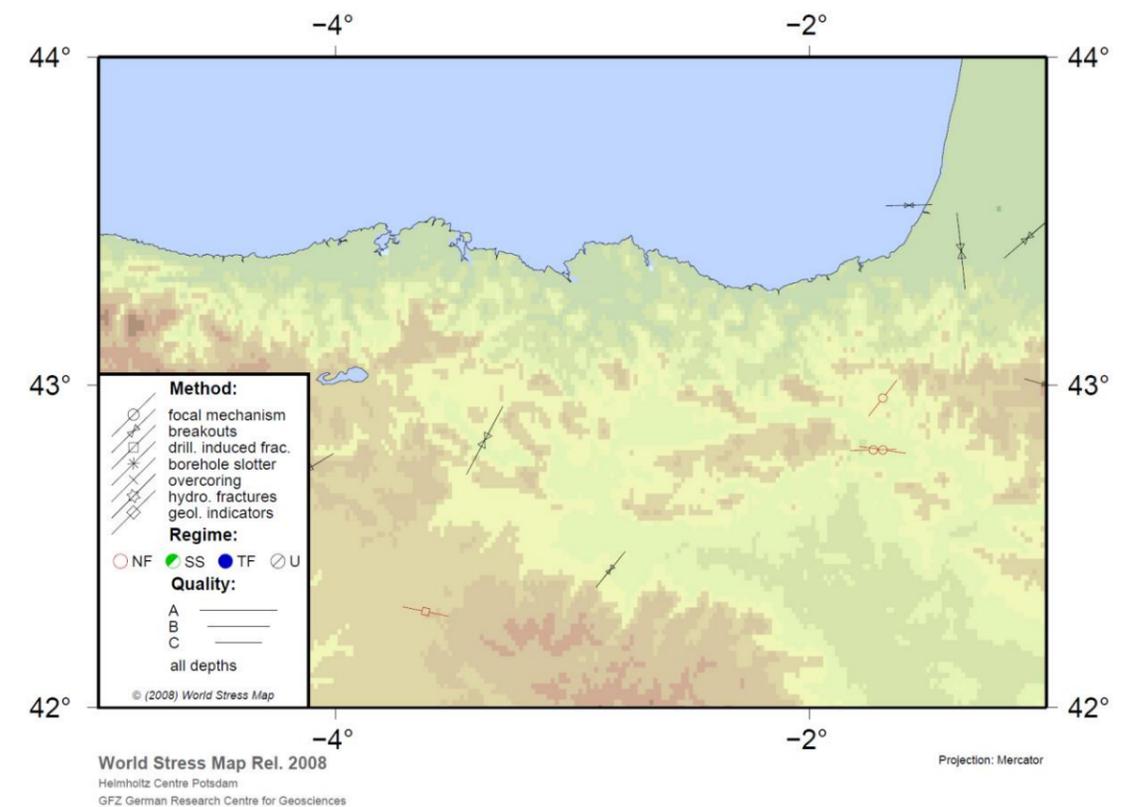
El conocimiento del estado de tensiones naturales existente en un macizo rocoso en el que se va a excavar una obra subterránea, constituye un elemento indispensable a la hora de efectuar cualquier cálculo tenso-deformacional de dicha excavación.

Los túneles proyectados dentro de este Estudio Informativo están encuadrados dentro del Dominio 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.



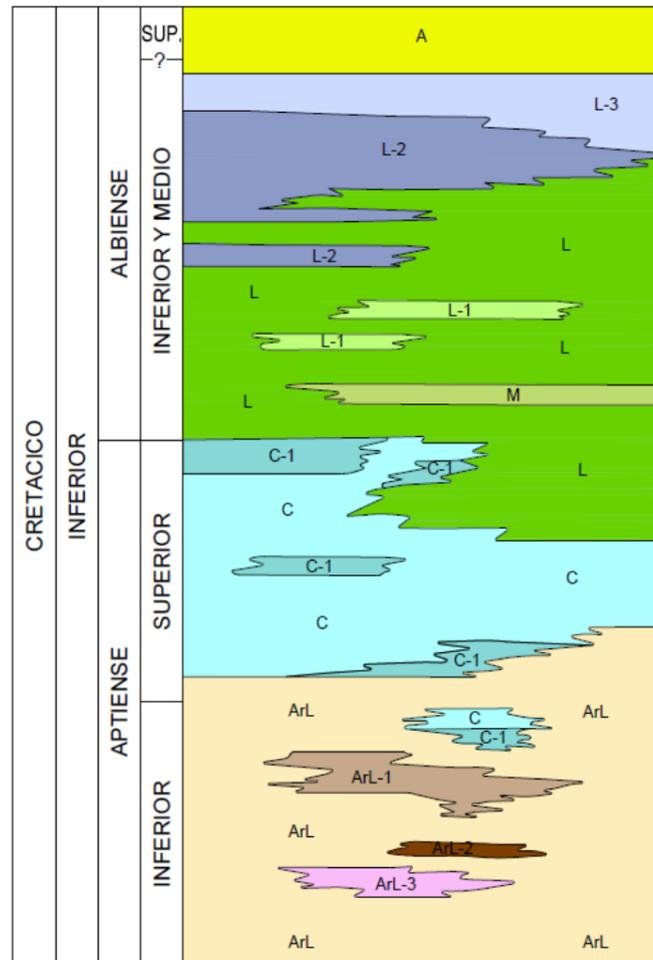
Mapa de esfuerzos regional (World stress map 2008)

Aplicando la expresión de Sheery 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.

4.3.2.1.2 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.

CUATERNARIO	Qtac	Qal	Qc	Qf	Ra
-------------	------	-----	----	----	----



SILICIFICACIÓN	
ROCAS FILONIANAS	

- 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 Ereza
- 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, intersecal 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 decimétrico, 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.

4.3.2.1.3 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 solifluxión 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 Aguja de Peñas Blancas y los Lagos de Trapagarán, cuya presencia es indicativo de un importante desarrollo kárstico en profundidad, dentro de la región.

4.3.2.1.4 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 las Conexiones Valle de Trápaga y Olabeaga 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 recomienda la realización de un estudio hidrogeológico al uso, de forma preliminar al comienzo de las obras, que incluya 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.

4.3.2.1.5 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.

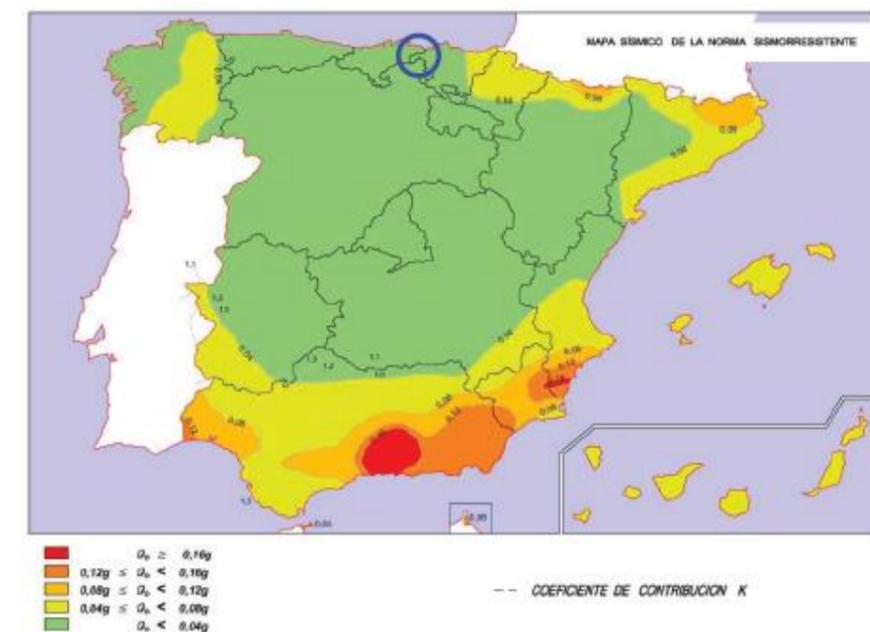


Ilustración 6. Mapa sísmico. Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación

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.*

4.3.2.2 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,

4.3.2.2.1 Campañas geológicas geotécnicas realizadas.

Se han realizado 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),

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+200	501202.044	4790610.24	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.

PIEZÓMETROS INSTALADOS CAMPAÑA GEOTÉCNICA DEL ESTUDIO INFORMATIVO FASE I ORTUELLA-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

Sondeo	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 freático en continuo.

Además se han realizado determinación de parámetros in situ para medición de las propiedades tensodeformacionales así como para la determinación de las permeabilidades de distintos tramos de rocas.

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

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: 4795465 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 laboratrosios siguienedo los estandares habituales y de los que se da cuenta en los correspondientes anejos y apendices.

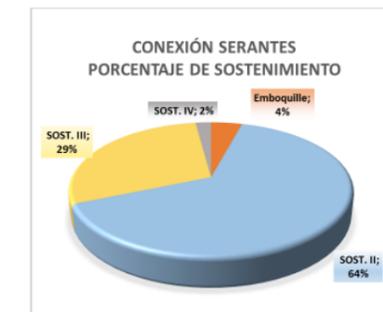
4.3.2.2.2 Tramificación geotécnica.

CONEXIÓN SERANTES

P.K.	LONGITUD	ESTRUCTURA	LITOLÓGIA	RCS	RQD	ESPACIADO	CONDICIÓN DE LAS JUNTAS	CONDICIONES HIDROLÓGICAS	RMR básico	Ajuste por orientación de discontinuidades	RMR	SOSTENIMIENTO
0+208,00	0+620,00	412,00 mts.	CIELO ABIERTO	L	/	/	/	/	/	/	/	/
0+620,00	0+708,00	88,00 mts.	CIELO ABIERTO	M	/	/	/	/	/	/	/	/
0+708,00	0+728,00	20,00 mts.	EMBOQUILLE	M	4	10	10	20	12	56	-10	46 40-60 Emboquille
0+728,00	0+843,00	115,00 mts.	TÚNEL EN MINA	L	7	17	15	20	8	67	-10	57 40-60 III
0+843,00	1+038,00	195,00 mts.	TÚNEL EN MINA	C	10	20	17	25	9	81	-10	71 60-80 II
1+038,00	1+066,00	28,00 mts.	TÚNEL EN MINA	C-ArL	6	18	10	20	9	63	-10	53 40-60 III
1+066,00	1+181,00	115,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	10	18	12	25	6	71	-10	61 60-80 II

De 0+000 a 0+208 corresponde al emboquille al túnel de Serantes ya construido. El ajuste por orientación se aplica considerando el avance dirección Barakaldo.

SOSTENIMIENTO	RMR	LONGITUD	PORCENTAJE
Emboquille	-	20,00 mts.	4%
I	80-100	-	0%
II	60-80	305,00 mts.	64%
III	40-60	138,00 mts.	29%
IV	20-40	10,00 mts.	2%
V	0-40	0,00 mts.	0%

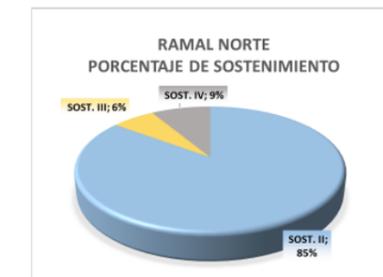


RAMAL NORTE

P.K.	LONGITUD	ESTRUCTURA	LITOLÓGIA	RCS	RQD	ESPACIADO	CONDICIÓN DE LAS JUNTAS	CONDICIONES HIDROLÓGICAS	RMR básico	Ajuste por orientación de discontinuidades	RMR	SOSTENIMIENTO
0+000,00	0+650,00	650,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	10	18	12	25	6	71	-10	61 60-80 II
0+650,00	0+690,00	40,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	10	10	8	18	4	50	-10	40 40-60 III
0+690,00	0+800,00	110,00 mts.	TÚNEL EN MINA	G	11	7	8	15	5	46	-10	36 20-40 IV
0+800,00	0+840,00	40,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	10	10	8	18	4	50	-10	40 40-60 III
0+840,00	1+285,00	445,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	11	18	12	25	6	72	-10	62 60-80 II

El ajuste por orientación se aplica considerando el avance dirección Barakaldo.

SOSTENIMIENTO	RMR	LONGITUD	PORCENTAJE
Emboquille	-	0,00 mts.	0%
I	80-100	0,00 mts.	0%
II	60-80	1095,00 mts.	85%
III	40-60	80,00 mts.	6%
IV	20-40	110,00 mts.	9%
V	0-40	0,00 mts.	0%

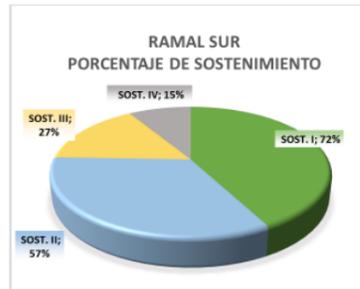


RAMAL SUR

P.K.	LONGITUD	ESTRUCTURA	LITOLÓGIA	RCS	RQD	ESPACIADO	CONDICIÓN DE LAS JUNTAS	CONDICIONES HIDROLÓGICAS	RMR básico	Ajuste por orientación de discontinuidades	RMR	SOSTENIMIENTO		
0+000,00	0+250,00	250,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	12	18	18	25	12	85	-5	80	80-100	I
0+250,00	0+325,00	75,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	10	10	8	18	4	50	-5	45	40-60	III
0+325,00	1+000,00	675,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	12	18	18	25	12	85	-5	80	80-100	I
1+000,00	1+100,00	100,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	10	10	8	18	4	50	-10	40	40-60	III
1+100,00	1+225,00	125,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	10	18	12	25	6	71	-10	61	60-80	II
1+225,00	1+420,00	195,00 mts.	TÚNEL EN MINA	C	10	20	17	25	7	79	-10	69	60-80	II
1+420,00	1+500,00	80,00 mts.	TÚNEL EN MINA	C	10	12	10	20	5	57	-10	47	40-60	III
1+500,00	1+550,00	50,00 mts.	TÚNEL EN MINA	C	6	10	8	18	5	47	-10	37	20-40	IV
1+550,00	1+690,00	140,00 mts.	TÚNEL EN MINA	L (silcf.)	10	6	8	18	5	47	-10	37	20-40	IV
1+690,00	1+780,00	90,00 mts.	TÚNEL EN MINA	C	10	12	10	20	5	57	-10	47	40-60	III
1+780,00	2+190,00	410,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	10	18	12	25	6	71	-10	61	60-80	II

El ajuste por orientación se aplica considerando el avance dirección Barakaldo.

SOSTENIMIENTO	RMR	LONGITUD	PORCENTAJE
Emboquille	-	0,00 mts.	0%
I	80-100	925,00 mts.	72%
II	60-80	730,00 mts.	57%
III	40-60	345,00 mts.	27%
IV	20-40	190,00 mts.	15%
V	0-40	0,00 mts.	0%

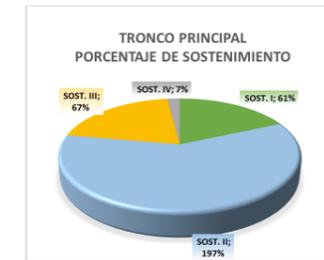


TRONCO PRINCIPAL

P.K.	LONGITUD	ESTRUCTURA	LITOLÓGIA	RCS	RQD	ESPACIADO	CONDICIÓN DE LAS JUNTAS	CONDICIONES HIDROLÓGICAS	RMR básico	Ajuste por orientación de discontinuidades	RMR	SOSTENIMIENTO		
0+000,00	0+075,00	75,00 mts.	TÚNEL EN MINA	C	10	20	17	25	7	79	-5	74	60-80	II
0+075,00	0+300,00	225,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	10	18	12	25	6	71	-5	66	60-80	II
0+300,00	0+400,00	100,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	10	10	8	18	4	50	-5	45	40-60	III
0+400,00	0+800,00	400,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	12	18	18	25	12	85	-5	80	80-100	I
0+800,00	0+875,00	75,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	10	10	8	18	4	50	-5	45	40-60	III
0+875,00	1+250,00	375,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	12	18	18	25	12	85	-5	80	80-100	I
1+250,00	1+330,00	80,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	10	10	8	18	4	50	-5	45	40-60	III
1+330,00	1+520,00	190,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	12	17	17	25	7	78	-5	73	60-80	II
1+520,00	1+620,00	100,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	10	10	8	18	4	50	-5	45	40-60	III
1+620,00	2+080,00	460,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	12	17	17	25	7	78	-5	73	60-80	II
2+080,00	2+200,00	120,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	10	10	8	18	4	50	-5	45	40-60	III
2+200,00	2+470,00	270,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	12	16	17	25	6	76	-5	71	60-80	II
2+470,00	2+570,00	100,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	10	10	8	18	4	50	-5	45	40-60	III
2+570,00	2+760,00	190,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	12	16	12	25	7	72	-5	67	60-80	II
2+760,00	3+190,00	430,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	12	16	12	25	7	72	-5	67	60-80	II
3+190,00	3+310,00	120,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	10	10	8	18	4	50	-5	45	40-60	III
3+310,00	3+520,00	210,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	12	16	16	25	10	79	-5	74	60-80	II
3+520,00	3+620,00	100,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	10	10	8	20	4	52	-5	47	40-60	III
3+620,00	3+880,00	260,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	12	16	14	22	10	74	-5	69	60-80	II
3+880,00	3+980,00	100,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	10	10	8	20	4	52	-5	47	40-60	III
3+980,00	4+220,00	240,00 mts.	TÚNEL EN MINA	ArL	12	16	14	22	10	74	-5	69	60-80	II

El ajuste por orientación se aplica considerando el avance dirección Barakaldo.

SOSTENIMIENTO	RMR	LONGITUD	PORCENTAJE
Emboquille	-	0,00 mts.	0%
I	80-100	775,00 mts.	61%
II	60-80	2508,00 mts.	197%
IV	20-40	84,00 mts.	7%
V	0-40	0,00 mts.	0%



VALLE DE TRÁPAGA – BARAKALDO (ALTERNATIVA 1)									
TRAMO	Nº	PK INICIO	PK FINAL	LONGITUD (m)	RMR básico	Condiciones hidráulicas	Corrección por discontinuidades	RMR corregido	SOST.
	1	3665	3904	239	60	Lig. Húmedo	-12	40-60	Tipo III
	2	3904	3924	20	45	húmedo	-12	20-40	Tipo IV
	3	3924	3944	20	25	goteo	0	<20	Tipo V
	4	3944	3964	20	45	húmedo	-12	20-40	Tipo IV
	5	3964	4325	361	60	Lig. Húmedo	-12	40-60	Tipo III
	6	4325	4591	266	55	húmedo	-12	20-40	Tipo IV
	7	4591	4601	10	65	seco	0	60-80	Tipo II
	8	4601	4705	104	40	húmedo	-10	20-40	Tipo IV
	9	4705	4755	50	30	goteo	0	<20	Tipo V
	10	4755	4795	40	45	húmedo	-5	20-40	Tipo IV
	11	4795	5045	250	55	húmedo	-5	40-60	Tipo III
	12	5045	5120	75	45	húmedo	-10	20-40	Tipo IV
	13	5120	5130	10	30	goteo	0	20-40	Tipo IV
	14	5130	5140	10	45	húmedo	-10	40-60	Tipo III
	15	5140	5350	210	50	Lig. Húmedo	-5	40-60	Tipo III
	16	5350	5505	155	50	seco	-10	20-40	Tipo IV
	17	5505	5525	20	25	goteo	0	<20	Tipo V
	18	5525	6045	520	60	Lig. Húmedo	-5	40-60	Tipo III
	19	6045	6265	220	55	goteo	-5	20-40	Tipo IV
	20	6265	6395	130	55	húmedo	-10	20-40	Tipo IV
	21	6395	6525	130	50	húmedo	-10	20-40	Tipo IV
	22	6525	6545	20	55	húmedo	-10	20-40	Tipo emb
	23	6770	6790	20	60	goteo	-10	40-60	Tipo emb
	24	6790	7022	232	55	goteo	-5	40-60	Tipo III
	25	7022	7052	30	40	húmedo	-5	20-40	Tipo IV
	26	7052	7072	20	30	goteo	0	20-40	Tipo IV
	27	7072	7225	154	50	húmedo	-10	20-40	Tipo IV
	28	7225	7325	100	65	goteo	-10	40-60	Tipo III
	29	7325	7365	40	45	goteo	-10	20-40	Tipo IV
	30	7365	7485	120	55	húmedo	-10	20-40	Tipo IV
	31	7485	7545	60	60	Lig. Húmedo	-5	40-60	Tipo III
	32	7545	7720	175	55	Lig. Húmedo	-5	40-60	Tipo III
	TOTAL (m)			3831					

TRAMO VALLE DE TRÁPAGA – BARAKALDO (ALTERNATIVA 2)								
Nº	PK INICIO	PK FINAL	LONGITUD (m)	RMR básico	Condiciones hidráulicas	Corrección por discontinuidades	RMR corregido	SOST.
1	3665	3904	239	60	Lig. Húmedo	-12	40-60	Tipo III
2	3904	3924	20	45	húmedo	-12	20-40	Tipo IV
3	3924	3944	20	25	goteo	0	<20	Tipo V
4	3944	3964	20	45	húmedo	-12	20-40	Tipo IV
5	3964	4325	361	60	Lig. Húmedo	-12	40-60	Tipo III
6	4325	4591	266	55	húmedo	-12	20-40	Tipo IV
7	4591	4601	10	65	seco	0	60-80	Tipo II
8	4601	4705	104	40	húmedo	-10	20-40	Tipo IV
9	4705	4755	50	30	goteo	0	<20	Tipo V
10	4755	4795	40	45	húmedo	-5	20-40	Tipo IV
11	4795	5045	250	55	húmedo	-5	40-60	Tipo III
12	5045	5120	75	45	húmedo	-10	20-40	Tipo IV
13	5120	5130	10	30	goteo	0	20-40	Tipo IV
14	5130	5140	10	45	húmedo	-10	40-60	Tipo III
15	5140	5350	210	50	Lig. Húmedo	-5	40-60	Tipo III
16	5350	5505	155	50	seco	-10	20-40	Tipo IV
17	5505	5525	20	25	goteo	0	<20	Tipo V
18	5525	6045	520	60	Lig. Húmedo	-5	40-60	Tipo III
19	6045	6265	220	55	goteo	-5	20-40	Tipo IV
20	6265	6395	130	55	húmedo	-10	20-40	Tipo IV
21	6395	6595	200	50	húmedo	-10	20-40	Tipo IV
22	6595	6615	20	55	húmedo	-10	20-40	Tipo emb
23	6715	6735	20	60	goteo	-10	40-60	Tipo emb
24	6735	6985	250	55	goteo	-5	40-60	Tipo III
25	6985	7015	30	40	húmedo	-5	20-40	Tipo IV
26	7015	7035	20	30	goteo	0	20-40	Tipo IV
27	7035	7225	190	50	húmedo	-10	20-40	Tipo IV
28	7225	7325	100	65	goteo	-10	40-60	Tipo III
29	7325	7365	40	45	goteo	-10	20-40	Tipo IV
30	7365	7485	120	55	húmedo	-10	20-40	Tipo IV
31	7485	7545	60	60	Lig. Húmedo	-5	40-60	Tipo III
32	7545	7725	180	55	Lig. Húmedo	-5	40-60	Tipo III
TOTAL (m)			3960					

TRAMO BARAKALDO-BILBAO. TRONCO alternativa 1								
Nº	PK INICIO	PK FINAL	LON (m)	RMR básico	Condiciones hidráulicas	Corrección por discontinuidades	RMR corregido	SOST.
1	7720	8125	405	55	Lig. Húmedo	-5	40-60	Tipo III
2	8125	8205	80	50	Goteo	-5	20-40	tipo IV
3	8205	8225	20	50	Goteo	-5	20-40	Tipo Emb
4	8635	8675	40	40	Goteo	-5	20-40	Tipo Emb
5	8675	8689	14	40	Goteo	-5	20-40	Tipo V
6	8689	8709	20	65	Seco	0	60-80	Tipo IV
7	8709	8744	35	45	Lig. Húmedo	-5	20-40	Tipo IV
TOTAL (m)			614					

TRAMO BARAKALDO-BILBAO. RAMAL alternativa 1								
Nº	PK INICIO	PK FINAL	LON. (m)	RMR básico	Condiciones hidráulicas	Corrección por discontinuidades	RMR corregido	SOST.
1	55	95	40	25	Flujo	0	<20	incluido en emboquille del tronco
2	95	115	20	25	Flujo	0	<20	Tipo V
3	115	125	10	50	Flujo	0	<20	Tipo V
4	125	320	195	65	Goteo	-10	20-40	Tipo IV
5	320	340	20	55	Lig. Húmedo	0	>60	Tipo II
6	340	620	280	60	Lig. húmedo	-5	40-60	Tipo III
7	620	750	130	25	Seco	0	40-60	Tipo III
8	750	800	50	50	Goteo	0	<20	Tipo V
9	800	1110	310	60	húmedo	0	20-40	Tipo IV
10	1110	1150	40	55	Seco	0	40-60	Tipo III
11	1150	1390	240	50	húmedo	-5	40-60	Tipo III
12	1390	1460	70	50	goteo	-5	20-40	Tipo IV
13	1460	1480	20	50	Flujo	-5	20-40	Embq
TOTAL (m)			1425					

TRAMO BARAKALDO-BILBAO. TRONCO alternativa 2								
Nº	PK INICIO	PK FINAL	LON (m)	RMR básico	Condiciones hidráulicas	Corrección por discontinuidades	RMR corregido	SOST.
1	7725	7990	265	55	Lig. Húmedo	-5	40-60	Tipo III
2	7990	8070	80	50	Goteo	-5	20-40	tipo IV
3	8070	8090	20	50	Goteo	-5	20-40	Tipo Emb
4	8655	8695	40	40	Goteo	-5	20-40	Tipo Emb
5	8695	8715	20	65	Seco	0	60-80	Tipo V
6	8715	8750	35	45	Lig. Húmedo	-5	20-40	Tipo IV
TOTAL (m)			460					

TRAMO		BARAKALDO-BILBAO. RAMAL alternativa 2						
Nº	PK INICIO	PK FINAL	LON. (m)	RMR básico	Condiciones hidráulicas	Corrección por discontinuidades	RMR corregido	SOST.
1	0	40	40	25	Flujo	0	<20	incluido en emboquille del tronco
2	40	60	20	25	Flujo	0	<20	Tipo V
3	60	320	260	50	Goteo	-10	20-40	Tipo IV
4	320	340	20	65	Lig. Húmedo	0	>60	tipo II
5	340	620	280	55	Lig. húmedo	-5	40-60	Tipo III
6	620	750	130	60	Seco	0	40-60	Tipo III
7	750	800	50	25	Goteo	0	<20	Tipo V
8	800	1110	310	50	húmedo	0	20-40	Tipo IV
9	1110	1150	40	60	Seco	0	40-60	Tipo III
10	1150	1290	140	35	húmedo	-5	20-40	Tipo IV
11	1290	1360	70	35	goteo	-5	20-40	Tipo IV
12	1360	1380	20	25	Flujo	0	<20	Emboq
TOTAL (m)			1340					

4.3.2.2.3 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 analíticos revelan una **agresividad débil a media en la zona de Olabeaga**, en la que la especie química determinante corresponde a los sulfatos. 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.

4.3.3 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.

4.3.4 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
Duración del período seco	0-1 mes
Precipitación de invierno	32 %
Precipitación de primavera	21 %
Precipitación de otoño	32 %

4.4 Descripción de alternativas

Como se describía en el "Apartado 4.2. Alternativas estudiadas", el presente documento desarrolla las dos alternativas de conexión del Túnel del Serantes con el soterramiento ferroviario ejecutado en Olabeaga que se considera se ajustan mejor a los objetivos perseguidos. El trazado de ambas alternativas es común en su primera mitad, desde el falso túnel de salida del Túnel del Serantes en Ortuella hasta el entorno del PK 4+250 del tronco, donde se separan, primero en alzado y luego en planta, para conseguir cruzar el Valle del Castaños una en viaducto y otra en falso túnel.

A partir de ese punto y hasta el PK 6+500 el trazado en planta es similar en ambas, con una distancia máxima de 30 metros entre ejes. Es a partir del PK 6+500 donde se desarrollan trazados en planta claramente divergentes, que vuelven a converger en el tramo Kadagua-Olabeaga para incorporarse al cajón ejecutado en Olabeaga.

La gran diferencia entre ambas alternativas radica en el perfil longitudinal al paso bajo el Castaños, la Alternativa 1 cruza en viaducto, mientras que la Alternativa 2 cruza bajo el cauce en falso túnel. Esta

diferencia de cotas en el tronco de la VSF al paso por el Valle del Castaños marca la diferencia entre ambas alternativas.

Independientemente de sus diferencias en planta y alzado, el trazado de ambas alternativas se desarrolla soterrado en la mayor parte de su longitud, ya sea en túnel en mina o en falso túnel, atendiendo así varias de las alegaciones presentadas en la fase de Información Pública del Estudio Informativo previo. La Alternativa 1 tiene dos tramos en superficie, coincidentes con el cruce de los valles del Castaños y el Kadagua que cruza mediante sendos viaductos. La Alternativa 2 por su parte tiene un único tramo en superficie, coincidente con el cruce del Valle del Kadagua en viaducto.

4.4.1 Condicionantes

La actualización del trazado previsto en el Estudio Informativo previo exige actualizar los condicionantes contemplados en su día y analizar la posible presencia de nuevos condicionantes surgidos desde la redacción del documento previo, como son la presencia de otras infraestructuras que evitar o con las que se hace necesario conectar o la presencia de condicionantes medioambientales o urbanísticos.

En el anejo nº6, trazado, plataforma y superestructura, se describen ampliamente todos los condicionantes a tener en cuenta, a los cuales hay que añadir el Inventario Ambiental incluido en el EslA que acompaña al presente Estudio Informativo.

A continuación se describen los condicionantes que más han influido en el diseño de las alternativas:

4.4.1.1 Otras infraestructuras

Existen cuatro infraestructuras principales que deben tenerse en cuenta a la hora de proponer alternativas de trazado en la actualización del Estudio Informativo. 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. En el anejo se analizan además otras infraestructuras existentes, de menor envergadura, que sin embargo han de ser también tenidas muy en cuenta a la hora de diseñar el trazado y que se concentran sobre todo en el Valle del Kadagua.

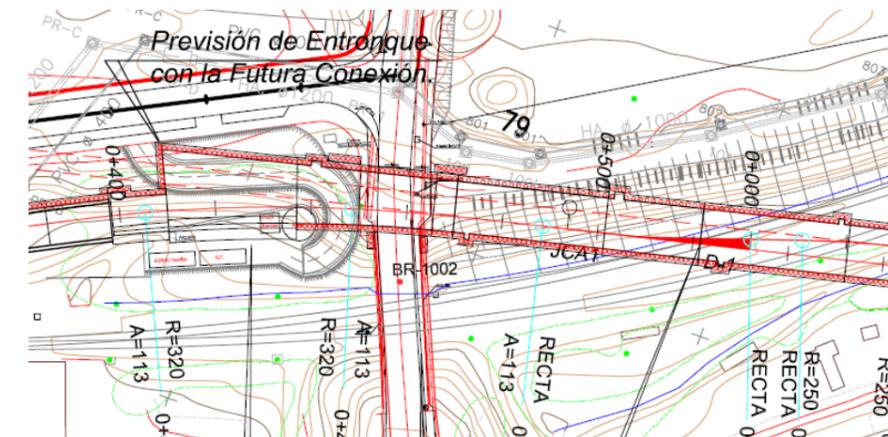
4.4.1.1.1 Túnel del Serantes

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 GE Renewable. En la siguiente imagen se aprecia dentro de un círculo rojo la boca de salida del falso túnel actualmente tapiada, con las instalaciones de GE Renewable 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.



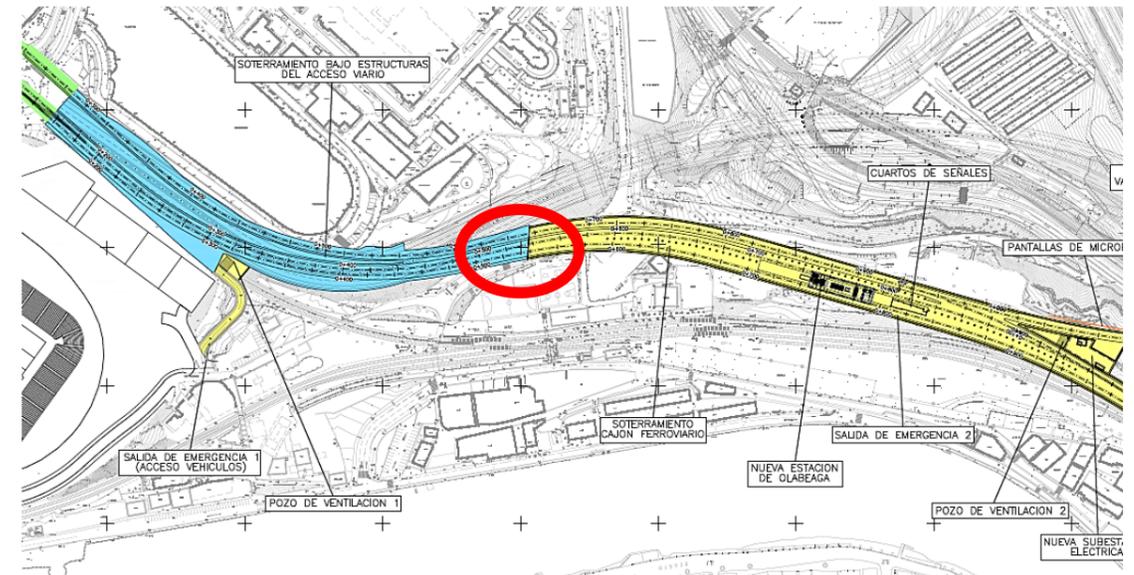
La visita al interior de la obra ejecutada que discurre entre las instalaciones del Puerto de Bilbao y Ortuella permitió comprobar que, si bien la mayor parte del trazado se ha ejecutado en su totalidad (incluyendo instalaciones, superestructura completa de vía y catenaria, ...) el tramo final de bifurcación cuenta tan solo con la infraestructura, no habiéndose ejecutado las obras correspondientes a vía y electrificación, como se aprecia en las siguientes fotografías.



4.4.1.1.2 Soterramiento ferroviario Olabeaga

El Estudio Informativo previo hacía referencia a la conexión del trazado diseñado en Olabeaga con el corredor ferroviario previsto en el "Estudio Informativo del Proyecto de Integración del ferrocarril en el barrio de Olabeaga de Bilbao". En la actualidad parte de las obras correspondientes a dicha integración están ya ejecutadas, en base al "Proyecto de ejecución del trazado ferroviario en el entorno de Olabeaga" ejecutado por BILBAO RÍA 2000 en el año 2009.

En dicho proyecto se contemplaba una solución más avanzada para la integración del ferrocarril en el entorno de Olabeaga y se construía ya la parte de solución necesaria para ejecutar los nuevos accesos a Bilbao por San Mamés, incluyendo el cajón ferroviario al que hacía referencia el Gobierno Vasco en su alegación relativa a prolongar dicho cajón manteniendo así la variante soterrada en todo el tramo de Olabeaga.

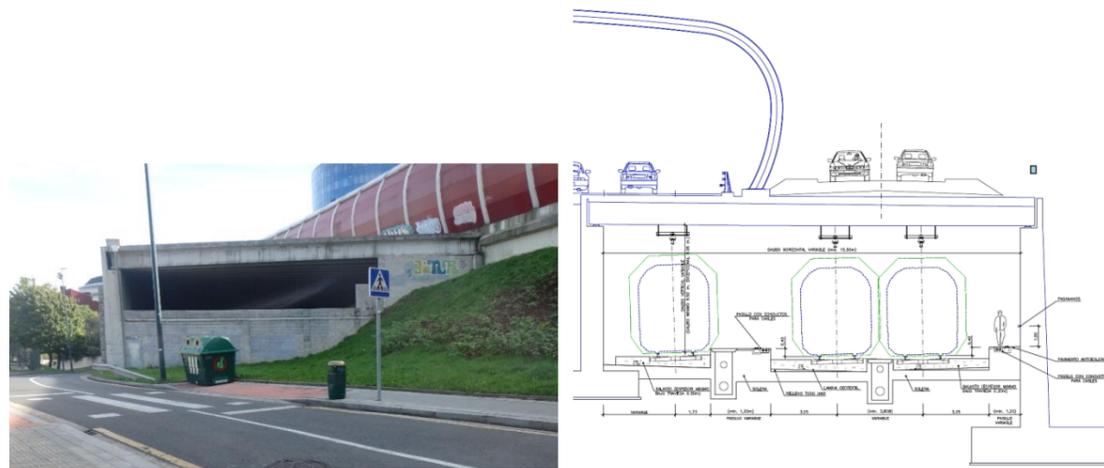


El proyecto diseñaba un nuevo corredor ferroviario de acceso a Bilbao en dos fases, una primera fase en azul cuya interferencia con los nuevos accesos a San Mamés hacían necesario que fuese ejecutada al mismo tiempo y una segunda fase (en amarillo) que planteaba el corredor ferroviario futuro. En esta segunda fase, el trazado previsto para la Variante es similar al contemplado en el Estudio Informativo previo.

Ahora el objetivo sería prolongar el trazado del cajón existente, hasta que tome la profundidad suficiente para cruzar bajo las infraestructuras viarias del entorno.



Por tanto, el cajón proyectado y construido bajo los accesos a Bilbao de la Autopista A-8 es el elemento de referencia para la conexión del final del trazado de la VSF en Fase I con el corredor ferroviario existente en Olabeaga.



El trazado de la VSF conectaría exactamente con la vía más alejada del actual trazado de la línea Bilbao-Santurtzi de ADIF en Olabeaga. Las otras dos vías previstas en el cajón se corresponden con la doble vía prevista a futuro para la línea Bilbao-Santurtzi cuando se remodele el corredor ferroviario de Olabeaga.

4.4.1.1.3 Variante Sur metropolitana en Servicio

La Variante Sur Metropolitana (VSM) se desarrolla entre el Peaje de Trapaga y el Peaje de Peñasal 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 Trapagan 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 Trapaga 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.

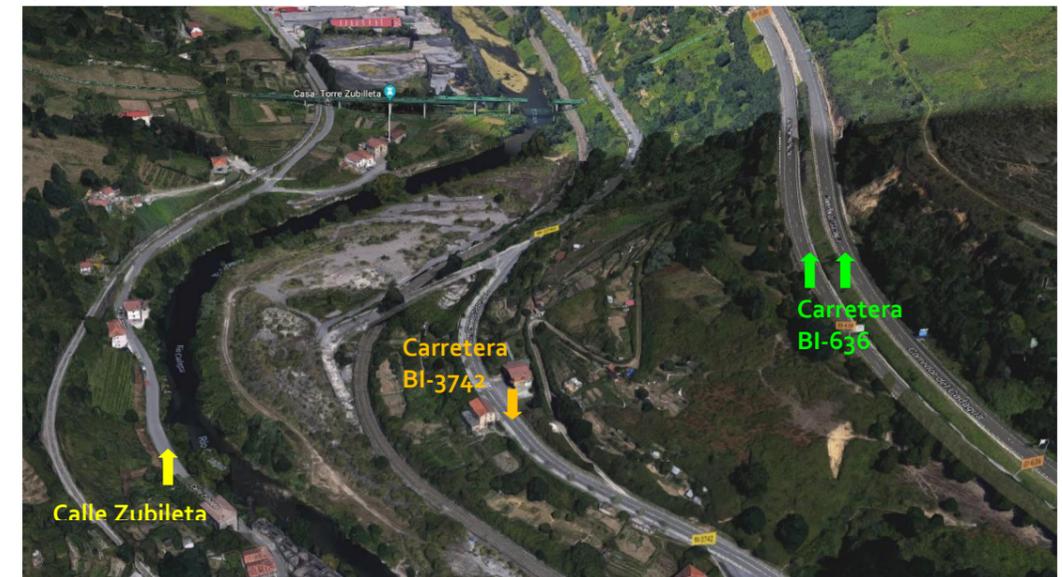
4.4.1.1.4 Corredor del Kadagua BI-636 y BI-3742

En la margen Este del Valle del Kadagua existen dos carreteras que condicionan seriamente el emboquille de salida hacia Olabeaga.

- BI-636, Corredor del Kadagua, carretera de doble calzada, con dos carriles por sentido que supone el acceso a Bilbao desde todas las poblaciones ubicadas en las márgenes del Río Kadagua y de la Comarca de las Encartaciones. Es una vía principal con IMD elevada e intenso tráfico que sería preferible no afectar en modo alguno.

- BI-3742. Vial que discurre en paralelo a la BI_636 en la zona de cruce de ambas alternativas por el Valle del Kadagua. Su trazado se acerca más al cauce del Kadagua, siendo sus cotas muy inferiores a las del anterior vial.
- En la margen Oeste existe un tercer vial de menor importancia, la Calle Zubileta, que supone el acceso a todas las edificaciones ubicadas al oeste del cauce.

En la siguiente imagen se aprecia el recorrido de cada uno de estos viales a lo largo del valle en la zona elegida para el cruce de la VSF



4.4.1.1.5 Vial de acceso al Barrio del Regato

Se trata de la carretera de acceso al Barrio del Regato desde Gorostiza. Vial de doble sentido que discurre por la margen oeste del Río Castaños (Galindo) desde el Regato hasta Barakaldo. Los trazados habrán de ser compatible con el mantenimiento de este acceso, tanto a futuro como durante la ejecución de las obras.

4.4.1.1.6 Líneas férreas en el Valle del Kadagua

EL valle cuenta con dos líneas férreas en servicio que lo recorren, una por cada margen.

- En la margen este del valle la Línea de ADIF (FEVE) que discurre entre Bilbao y Balmaseda. Se trata de una línea de viajeros de cercanías que conecta los municipios de Balmaseda, Zalla, Güeñes y Alonsotegi con la Comarca de Bilbao.
- En la margen oeste se encuentra la línea de ADIF (FEVE) Alonsotegi-Burtzeña, ramal de mercancías que se desvía de la anterior línea procedente de Santander en la Playa de vías de Alonsotegi y que cuenta con un número reducido de circulaciones semanales.



4.4.1.2 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.

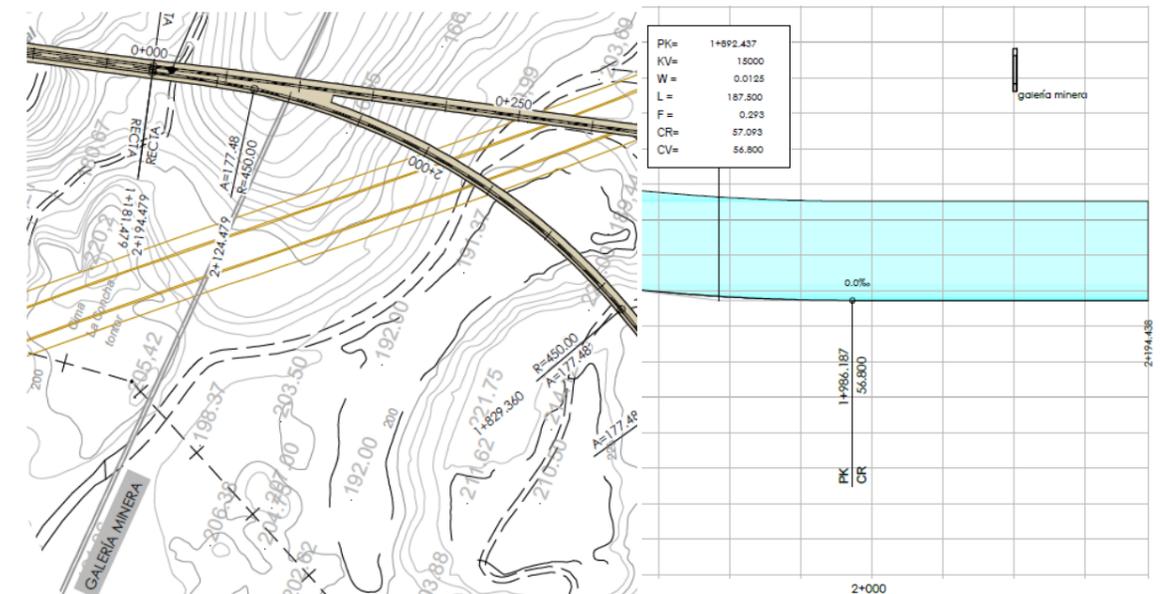
Parte de la problemática geotécnica que se puede presentar es la existencia de galerías mineras no inventariadas. En el marco de la presente actualización del Estudio Informativo se han recopilado los trazados de varias galerías mineras, obtenidas gracias a la colaboración del Museo de la Minería del País Vasco ubicado en Gallarta. 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 bombes en el interior de los ramales.

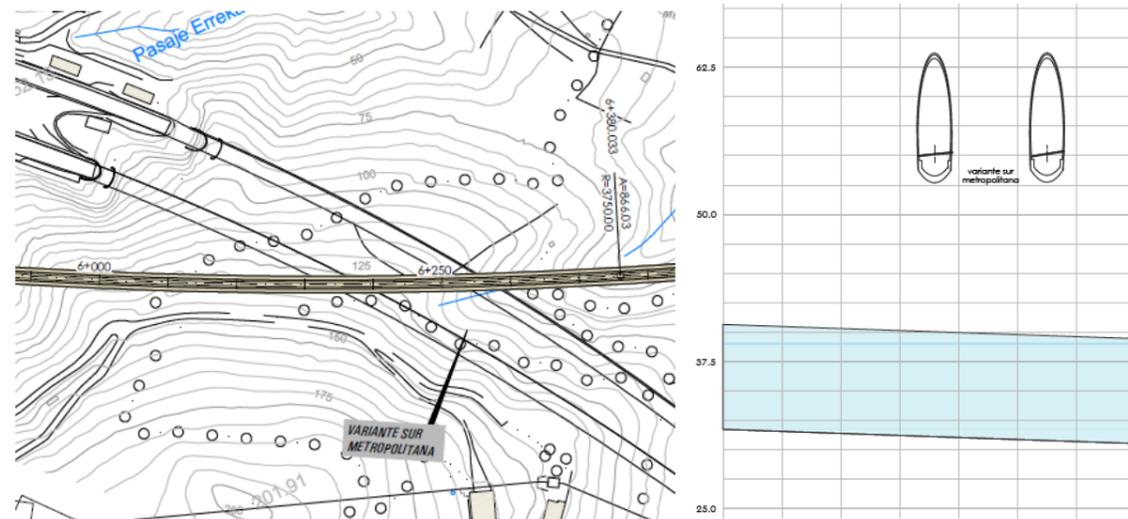
A continuación se muestra sobre ortofoto el trazado en planta de la mencionada galería proporcionado por el Museo de la Minería del País Vasco.



Como se aprecia en los siguientes detalles obtenidos de los planos de planta y perfil longitudinal del Ramal Serantes-Tronco, el cruce de la galería con el nuevo trazado se produce coincidiendo en planta con la sección previa a la separación de las vías, que pasan de discurrir en doble vía a túneles independientes de vía única para cada sentido. Siendo la diferencia de cota entre la clave del túnel y la solera de la galería de unos 7 metros en ese punto.



Otro aspecto a tener en cuenta es el cruce del túnel en mina de la VSF con la Variante Sur metropolitana (VSM) ya ejecutada, descrita en el apartado de "Otras infraestructuras de transporte", la presencia de esta infraestructura obliga a adoptar una distancia de seguridad suficiente entre tubos, condicionando así el desarrollo en alzado del trazado ferroviario. Este condicionante afecta principalmente a la Alternativa 1, que discurre al paso por el Valle del Castaños en viaducto y por tanto a cotas más próximas a la VSM. Se adopta una distancia mínima entre ambas rasantes de 12,5 metros, como se aprecia en la siguiente imagen.



4.4.1.3 Redes de servicios

De entre las múltiples redes de servicios existentes en el ámbito de desarrollo de esta Fase I de la Variante Sur Ferroviaria las que más han condicionado el diseño del trazado son las de abastecimiento de agua del Consorcio de Aguas de Bilbao, y en especial la conducción de grandes dimensiones que abastece desde la Depuradora de venta Alta a los depósitos situados en Ugarte, desde los que se abastecen las necesidades de Baracaldo, Trápaga y Sestao.

Esta conducción cuenta con una considerable longitud de tubería ejecutada en túnel en mina que sale a superficie coincidiendo con el cruce de los principales cauces que encuentra a su paso. En esas zonas se encuentran los denominados sifones del Regato, Kadagua y Bolintxu. Los dos primeros han condicionado seriamente la elección del punto del cruce de la VSF en los Valles del Castaños (Regato) y del Kadagua.

La conducción discurre en estos valles en superficie, apoyada en el terreno en las laderas que descienden hacia el fondo del valle, pasando luego a discurrir en forma de acueducto sobre el cauce y los viales que le acompañan.

Se trata de una conducción de gran diámetro que cuenta con dos tubos en el Valle del Kadagua y un tubo en el Sifón del Regato.



Sifón del Regato



Sifón del Kadagua



Sifón del Kadagua



Sifón del Kadagua

4.4.1.4 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. Los cauces principales que influirán en el diseño del trazado son:

- 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

- Río Castaños/Galindo. Cauce que desciende desde el Embalse de Gorostiza hacia Barakaldo y da forma a un profundo valle que ha de atravesar la Variante Sur Ferroviaria. La presencia del cauce condiciona tanto la planta como el alzado de las posibles alternativas de trazado que habrán de garantizar la continuidad del cauce.



Valle del Castaños

- Río Kadagua. Se trata de una de las principales corrientes de agua superficiales del Territorio Histórico de Bizkaia. Forma un valle de considerable anchura que habrá de saltarse mediante un viaducto, de forma que pueda implantarse en superficie el desvío que articula la conexión del ronco de la VSF con el ramal ferroviario en vía única a Olabeaga.



Valle del Kadagua

4.4.2 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 está marcada por el tráfico mixto mercancías-viajeros, el ancho doble, ibérico e internacional. Se diseña en doble vía.

La parte de infraestructura ya construida hasta Ortuella cuenta también con doble vía, siendo la superestructura de vía y la electrificación compatibles con los tráficos de mercancías en ancho ibérico e internacional. Por ello, el ramal que conecta el tronco con el túnel del Serantes deberá plantearse también en doble ancho.

En el extremo contrario, el punto de conexión previsto en Olabeaga para la VSF dispone de una sola vía y, en principio, conecta con plataforma de único ancho. Se preveía por tanto una sección de vía única y ancho RENFE. En el presente Estudio Informativo se contempla una sección de vía única, pero con tercer hilo, en previsión de situaciones operacionales provisionales que pudieran darse en el marco de la implantación de futuras infraestructuras.

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, Dp(t), de 10 KPa es de 75m².

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

4.4.3 Alternativa 1

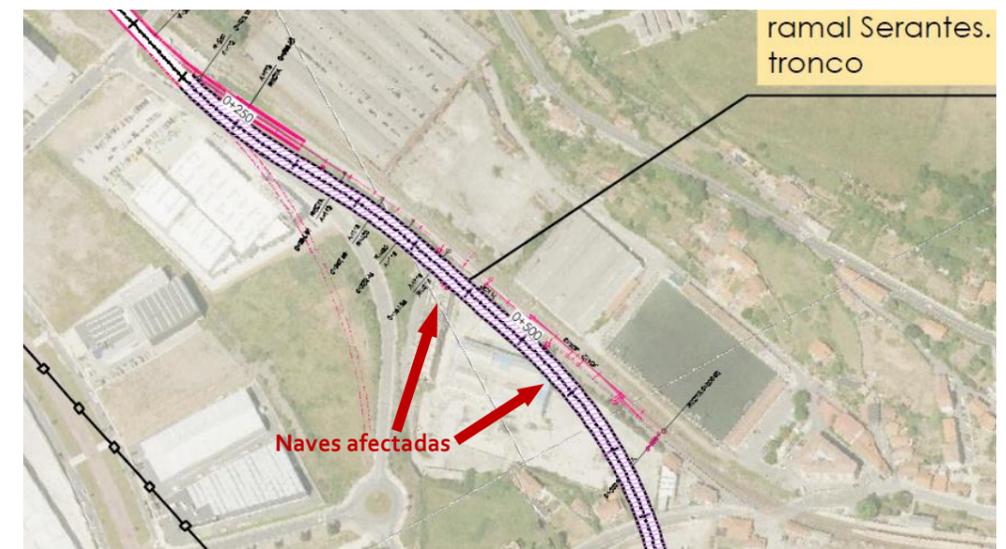
A continuación se describe el trazado de la Alternativa 1 por tramos:

4.4.3.1 Ramal Serantes-Tronco

La solución adoptada se inicia en Ortuella, a la salida de las obras ya ejecutadas del túnel del Serantes. El trazado ahora proyectado comienza como prolongación del falso túnel ejecutado bajo Lasagabaster Kalea, junto a las instalaciones de la empresa General Electric posee en el Barrio Bañales de Ortuella. Se diseña un nuevo cajón ferroviario en doble vía en prolongación del cajón ya ejecutado. 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 500 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. La actualización elimina la conexión con las vías existentes prevista en el estudio previo, quedando así la plataforma ya ejecutada en desuso; podrá utilizarse como salida de emergencia la parte del falso túnel ejecutada con salida a esta plataforma.



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 hasta salir a superficie en el

valle del Río Castaños ya en Barakaldo. 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.

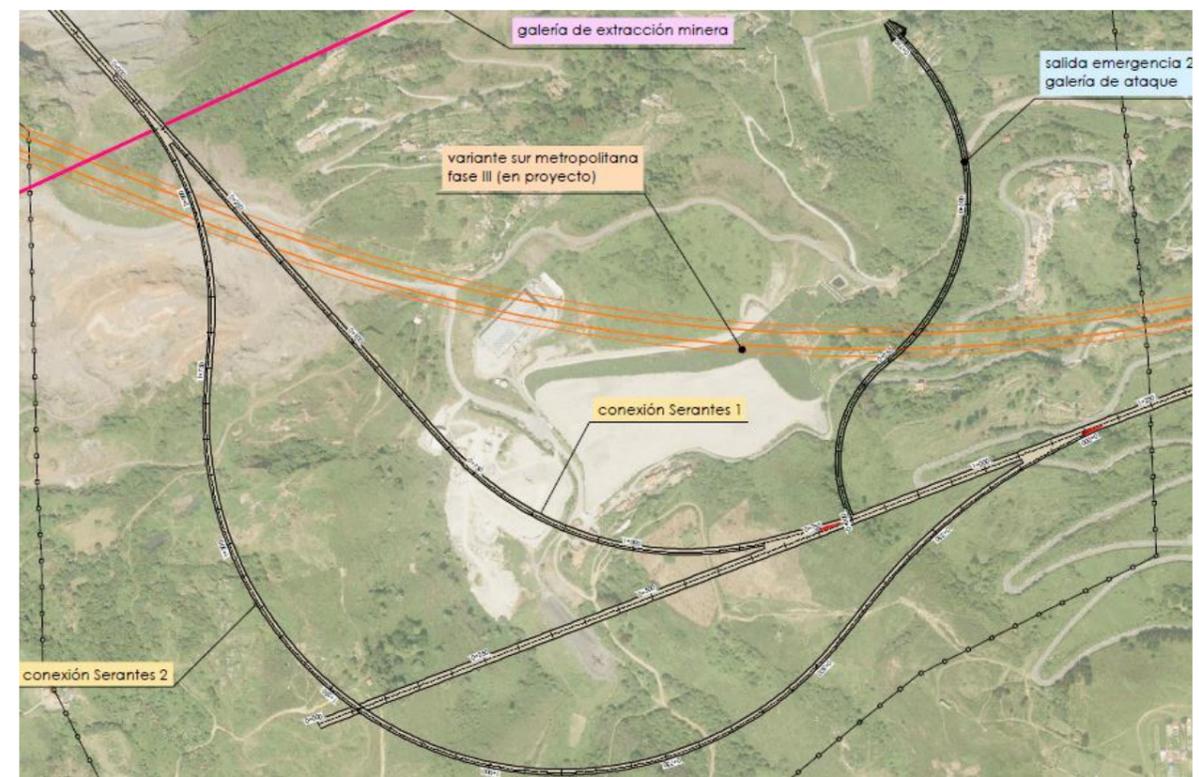
El emboquille del túnel en mina se ejecuta en la margen contraria del vial, a ambos lados se ubican edificaciones residenciales que no se verán afectadas por las obras. El vial ubicado entre la nave y estas viviendas se verá cortado al tráfico durante la ejecución de las mismas, no serán necesarios desvíos 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 600 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 al 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 salida de emergencia a ejecutar en Fase I para garantizar la evacuación en caso de siniestro. La galería entronca con el túnel de la VSF inmediatamente antes del desvío de la Conexión Serantes 1 y se ha diseñado con una anchura suficiente para dar cabida a vehículos de obra y ser utilizada como rampa de ataque.

4.4.3.2 Tronco Ortuella-Castaños

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+650 del Eje Tronco).

El trazado en planta en este tramo desarrolla una primera curva a derechas (PK crecientes) de radio 3750 m seguido de un segundo acuerdo a izquierdas con radio central también 3.750 metros con el que sale a superficie en el río Castaños.

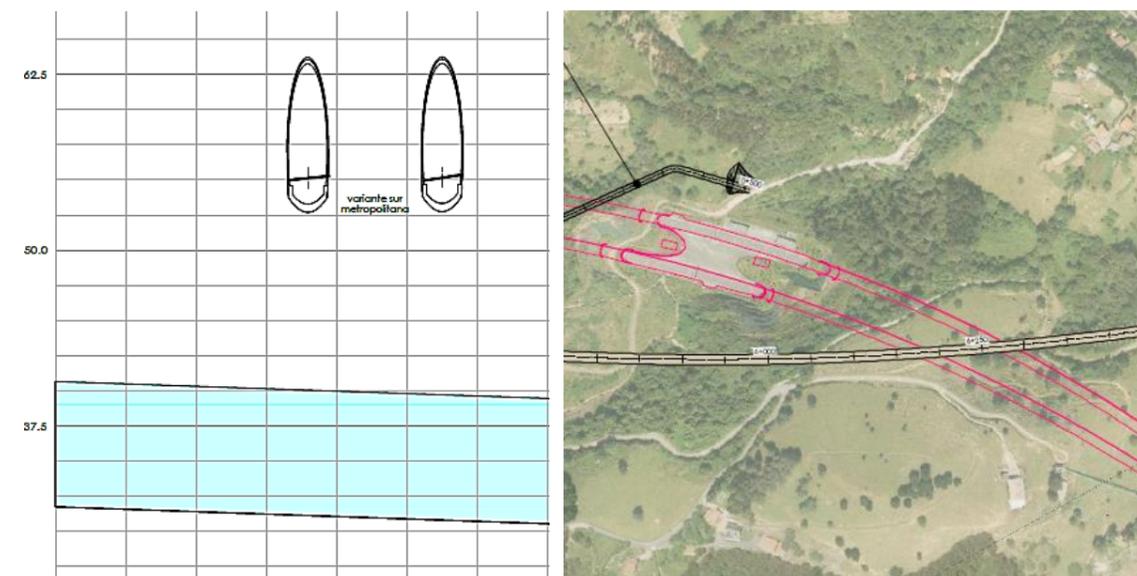
Es el tramo de mayor longitud, con más de 6.500 metros, discurre íntegramente en túnel excavado en mina de doble vía y requiere por ello de salidas de emergencia separadas entre sí un máximo de 1.000 metros a lo largo del eje del túnel.

Cuenta con un total de 5 salidas de emergencia (números 3 a 7 en esta alternativa), tres de ellas con sección suficiente para ser utilizada como rampa de ataque para la ejecución por tramos del túnel de línea. Todas ellas entroncan con el túnel por el hastial Izquierdo (PK crecientes) saliendo a superficie en las laderas inmediatamente al sur de las zonas más pobladas de Ortuella y Barakaldo. Se ubican en los PK (1+750, 2+750, 3+550, 4+550 y 5+550).

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+750, 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 derivaran al Arroyo Castaños.

La tapada de roca es en toda la longitud del túnel en mina superior a los 25 metros. Como punto singular del trazado en este tramo está, entre los PK 6+150 y 6+300, el cruce en planta con los túneles de la AP-8 en servicio. Los túneles discurren mucho más altos que la Variante Ferroviaria, garantizando una tapada entre tubos suficiente para evitar riesgos.



4.4.3.3 Valle del Castaños

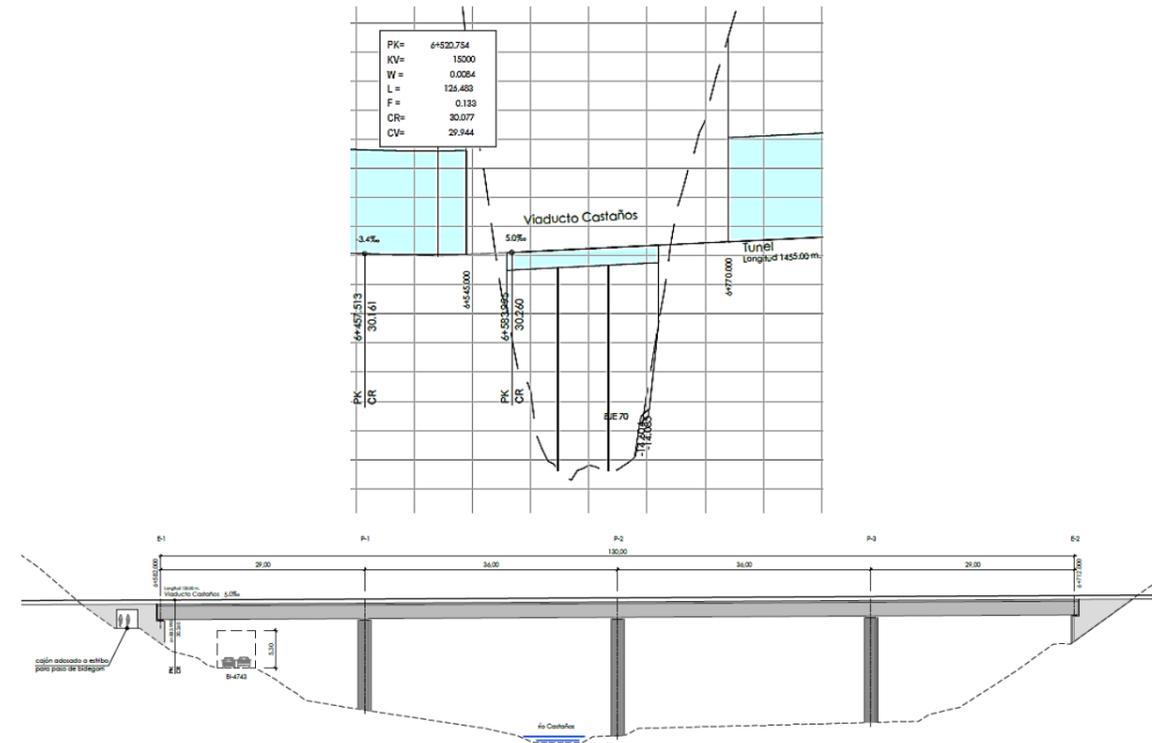
EL túnel en mina anterior sale a superficie en el Valle del Castaños, cruzando en viaducto sobre el mismo a la altura del Barrio de Gorostiza, aguas abajo del embalse de Gorostiza y del sifón del Consorcio. Se elige para el cruce una zona entre edificaciones que permite evitar afecciones a las mismas. Para reducir la afección acústica las viviendas del entorno con la VSF en servicio, se diseñan sendos tramos de falso túnel a ambos extremos del viaducto, entre éste y las secciones de emboquille.



El trazado en planta en el tramo de cruce describe una curva a derechas (PK crecientes) que en el tramo en superficie desarrolla una clotoide de parámetro 1.000 de transición al radio 5.000 m que se desarrolla en el siguiente túnel.



Por lo que se refiere al trazado en alzado, cuenta con un punto bajo en el emboquille de la ladera oeste ascendiendo a partir de ahí con una pendiente de 5 milésimas en todo el tramo. La longitud resultante para el viaducto ronda los 130 m y, además del cauce del citado río, la nueva estructura proyectada debe salvar un bidegorri, la carretera BI-4743 que da acceso al Barrio del Regato y un camino vecinal de acceso a fincas.



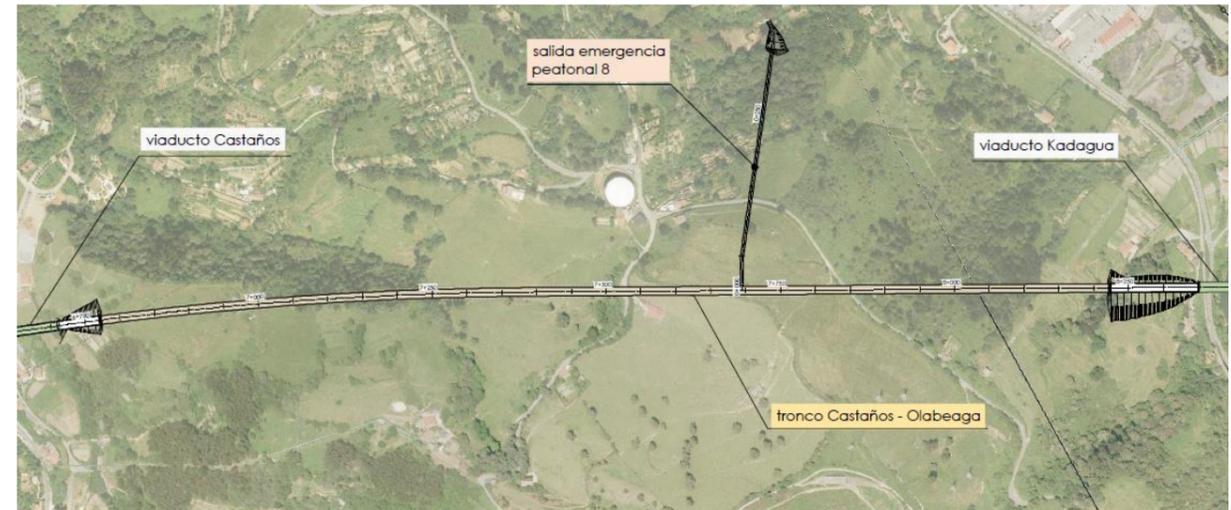
A la hora de plantear posibles tipologías estructurales para el tablero, se ha optado por descartar tanto las pequeñas como las grandes luces, buscando con ello adoptar soluciones lo más equilibradas posible tanto desde un punto de vista económico, como técnico, estético y medioambiental.

4.4.3.4 Tronco Castaños-Kadagua

Finalizado el viaducto sobre el Río Castaños el trazado continúa entrando en un nuevo túnel, entorno a los 1500 m de longitud, que sale a superficie en el Valle del Kadagua. El túnel cuenta con sendos tramos de falso túnel en sus extremos, en la transición túnel-viaducto, buscando con ello reducir el impacto acústico en las viviendas ubicadas en las laderas en que se ubican los respectivos emboquilles

La longitud del túnel hace necesario diseñar una nueva salida de emergencia intermedia, la número 8 del trazado, que, al igual que las restantes, sale a superficie en la ladera norte del monte, entroncando con el túnel por el hastial izquierdo (PK crecientes) a la altura del PK 7+700.

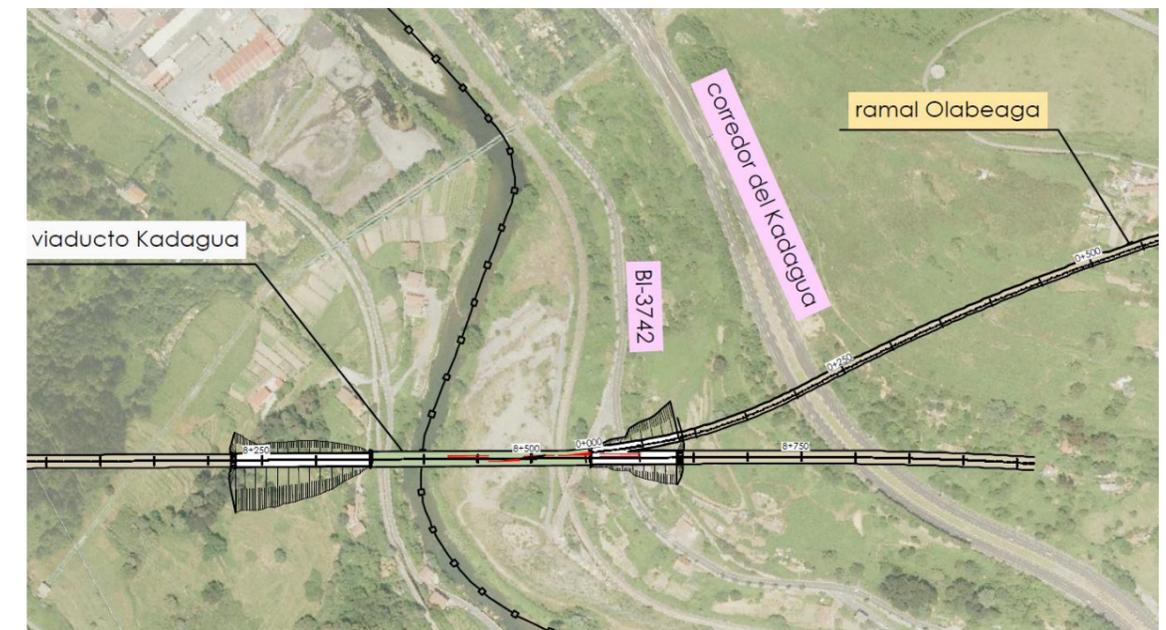
El túnel se desarrolla en su primera mitad en curva a derechas de radio 5.000 para dar paso después a una recta que se prolongará hasta superar el Valle del Kadagua.



Por lo que se refiere al trazado en alzado, se inicia ascendiendo al 5 milésimas y cuenta con un punto alto en el interior del túnel que da paso a una pendiente descendente de 12,5 milésimas (máx. recomendable) con la que sale a superficie, pendiente ésta que se mantendrá ya hasta el final del trazado.

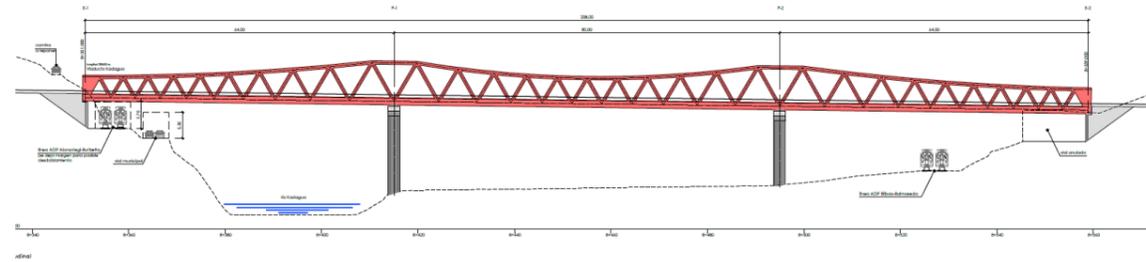
4.4.3.5 Valle del Kadagua

El Valle del Kadagua se salta mediante un segundo viaducto de mayor longitud que el anterior, que salta sobre el cauce del río pero también sobre dos líneas férreas de ADIF (antigua RENFE), en concreto la línea Bilbao-Balmaseda y el ramal Lutxana-Irauregui, así como sobre la Calle Zubileta.



Estas infraestructuras han condicionado la cota de la rasante al paso por el valle, ya que el perfil longitudinal del tronco de la VSF ha de garantizar un gálibo suficiente al paso sobre ambas líneas férreas y sobre el propio cauce.

Existe un segundo vial que ha sido determinante en el trazado adoptado, se trata de la carretera BI-3742 de Zorroza a Castrejana, el trazado adoptado para esta alternativa cruza bajo la carretera coincidiendo con el tramo de falso túnel previo al emboquille este del túnel. Se verá afectada por tanto durante la ejecución del falso túnel, que podría realizarse por fases para garantizar un carril de circulación.

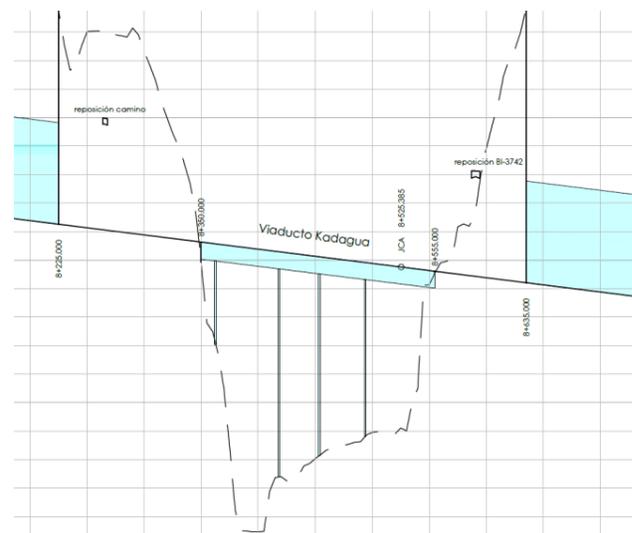


El resultado es un viaducto en torno a los 200 metros de longitud que cruza sobre el cauce del Río Kadagua, sobre dos líneas férreas y un vial, y que cuenta con dos tramos en falso túnel en sus extremos, sobre uno de los cuales se repone la carretera de acceso a Kastrejana. La carretera verá modificado su perfil longitudinal elevándolo respecto a su actual rasante al paso sobre el falso túnel de la VSF. La carretera en este tramo cuenta con un trazado poco sinuoso y sin pendientes pronunciadas, por lo que resulta relativamente sencillo modificar su trazado para hacerlo compatible con la nueva infraestructura.

En el tramo a cielo abierto del Kadagua se implanta el desvío que conecta el tronco de la VSF (a prolongar en Fase II) con el Ramal de vía única que sale hacia Olabeaga. Es necesario por tanto aquí implantar una serie de aparatos de vía que articulen la conexión del ramal de mercancías y la doble vía de la VSF, de ahí el trazado en recta del tronco de la VSF en esta zona.

Sobre el viaducto se implantaría el escape entre las vías del tronco de la VSF. En el extremo final del mismo acabaría el tronco de tráfico mixto, dando paso al Ramal de Conexión con Olabeaga. El trazado se plantea de forma que el tronco resulte integrable en un futuro con la red de altas prestaciones, naciendo el ramal como desviada de la vía sentido Cantabria del tronco. Para ello se incluyen tres aparatos de vía dentro del propio viaducto que permiten derivar las circulaciones hacia Olabeaga.

El trazado resultante de todos estos condicionantes es, además de recto en planta, con una inclinación constante de 12,5 milésimas, lo que permitirá implantar aparatos standard.

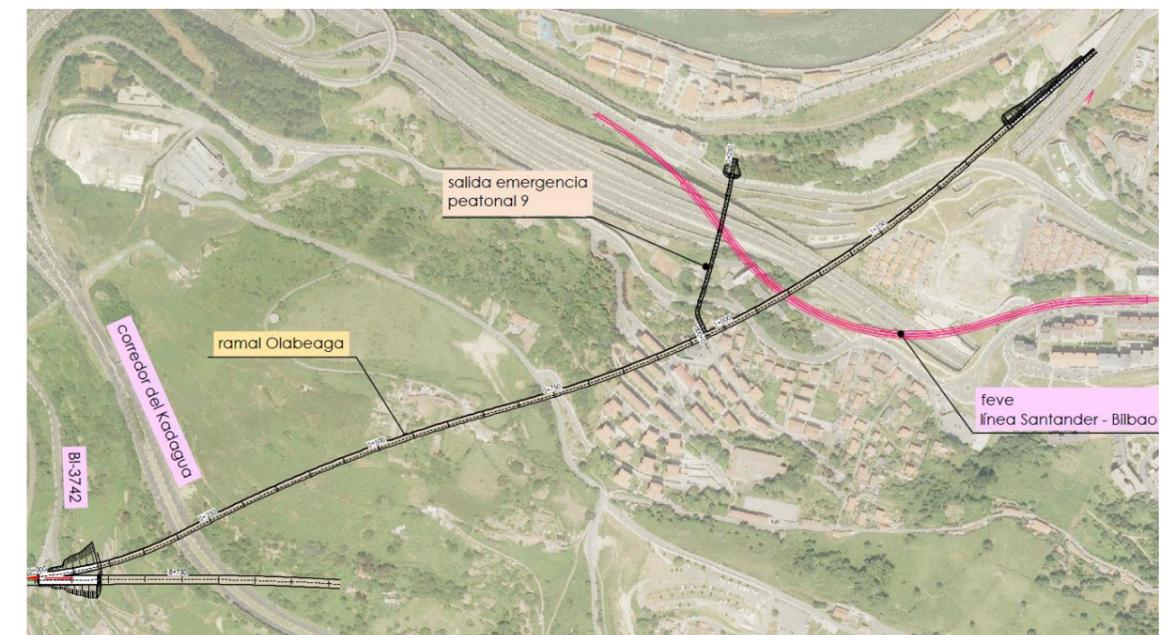


4.4.3.6 Ramal Conexión Olabeaga

El valle da paso a un tercer túnel que permite llegar a conectar con el trazado ferroviario existente en Olabeaga, en concreto con el falso túnel ya ejecutado, completando así la variante de trazado Puerto de Bilbao-Olabeaga para el tráfico ferroviario de mercancías.

Este Ramal de mercancías a Olabeaga se desarrolla íntegramente soterrado, con un primer túnel en mina de unos 1500 metros de longitud que da paso a un falso túnel que entronca con el ya construido en Olabeaga.

El túnel cruza en su inicio bajo el Corredor del Kadagua BI-636, con una notable diferencia de cotas entre ambas infraestructuras y , llegando ya a su final, cruza bajo la línea Santander-Bilbao de FEVE, los accesos a Bilbao por San Mamés y la N-634 (avenida Montevideo). No se producen interferencias con ninguna de estas infraestructuras.



El emboquille final se ubica al Norte de la N-634, poniéndose el trazado en esa zona en paralelo a la A8. A partir de ese punto el trazado diseñado para ambas alternativas es común y se desarrolla en falso túnel. Este falso túnel se inicia en el emboquille y finaliza conectando con el cajón ferroviario ejecutado en Olabeaga, en concreto con la vía derecha (PK crecientes)

La actuación diseñada implica una interferencia del trazado con el vial de la cuesta de Olabeaga, al resultar incompatible la rasante de éste con la conexión con el cajón ya ejecutado. El motivo es que como se puede observar en la imagen, la vía proyectada para el tráfico de mercancías sale a la misma cota que el vial por lo que sería necesario modificar la rasante de la calle, pero, por otra parte, el vial en su actual trazado está condicionado por el escaso gálibo bajo los Accesos a San Mamés.



Este problema ya existía en el Estudio Informativo de INECO, donde se optaba por no proponer reposición alguna para el vial.

La reposición debería pasar por ejecutar la nueva vialidad prevista en los documentos de Integración del ferrocarril en el barrio de Olabeaga, donde sí se adoptaba una reposición de la "Cuesta de Olabeaga", sin embargo, la solución recogida consideraba liberados los terrenos actuales del ferrocarril y ejecutada la reposición del mismo por el nuevo trazado.

El planteamiento de la integración ferroviaria por fases establecía primero la tercera vía para mercancías como conexión de la Variante Sur Ferroviaria y posteriormente las actuaciones de integración en el entorno de Olabeaga y ya contemplaba la no reposición de la Cuesta de Olabeaga en esta primera fase, dando lugar a un corte provisional de este vial.

Así pues, se opta por mantener el criterio y no proponer reposición alguna para el vial. El acceso a la vivienda y la subestación próximas que ahora se realiza también desde la Cuesta de Olabeaga se estima factible desde el Norte.

Sin embargo, y según se vayan desarrollando los proyectos constructivos, se coordinará dicha actuación con Bilbao Ría 2000 y el Ayuntamiento de Bilbao con el fin de buscar una alternativa conjunta que permita buscar una reposición temporal o definitiva del vial.

4.4.4 Alternativa 2

La Alternativa 2 toma como referencia la Alternativa 1 anteriormente descrita y la modifica al objeto de conseguir un trazado que resulte en el cruce del Valle del Castaños soterrado. Así pues, los condicionantes para ambas alternativas son idénticos, salvo en el Valle del Castaños, donde el objetivo ahora es que, una vez finalizadas las obras, la Variante Sur Ferroviaria no tenga presencia en el valle más allá de una salida de emergencia.

Ambas alternativas cuentan con un trazado similar en sus primeros 4.250 metros y en los últimos 200 metros (Olabeaga), describiendo entre esos PK trazados alternativos, tanto en planta como en alzado, que buscan conseguir un trazado que cruce soterrado bajo el Valle del Castaños y consiga, a su vez, pasar en viaducto el Valle del Kadagua, recuperando para ello en los apenas 1.250 m que separan ambos valles la diferencia de cotas necesaria.

Los criterios de diseño tenidos en cuenta en la Alternativa 2 son, en general, los mismos adoptados para la Alternativa 1, si bien en este segundo trazado se recurre a la inclinación excepcional de la rasante de 15 milésimas (frente a las 12,5 milésimas máximas adoptadas en la Alternativa 1). Ésta pendiente es necesaria para conseguir encajar un trazado que cruce bajo el cauce del Río Castaños y que, a su vez, sea capaz de pasar en viaducto sobre el Valle del Kadagua con unas cotas que resulten compatibles con todos los condicionantes allí existentes (Cauce del Río Kadagua, Conducción del Consorcio de Aguas, trazados ferroviarios, viales,...).

La inclinación de 15 milésimas se considera aquí admisible, de acuerdo con el Borrador de la Instrucción Ferroviaria para el Proyecto y Construcción del Subsistema de Infraestructura (IFI-2.016) en casos excepcionales. La justificación en este caso se apoyaría en los siguientes aspectos:

- El trazado de Alta Velocidad ya ejecutado en los accesos a Bilbao, con el que la Variante Sur Ferroviaria en Fase 2 conectaría (viaducto de Basauri) para integrar el corredor de altas prestaciones, cuenta ya con una inclinación de 15 milésimas.
- Los accesos del TAV a Abando que actualmente se están proyectando incluyen inclinaciones de 15 milésimas en el tronco, que formarían parte en un futuro del tronco de la VSF en Fase 2.
- La inviabilidad de cualquier otra solución razonable que permita cruzar bajo el Río Castaños y sobre el Valle del Kadagua.

La solución diseñada pasa por una modificación del perfil longitudinal de la solución vista en la Alternativa 1 que introduce ahora un punto bajo coincidente con el Arroyo Castaños. La proximidad del Valle del Kadagua, que se habrá de cruzar en viaducto, se resuelve introduciendo entre ambos una inclinación de la rasante de 15 milésimas.

A continuación se describe el trazado de la Alternativa 2. Como ya se hizo para la anterior alternativa, se describe por tramos y sólo se hará referencia a aquellos tramos que son distintos a los vistos para la Alternativa 1, esto es:

- Tronco Ortuella- Castaños
- Valle del Castaños
- Tronco Castaños-Kadagua
- Valle del Kadagua
- Ramal de Conexión Olabeaga

4.4.4.1 Tronco Ortuella-Castaños

En este tramo se produce el despegue de ambas alternativas. En planta este se produce a partir del PK 4+250 aproximadamente, mientras que en alzado se produce antes, en el PK 3+222,096 .A partir de ese punto el trazado del tronco de la alternativa que discurre soterrada al paso por el Valle del Castaños introduce un acuerdo vertical convexo que permite pasar a descender en dirección al Castaños con una inclinación de 12,5 milésimas, lo que le permitirá reducir la cota de paso por el valle en casi 30 metros (Cota 30,50 aprox. en viaducto y cota 0,5 aprox. en la soterrada). La máxima pendiente adoptada en este tramo es de 12,5 milésimas en el tramo inmediatamente anterior al cauce del Castaños.

En lo que al trazado en planta se refiere, el trazado no varía en exceso en el tramo anterior al Valle del Castaños, cruzando por la misma zona, si bien en el cruce la orientación del eje varía ligeramente, condicionada por el posterior cruce del Valle del Kadagua, donde sí ha sido necesario cambiar significativamente la zona de paso para hacer posible un trazado compatible con los condicionantes existentes.

El trazado desarrollado en este tramo es una curva a derechas (PK crecientes) de radio intermedio 3.750 metros seguida de una segunda curva a izquierdas de radio central 3.200 metros. El tramo de curva circular de este radio dará forma al falso túnel del Castaños, prolongándose hasta entrar en el tramo de túnel que une los valles del Castaños y el Kadagua.

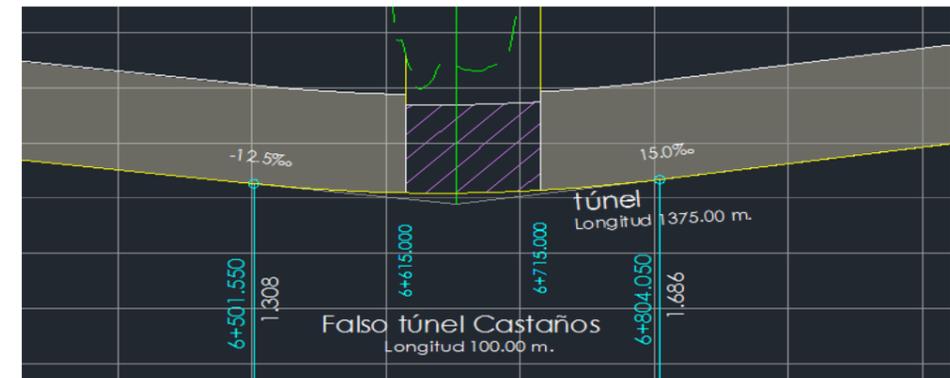
Respecto a la Alternativa 1 se produce también una modificación en la ubicación de las salidas de emergencia del tramo, el número de salidas de emergencia es el mismo, pero se redistribuyen al objeto de mantener la máxima distancia de 1.000 metros entre las mismas. Las salidas de emergencia de este tramo se ven afectadas por:

- El cambio del trazado en planta, pero especialmente por el cambio del perfil longitudinal del túnel, al generarse una diferencia de cotas superior entre el punto de salida a superficie previsto y la rasante del túnel.
- Por la necesidad de una salida de emergencia extra que en la Alternativa 1, con la solución viaducto, no era necesaria.

Como resultado, las salidas de emergencia 7 y 8 ven modificada su trazado, surgiendo una Salida de emergencia nueva en el tramo en falso túnel bajo el Castaños. Las salidas de emergencia en este tramo quedan en esta segunda Alternativa en los PK (0+800, 1+665, 2+665, 3+665, 4+665, 5+665, 6+665 y 7+550) siendo cuatro de ellas potenciales rampas de ataque.

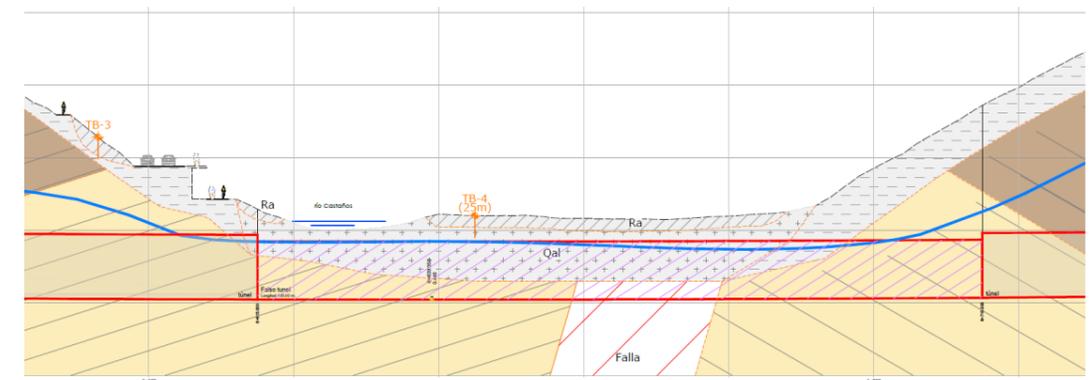
4.4.4.2 Soterramiento del Río Castaños

La Alternativa 2 cuenta con un perfil longitudinal con un punto bajo coincidente con el cruce bajo la vaguada del Castaños. Con el predimensionamiento del falso túnel realizado a nivel de Estudio Informativo se obtiene una tapada de 1,90 metros entre la cubierta de la estructura que acoge la línea férrea y el cauce del río.



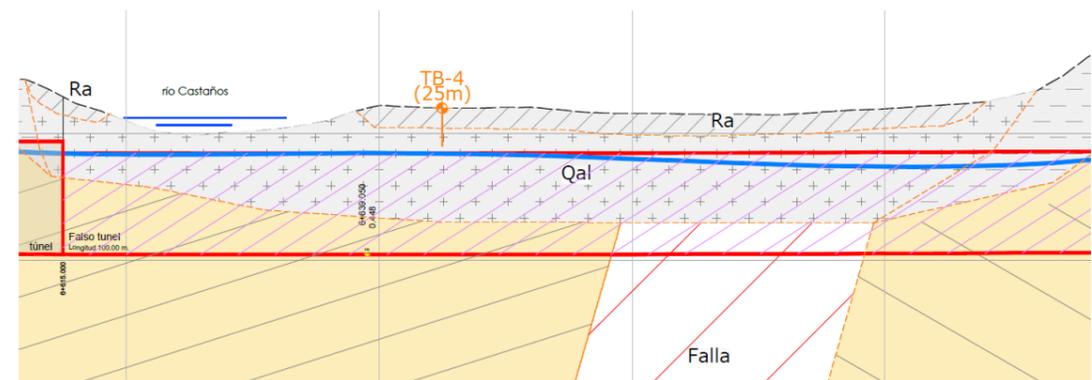
El perfil geotécnico en el Valle del Río Castaños se caracteriza por un espesor de rellenos y suelos aluviales de unos 10 metros suprayacente a materiales areniscos, areniscas de grano fino y limolitas calcáreas, pertenecientes a la Formación Ereza.

Sobre la roca existe una primera capa de rellenos de tipo aluvial asociados al río de un espesor variable, con un máximo de aproximadamente 8-9 metros en el eje del valle, y sobre ellos una capa de rellenos antrópicos de espesor también variable entorno a los dos metros.



Coincidiendo con la zona de mayor espesor de depósitos se ha cartografiado una falla subvertical con un espesor aproximado de 20 metros que deberá ser tenida en cuenta en el diseño estructural del falso túnel.

Los depósitos aluviales están integrados por detríticos de granulometrías variadas, aunque fundamentalmente correspondientes a limos y arcillas.



Teniendo en cuenta el perfil geotécnico en el valle, no es posible el cruce bajo el cauce en túnel excavado en mina, siendo necesario ejecutar la obra de cruce a cielo abierto mediante la construcción de un falso túnel.

Con el fin de mantener en todo momento la continuidad del río Castaños, la ejecución de este falso túnel se habrá de realizar en sucesivas fases, que permitan primero un desvío provisional del cauce y luego la reposición definitiva del mismo en su actual trazado.

Dado que este tramo de falso túnel será una de las zonas en las que el trazado de la Variante Sur más se aproxime a la superficie, parece adecuado el disponer aquí una de las salidas para evacuación del túnel en el caso de emergencia.

Será necesario así mismo disponer un punto de bombeo a superficie de las aguas que se recojan en el túnel en servicio, dado que se desarrolla aquí un punto bajo del trazado donde concurrirán las aguas de los tramos anterior y posterior al mismo. Por ello las obras a ejecutar en esta zona incluyen una pequeña edificación que conecta el falso túnel con la superficie y da cabida a la salida de emergencia y al pozo de bombeo.

En fases posteriores de proyecto habrá de estudiarse la necesidad de disponer algún tipo de drenaje bajo el falso túnel que garantice la continuidad del nivel freático a ambos lados del mismo.

Las obras proyectadas en la vaguada permitirían el ataque del túnel de línea que conecta los Valles del Castaños y el Kadagua. De esta manera, en paralelo a la ejecución de las obras del falso túnel bajo el Castaños podría ejecutarse el túnel de línea posterior, con un emboquille en la ladera este del valle desde el que podrían abordarse las obras del túnel de línea entre ambos puntos.

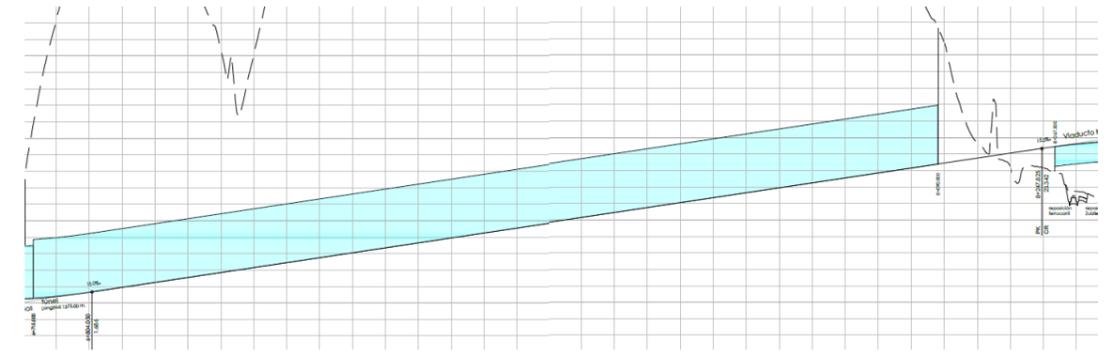
La presencia del Río y los múltiples condicionantes existentes en la ladera oeste del valle aconsejan la excavación del tramo del túnel de línea procedente del Serantes desde un ataque ajeno a este valle, reduciendo así las afecciones al entorno y al propio Río Castaños. Se optaría por tanto por realizar tan solo el emboquille en el extremo del falso túnel.

La escasa tapada de roca en la zona, y la necesidad de minimizar las afecciones a los viales que discurren por la margen oeste de la misma, aconseja realizar un potente emboquille en suelos que permita desarrollar el tramo que discurre bajo bidegorri y viales como si de un túnel en mina se tratara. De esta forma se eliminarían las posibles afecciones al tráfico tanto de la carretera que articula los tráficos a lo largo del valle como del vial de acceso a las viviendas ubicadas entre esta carretera y el río.

La orografía del valle en la zona donde se prevé ejecutar todas estas obras cuenta con una zona bastante llana y despejada de vegetación, junto al vial que articula el acceso a las viviendas allí ubicadas, lo que permitiría disponer en esta zona del suficiente espacio para desarrollar todas las actividades previstas y de un acceso adecuado a las mismas.

4.4.4.3 Tronco Castaños-Kadagua

El perfil longitudinal del túnel en mina que se desarrolla entre el Castaños y el Kadagua discurre íntegramente con la inclinación máxima admitida de 15 milésimas en toda su longitud, buscando ganar la diferencia de cotas necesaria para cruzar sobre el Valle del Kadagua con suficiente gálibo sobre las infraestructuras que discurren por la ladera oeste del valle (ramal ferroviario ADIF y Calle Zubileta).



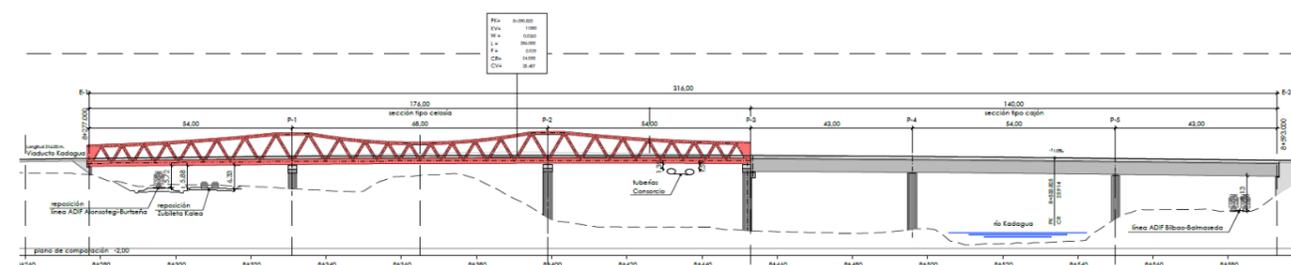
El ascenso que se consigue en la rampa de 15 milésimas es insuficiente para alcanzar las cotas de paso por el Valle de la Alternativa 1, lo que impide cruzar en la misma sección del valle. Se ha optado por modificar el trazado en planta de este tramo de la VSF buscando un trazado más al norte, donde la rasante de las vías es inferior. La solución pasa por una modificación del perfil longitudinal de la línea férrea y de la Calle Zubileta que las haga compatibles con la cota de salida conseguida por la VSF a superficie en el valle, lo que implica conseguir un gálibo vertical adecuado entre estas infraestructuras y el tablero de la VSF. El desplazamiento aguas abajo del Kadagua permite reducir considerablemente la longitud de vía férrea y de vial a modificar.

El trazado en planta de este tramo de túnel se inicia en el radio 3.200 metros anterior, finalizado este acuerdo curvo a izquierdas se da paso a un nuevo acuerdo, esta vez a derechas, de radio central 3.120 que se prolonga hasta salir a superficie en el Valle del Kadagua.

Al igual que ocurría con la anterior alternativa el tramo cuenta con una salida de emergencia peatonal intermedia, la Salida 9, que entronca con el túnel por el hastial izquierdo a la altura del PK 7+550.

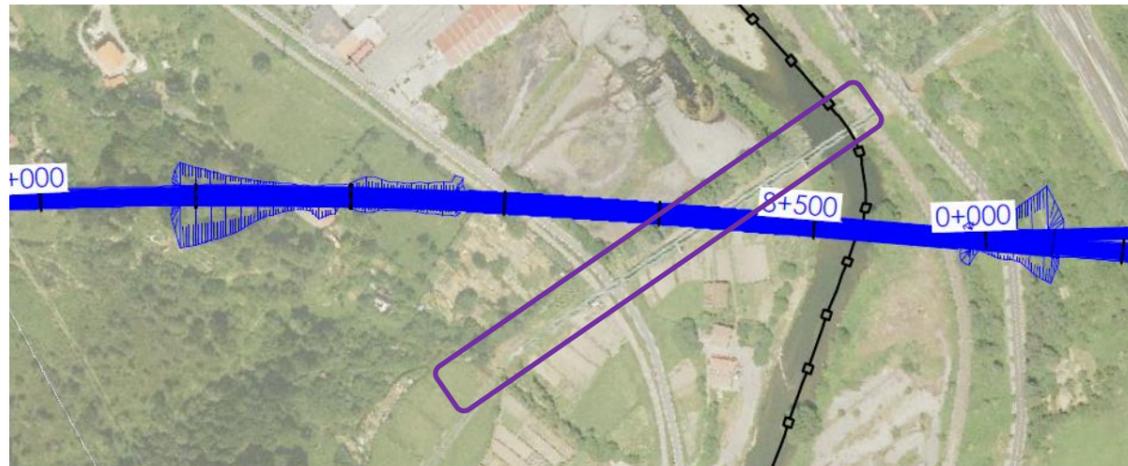
4.4.4.4 Valle del Kadagua

El cruce del Valle del Kadagua se propone ahora mediante un viaducto, de una longitud superior en 100 metros a las soluciones vistas en la Alternativa 1, ya que cruza sobre por una zona aguas abajo de la anterior donde el Valle aumenta significativamente su anchura.



El viaducto cruzará, como anteriormente, sobre dos vías férreas, el cauce del Río Kadagua y la Calle Zubileta, debiendo ser compatible su trazado con el de estas vías.

A los condicionantes vistos en la Alternativa 1, se une además ahora la presencia de una conducción del Consorcio de Aguas de gran diámetro que cruza a su vez el Valle en viaducto y sobre la que habrá de saltar la nueva estructura.

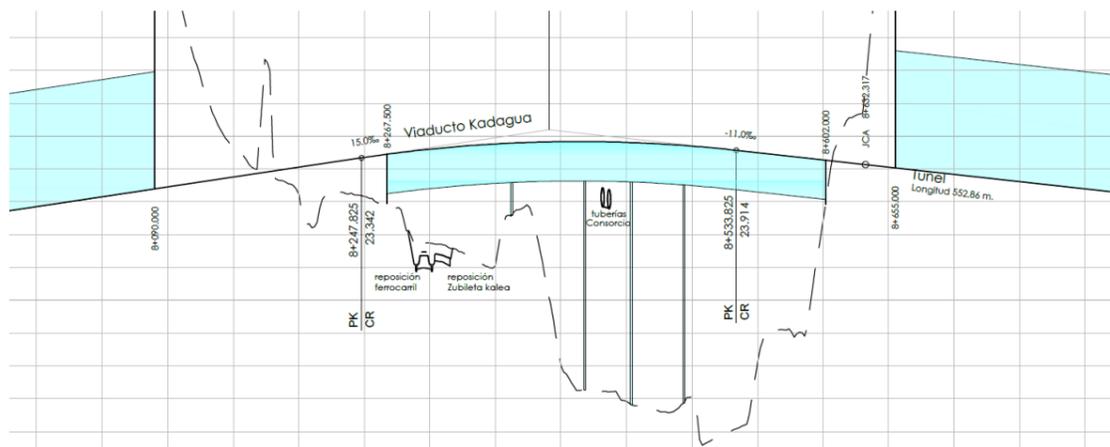


Se trata de una conducción de abastecimiento de gran diámetro que incluye una estructura de acceso superior que habrá de ser modificada en el tramo de cruce con el viaducto de la VSF si se quiere hacer viable el mismo. El trazado en alzado de la VSF en el valle viene por tanto condicionada por todas estas infraestructuras en la margen oeste.

En la margen este los condicionantes son los mismos analizados en la Alternativa 1, el paso sobre la vía férrea Bilbao-Balmaseda y la compatibilidad con la carretera BI-3742 y la solución adoptada también lo es.

Se propone una modificación del perfil longitudinal de la carretera al paso sobre la VSF, de forma que permita pasar sobre la vía férrea con el suficiente gálibo para no modificar su perfil. Se diseña un tramo de falso túnel en el tronco de la VSF, entre el estribo final del Viaducto del Kadagua y el emboquille del túnel en mina, la carretera pasaría sobre el falso túnel, elevando sus cotas de paso en esa zona. El actual perfil de la BI-3742 en ese tramo desarrolla una suave pendiente, por lo que la modificación propuesta es totalmente factible.

El resultado de todo ello es un perfil longitudinal complicado para el tronco de la VSF en el cruce del Valle del Kadagua que sale a superficie procedente del Castaños en rampa de inclinación 15 milésimas que da paso a un acuerdo vertical convexo de parámetro 11.000 (Kv mínima admisible en tráfico mixto) que permite transicionar a una pendiente de 11 milésimas.



El trazado en planta, por su parte, está supeditado en esta zona a la necesidad de compatibilizar el perfil longitudinal descrito con la necesidad de implantar los aparatos de vía necesarios para articular el desvío hacia la vía de mercancías de Olabeaga desde ambas vías del tronco de la VSF.

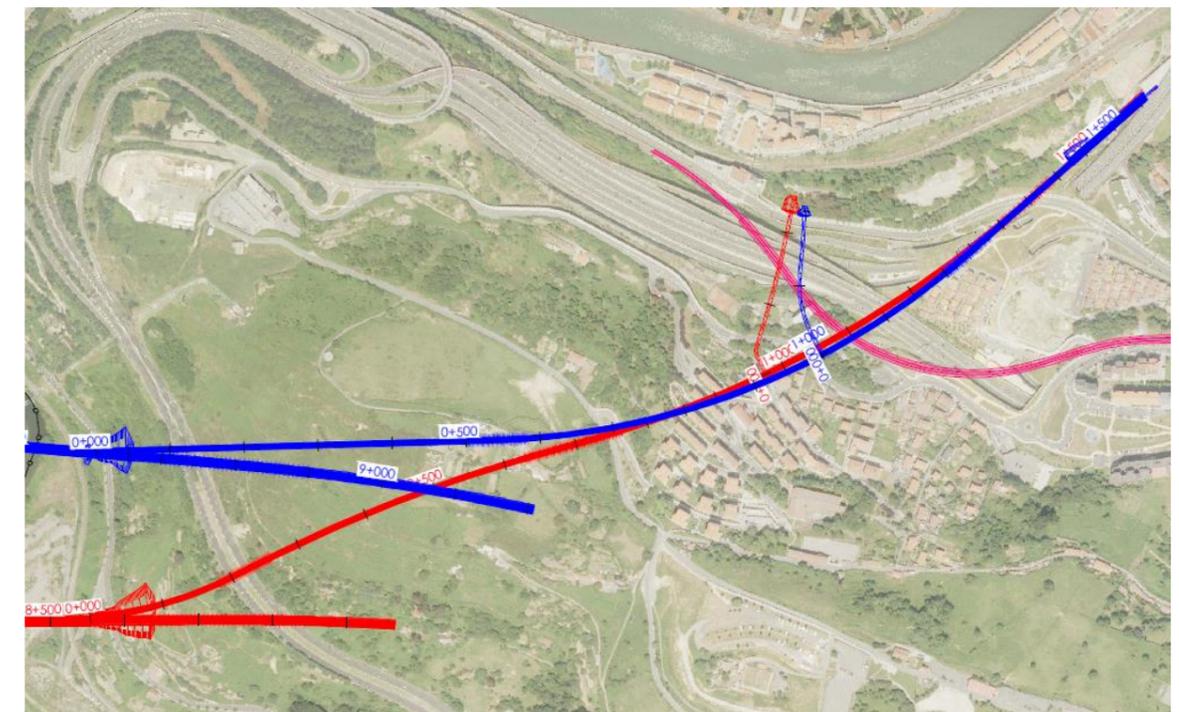
El trazado sale del túnel proveniente de Olabeaga describiendo una curva a derechas de radio central 3.120 que da paso a un tramo final del viaducto en recta que permite implantar los sucesivos aparatos de vía. Así, a partir del PK 8+533 tendríamos un tramo en recta y pendiente uniforme donde implantar los aparatos de vía. El primer tramo de este viaducto tiene unas limitaciones de gálibo vertical que obligan a proyectar soluciones estructurales para el tablero en esa zona en las que el canto se dispone por encima de la rasante. En el segundo tramo estas limitaciones desaparecen, lo que permite adoptar tipologías más convencionales y, en consecuencia, más económicas.

En este tramo se produce una de las afecciones principales de esta alternativa, el derribo de una edificación en la ladera Oeste del Valle. Se trata de un edificio habitacional que aglutina cuatro viviendas y que coincidiría con el tramo de falso túnel entre el viaducto y el túnel en mina.

4.4.4.5 Ramal Conexión Olabeaga

En lo que respecta al Ramal de Conexión del tronco de la VSF con Olabeaga, el trazado del mismo es distinto en su primera mitad del propuesto en la Alternativa 1, siendo su longitud total aproximadamente 50 metros más corta.

El trazado es en su segunda mitad muy similar al de la Alternativa 1, cruzando bajo los Accesos a San Mamés, la N-634 y RENFE de manera casi idéntica a la Alternativa 1.



Alternativa 1

Alternativa 2

El trazado descrito en planta se inicia con una recta de 450 metros en prolongación de la desviada en el aparato que articula conexión con el tronco. A continuación se dispone un acuerdo curvo de radio central 1.500 metros que permite superponer el trazado en planta con el visto en la Alternativa 1 antes del emboquille de salida.

Por lo que respecta al alzado se desarrolla en prácticamente toda la longitud del túnel con una suave pendiente de 6 milésimas que desciende en dirección a Olabeaga.

Ambas alternativas salen a superficie con un trazado común, por lo que el tramo en falso túnel es el mismo descrito en la Alternativa 1

4.4.5 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.

4.4.5.1 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 tráfico 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 tráfico de ancho ibérico y standard.
- El ramal de Olabeaga tiene a priori un uso asociado al tráfico de mercancías en ancho ibérico, no obstante, la disposición de traviesas polivalentes aptas para tráfico mixto permitiría en caso necesario utilizar este ramal para otros tráfico, lo que podría facilitar las fases de implantación de los accesos a la estación de Abando del Corredor de altas prestaciones en desarrollo.

Por lo tanto se ha previsto la colocación de traviesas de tipo AM-05 en los tramos en balasto, y del sistema Rhedaz000 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).

4.4.5.2 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.

4.4.5.3 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 bibrilque 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.

4.4.5.4 Vía sobre balasto

En la presente actualización del 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.

4.4.5.5 Aparatos de vía

En la definición del trazado se han empleado desvíos, escapes y cambiadores de hilo; los aparatos de ancho mixto utilizados en la actuación son los siguientes:

- DMM-B1-UIC60-190-0,11-CR-I/D: se han utilizado cinco unidades, en desvíos y escapes, cuya geometría y características son las siguientes:
 - Longitud total: 28,387 m
 - Radio desviada: 190 m
 - Velocidad por vía directa: 200 km/h
 - Velocidad por vía desviada: 39 km/h
- CAMH-I/D-G-UIC60-1500-TC: Cambiador de hilo en tronco de la VSF para permitir el escape entre vías. Se incluyen dos unidades. La necesidad de implantar uno, dos o ningún cambiador de hilo finalmente en la VSF quedará supeditada al esquema funcional que finalmente se adopte para el conjunto de la VSF en Fases 1 y 2 y para los accesos del TAV a Abando. La posición del doble hilo en cada vía del tronco principal condicionará la necesidad de cambiadores de hilo.

4.4.6 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.

4.4.6.1 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".

Las cuencas interceptadas son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS ALTERNATIVA 1							
CUENCA	ÁREAS		LONG.	COTAS		PEND. (m/m)	Tc (min)
	TERRENO	CALZADA	VAGUADA	MÁX.	MÍN.		
	(Ha)	(Ha)	(Km)	(m)	(m)		
C-0.75	14,20	0,00	0,70	193,53	63,07	0,19	18,89
C-2.75	65,51	0,00	2,05	517,00	15,00	0,25	40,55
C-3.55	0,50	0,00	0,11	122,18	65,00	0,52	5,00
C-4.55	1,78	0,00	0,40	168,00	52,00	0,29	11,40
C-5.55	0,60	0,00	0,11	105,00	60,00	0,42	5,00
C-6.58	6,64	0,00	0,54	201,91	25,00	0,33	13,92
C-6.80	2,75	0,00	0,24	87,00	20,00	0,28	7,68
C-7.75	1,71	0,00	0,43	180,00	40,00	0,33	11,60
C-8.25	1,21	0,00	0,25	135,00	35,00	0,39	7,59
C-8.60	3,22	0,00	0,26	80,00	30,00	0,19	8,99
C-1.50	0,00	1,81	0,35	40,00	20,00	0,06	13,87

CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS ALTERNATIVA 2							
CUENCA	ÁREAS		LONG.	COTAS		PEND. (m/m)	Tc (min)
	TERRENO	CALZADA	VAGUADA	MÁX.	MÍN.		
	(Ha)	(Ha)	(Km)	(m)	(m)		
C-0.75	14,20	0,00	0,70	193,53	63,07	0,19	18,89
C-2.75	65,51	0,00	2,05	517,00	15,00	0,25	40,55
C-3.55	0,50	0,00	0,11	122,18	65,00	0,52	5,00
C-5.55	0,60	0,00	0,11	105,00	60,00	0,42	5,00
C-7.80	1,71	0,00	0,43	180,00	40,00	0,33	11,60
C-8.20	10,73	0,00	0,71	235,00	20,00	0,30	17,37
C-8.70	0,57	0,00	0,09	85,00	28,00	0,66	5,00
C-1.50	0,00	1,81	0,35	40,00	20,00	0,06	13,87

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.

ALTERNATIVA 1

CUENCA	Q (m ³ /s)				
	PERÍODOS DE RETORNO (años)				
	2	25	50	100	500
C-0.75	1,343	2,877	3,218	3,673	4,809
C-2.75	3,297	7,827	8,564	9,743	13,023
C-3.55	0,047	0,112	0,122	0,139	0,186
C-4.55	0,123	0,292	0,320	0,364	0,486
C-5.55	0,055	0,132	0,144	0,164	0,219
C-6.58	0,439	1,043	1,141	1,298	1,735
C-6.80	0,210	0,499	0,546	0,621	0,830
C-7.75	0,119	0,281	0,308	0,350	0,468
C-8.25	0,094	0,224	0,245	0,279	0,373
C-8.60	0,232	0,550	0,602	0,685	0,915
C-1.50	0,172	0,336	0,382	0,438	0,564

ALTERNATIVA 2

CUENCA	Q (m ³ /s)				
	PERÍODOS DE RETORNO (años)				
	2	25	50	100	500
C-0.75	1,343	2,877	3,218	3,673	4,809
C-2.75	3,297	7,827	8,564	9,743	13,023
C-3.55	0,047	0,112	0,122	0,139	0,186
C-5.55	0,055	0,132	0,144	0,164	0,219
C-7.80	0,119	0,281	0,308	0,350	0,468
C-8.20	0,812	1,928	2,109	2,400	3,207
C-8.70	0,057	0,136	0,148	0,169	0,226
C-1.50	0,172	0,336	0,382	0,438	0,564

4.4.6.2 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.

4.4.6.2.1 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. Se prevén las siguientes para cada alternativa:

Alternativa 1

Ubicación	PK	Tipo	Dimensiones (m)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Caudal (l/s)	Calado (m)	Velocidad (m/s)
Ramal Serantes-Tronco	0+700	Colector	1,20	14	0,5	3.670,0	1	2,912
Salida Emergencia 4	0+450	Colector	1,80	17	1	9.740,0	1,35	4,75
Ramal Olabeaga	1+580	Galería Abovedada existente (2,00x1,95 m)						

Alternativa 2

Ubicación	PK	Tipo	Dimensiones (m)	Longitud (m)	Pendiente (%)	Caudal (l/s)	Calado (m)	Velocidad (m/s)
Ramal Serantes-Tronco	0+700	Colector	1,20	14	0,5	3.670,0	1	2,912
Salida Emergencia 4	0+450	Colector	1,80	17	1	9.740,0	1,35	4,75
Tronco Serantes Olabeaga	8+210	Colector	1,20	22	1	2.400,0	0,714	3,42
Ramal Olabeaga	1+480	Galería Abovedada existente (2,00x1,95 m)						

4.4.6.2.2 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.

4.4.6.2.3 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.

4.4.7 Estructuras

El presente documento incluye el diseño, a nivel de Estudio Informativo, de las estructuras que sería preciso proyectar para el desarrollo de las alternativas analizadas, al objeto de determinar su viabilidad constructiva y por otro efectuar una aproximación, a su coste real de ejecución y a las expropiaciones y ocupaciones asociadas a las mismas.

Los tramos más significativos desde un punto de vista estructural son las siguientes:

- Conexión con el túnel del Serantes (soterrado y común a ambas alternativas).
- Cruce con el valle del río Castaños (aéreo en la Alternativa 1 y soterrado en la 2).
- Cruce con el valle del río Kadagua (aéreo en ambas alternativas).
- Conexión con el soterramiento de Olabeaga (soterrado y común a ambas alternativas).

En cuanto a las tipologías estructurales contempladas en este estudio informativo, son fundamentalmente dos: viaductos y falsos túneles. Su representación gráfica detallada se encuentra recogida en el Capítulo 6 del documento de planos, mientras que el Anejo 6 recoge un análisis detallado de las mismas.

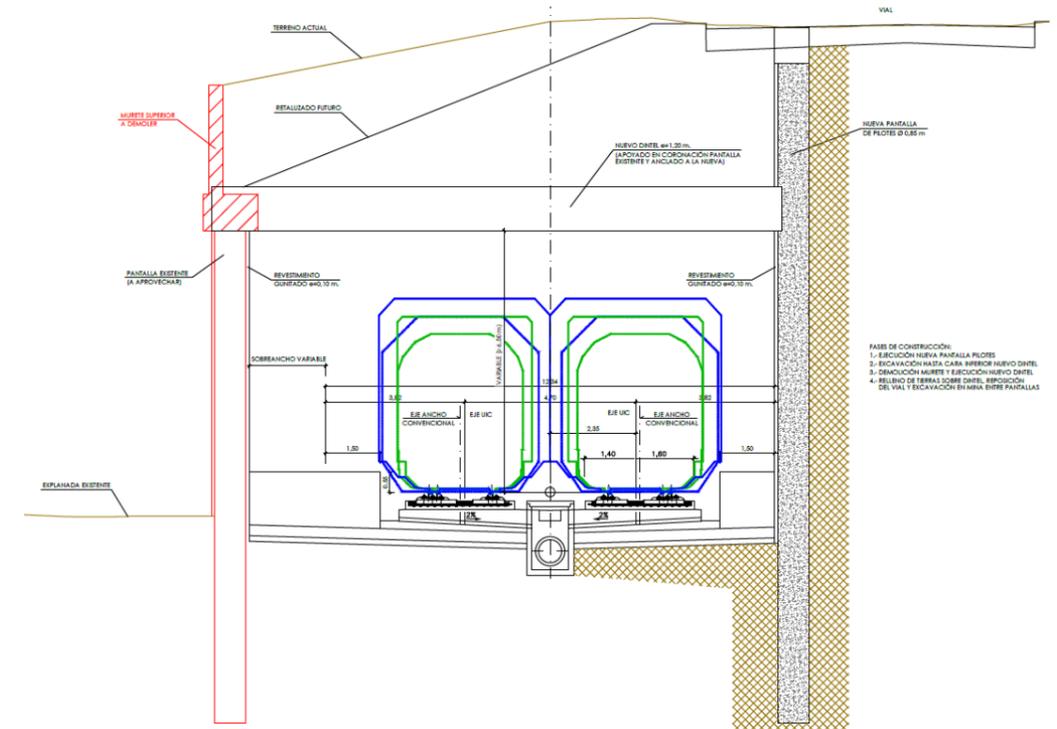
A continuación se procede a describir con más detalle los pormenores de las estructuras proyectadas.

4.4.7.1 Conexión con el túnel del Serantes

Para ambas alternativas el nuevo trazado proyectado comienza, como estructura soterrada, en prolongación del falso túnel existente bajo Lasagabaster Kalea, el cual fue construido durante las obras del túnel del Serantes.

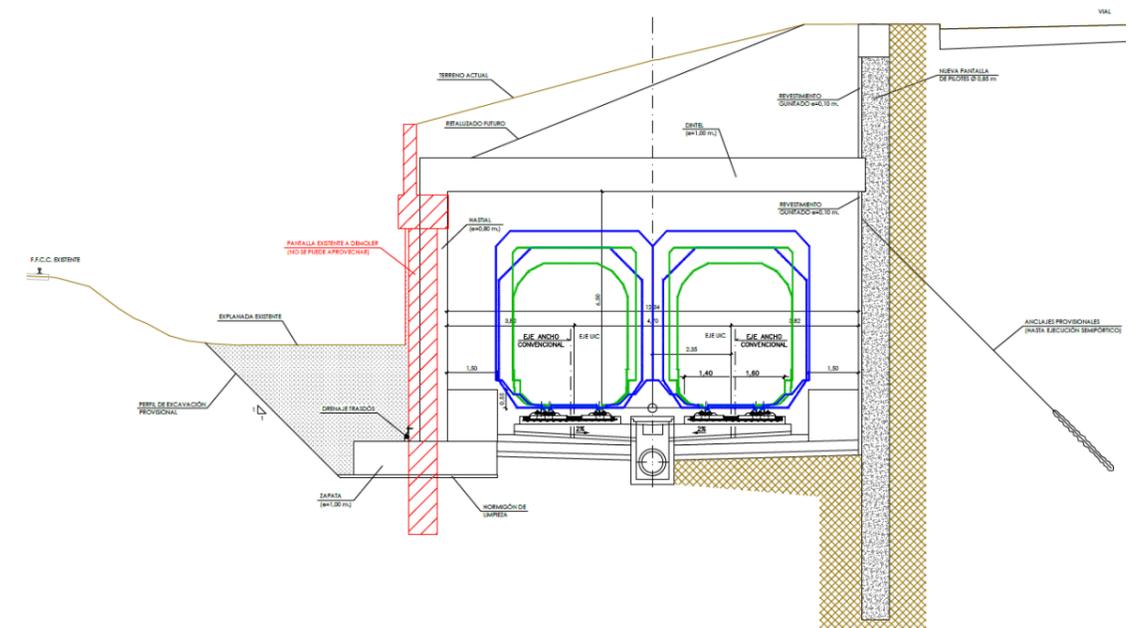
En ese momento se barajaba otro posible trazado para la VSF, lo que hace que la obra construida no sea totalmente aprovechable y, en consecuencia, se hace preciso amoldar ligeramente la boca actual del falso túnel al objeto de entroncar adecuadamente con el nuevo trazado ahora proyectado.

En cualquier caso la sección tipo propuesta para esa primera zona (ST-1), la cual discurre desde la boca del falso túnel actual hasta aproximadamente el PK 0+336, intenta aprovechar en la medida de lo posible la pantalla de pilotes existente a la salida del citado falso túnel.



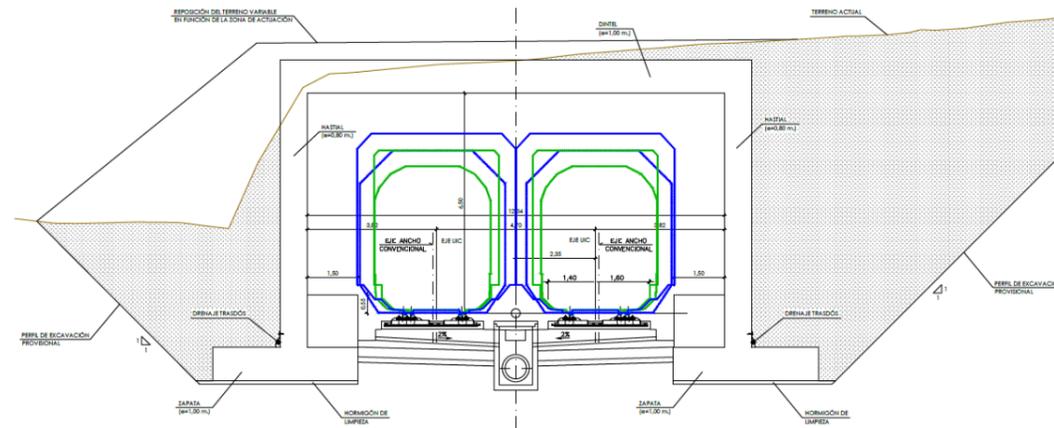
Sección tipo ST-1

En el siguiente tramo, sección tipo ST-2 sin embargo, la baja altura y el escaso empotramiento bajo la nueva rasante de la pantalla existente no aconseja a priori su aprovechamiento, por lo que en este caso se opta por su demolición. Esta sección se extiende desde el PK 0+336 hasta librar el vial superior (aproximadamente PK 0+380).



Sección tipo ST-2

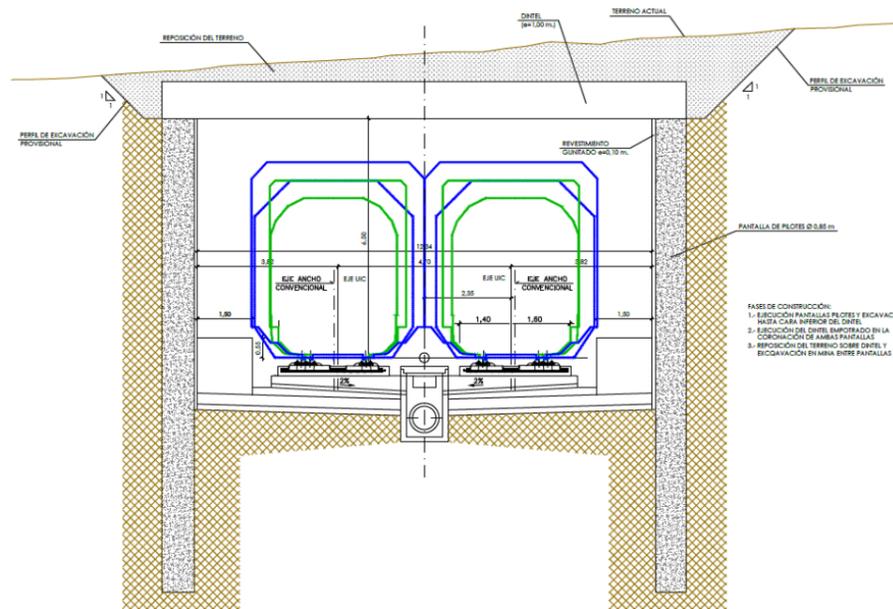
Una vez que la traza se separa en planta del vial (PK 0+380 aproximadamente) ya es posible realizar la excavación de la sección íntegramente a cielo abierto. Hasta el PK 0+520 el nuevo trazado discurre sensiblemente paralelo y cercano a la actual vía del FFCC, por lo que es posible que en esa zona la excavación de la margen izquierda de la sección requiera adoptar alguna medida de contención, la cual en cualquier caso sería de pequeña entidad (carriles hincados o similar).



Sección tipo ST-3

Esta tercera sección tipo resulta por tanto de aplicación entre los PK 0+380 a 0+620 y, posteriormente, en una segunda zona situada entre los PK 0+670 a 0+715 donde se quiere ubicar una rampa de ataque al túnel mina.

Por último, existen un par de zonas en la parte final de este tramo en las que el nuevo trazado cruza 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-4 se aplicaría entre los PK 0+620 a 0+670 y desde el PK 0+715 hasta el emboquille del túnel en mina



Sección tipo ST-4

Por finalizar, en esta primera parte del trazado (que completa una longitud total de unos 522 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 de la sección tipo ST-3 antes descrita.

4.4.7.2 Cruce del Valle del Castaños

En esta zona del trazado la primera de las alternativas planteadas resuelve el cruce de forma "aérea" a través de un viaducto de unos 130 m de longitud, mientras que la segunda discurre soterrada por el interior de un falso túnel cuya longitud total es de 100 m.

4.4.7.2.1 Viaducto sobre el Valle del Castaños (Alternativa 1)

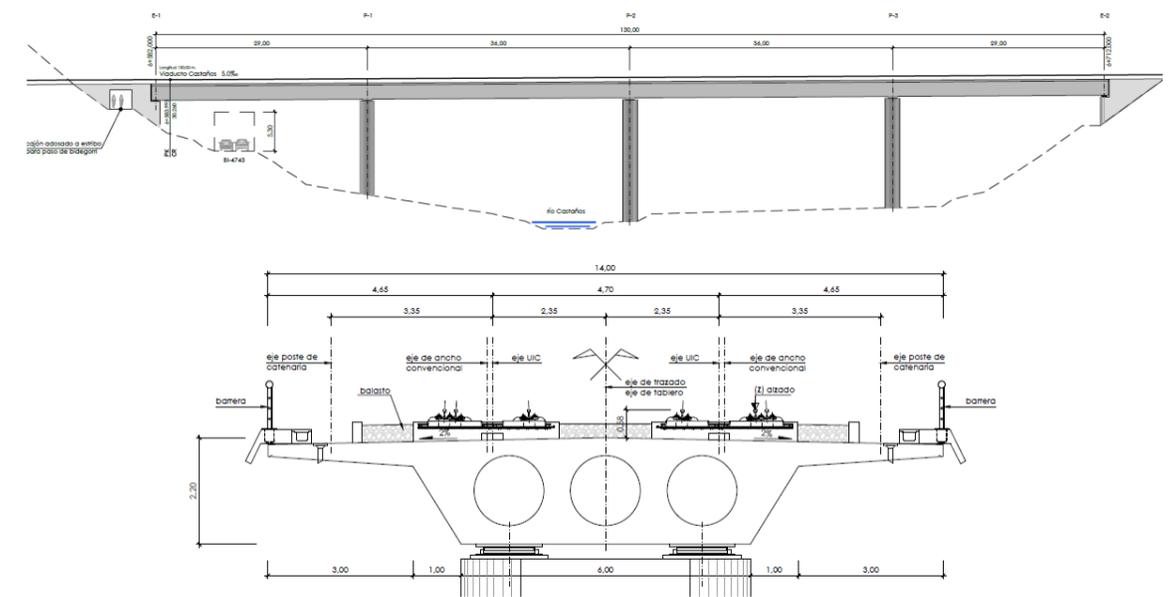
En esta zona del trazado la primera de las alternativas planteadas resuelve el cruce de forma "aérea", la longitud resultante para el viaducto ronda los 130 m y, además del cauce del río Castaños, la nueva estructura proyectada debe salvar un bidegorri, la carretera BI-4743 y un camino vecinal de acceso a fincas.

A la hora de plantear posibles tipologías estructurales para el tablero, se ha optado por descartar tanto las pequeñas como las grandes luces, buscando con ello adoptar soluciones lo más equilibradas posible tanto desde un punto de vista económico, como técnico, estético y medioambiental.

En estas condiciones se han tanteado dos posibles distribuciones de vanos, para las cuales a su vez se han estudiado distintas tipologías estructurales para resolver el tablero, todas ellas hiperestáticas al objeto de optimizar su comportamiento resistente y reducir cantos.

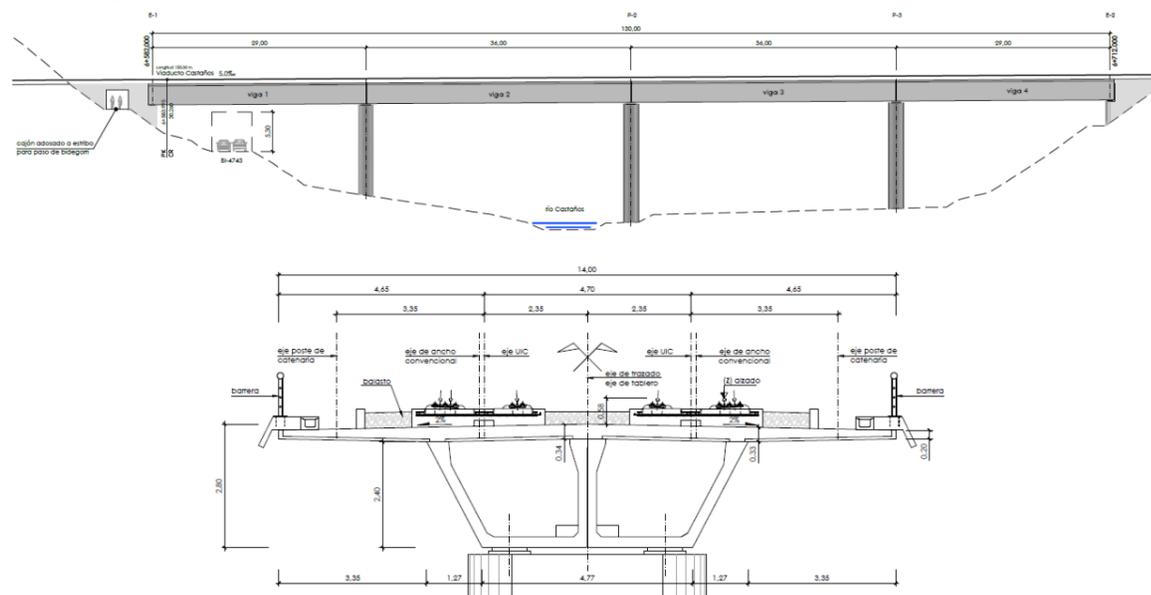
Viaducto de 130 m de longitud repartida en 4 vanos de luces 29 + 36 + 36 + 29 m

- Tablero losa aligerada postesada de 2,30 m de canto. Se trata de una solución de gran facilidad constructiva, bien mediante el empleo de cimbra o autocimbra, y que posee un excelente rendimiento estructural para este rango de luces.



Perfil longitudinal y sección tipo losa aligerada

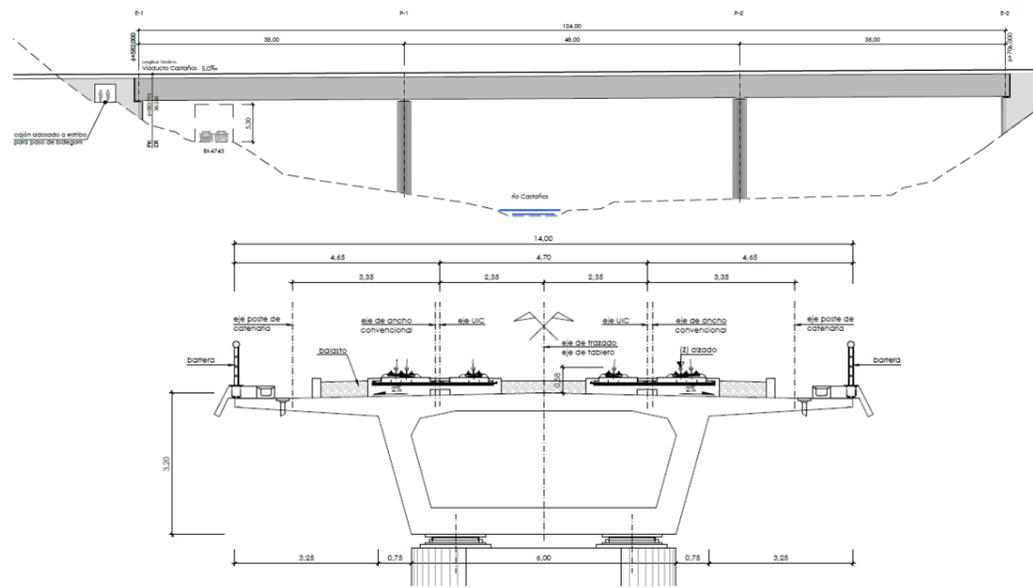
- Tablero de vigas cajón prefabricadas adosadas de canto constante e igual a 2,80 m.
Esta solución presenta la ventaja de no precisar de cimbra para su construcción, ya que el montaje de las vigas se realiza mediante el empleo de grúas o lanzavigas.



Perfil longitudinal y sección tipo vigas cajón prefabricadas canto constante

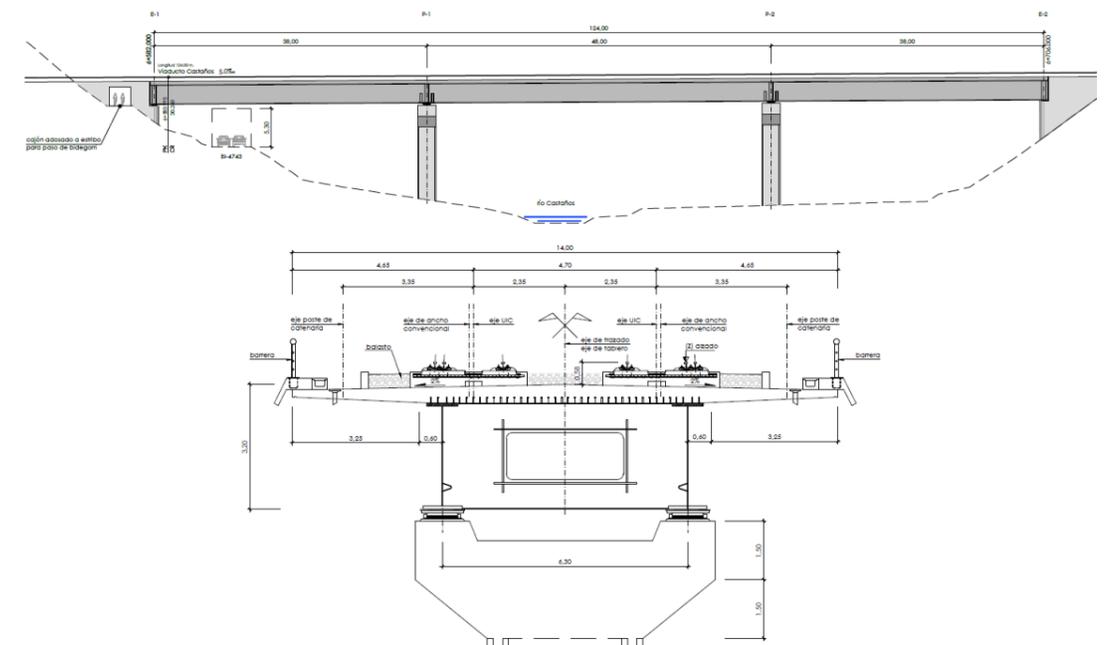
Viaducto de 124 m de longitud repartida en 4 vanos de luces 38 + 48 + 38 m

- Tablero cajón de hormigón de 3,20 m de canto.
Se trata de la solución más habitual en los nuevos puentes ferroviarios de alta velocidad y su procedimiento constructivo puede ser mediante cimbra convencional o autocimbra, o bien recurriendo al empuje desde uno de los extremos de la vaguada.



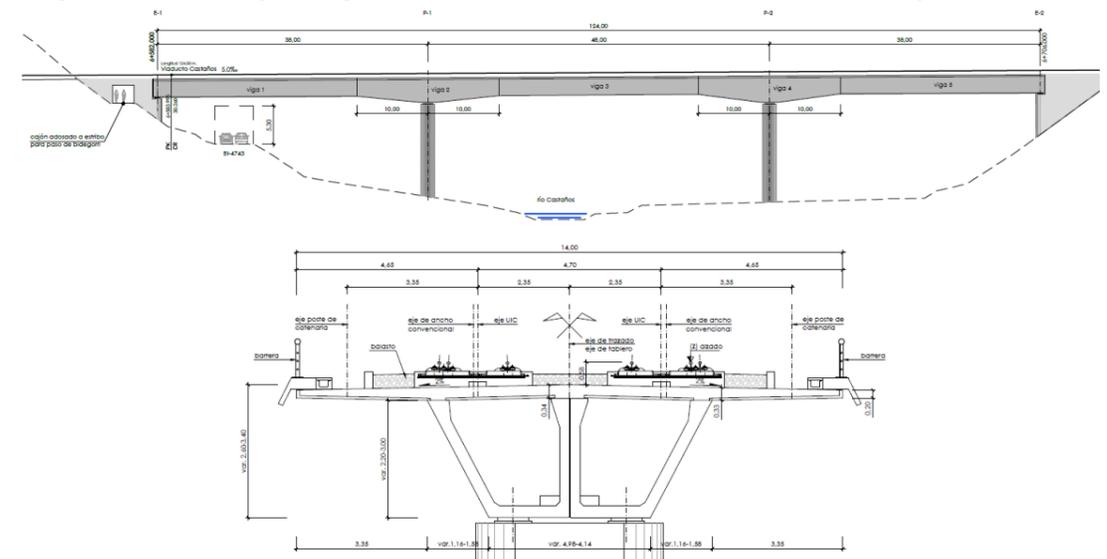
Perfil longitudinal y sección tipo viga cajón de hormigón

- Tablero bijácena mixto de 3,20 m de canto.
Además de las ventajas constructivas asociadas a los tableros prefabricados, los puentes metálicos se caracterizan por su menor peso propio, lo que permite optimizar el diseño de las cimentaciones. Por el contrario la solución bijácena presenta un peor comportamiento estructural frente a esfuerzos de torsión.



Perfil longitudinal y sección tipo bijácena mixto

- Tablero de vigas cajón prefabricadas adosadas de canto variable entre 3,40 y 2,60 m.
El inconveniente de esta solución es que precisa del empleo de torretas provisionales para apoyar las vigas "martillo" al objeto de garantizar su estabilidad durante el proceso de montaje.



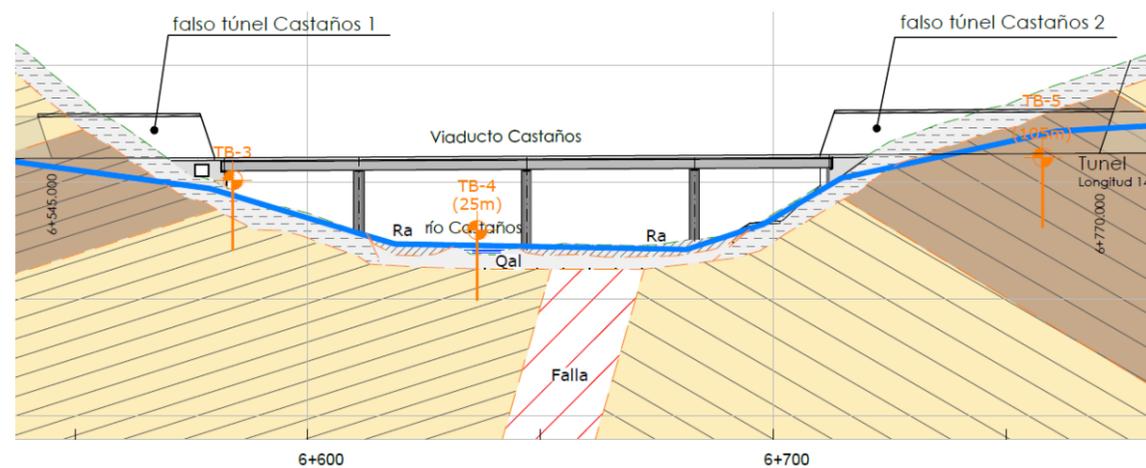
Perfil longitudinal y sección tipo vigas cajón prefabricadas canto variable

Desde un punto de vista económico la alternativa de losa aligerada será seguramente la más competitiva, seguida de cerca por la solución de cajón de hormigón la cual, como ya se ha indicado, es la más habitual en este tipo de viaductos ferroviarios.

En relación al tipo de cimentación a adoptar en este viaducto, el informe geotécnico elaborado para esta fase indica que en esta zona del trazado existe un espesor de rellenos y suelos aluviales de unos 10 m suprayacentes a materiales areniscos pertenecientes a la Formación Ezeza. De forma complementaria, entorno al PK 6+650 se ha cartografiado una falla subvertical con un espesor aproximado de 20 m que deberá ser tenida en cuenta en la cimentación de la estructura.

Además, según se desprende del sondeo TB-3, en la zona de estribos hay unos 4,5 m de rellenos antrópicos y suelos coluviales que dan paso a 3 m de roca alterada, por lo que la roca sana se encuentra situada a 7,5 m de profundidad.

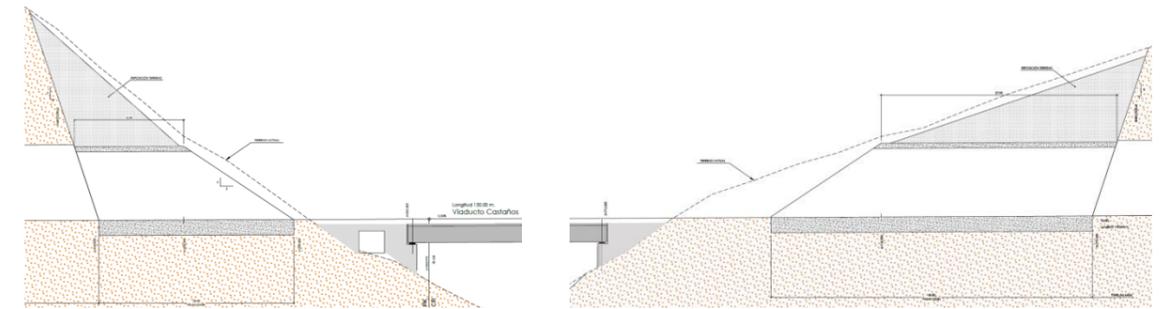
En estas condiciones se podría estudiar una solución parcial o total de cimentación semiprofunda mediante zapatas apoyadas en pozos hasta roca sana (siempre que éstos no superen los 4 m de altura) o bien recurrir directamente en todos los casos a pilotes, lo cual permitirá reducir y simplificar las excavaciones y sus posibles sistemas provisionales de contención asociados (presencia de nivel freático).



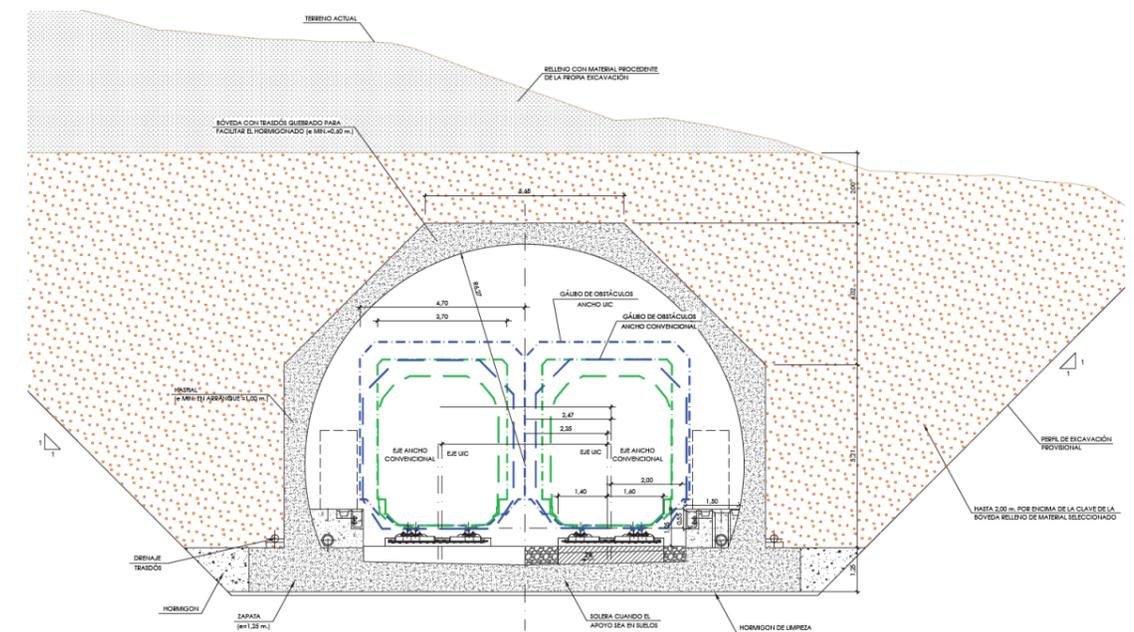
Perfil longitudinal geotécnico del viaducto sobre el río Castaños

En cualquiera de los casos, tanto a la entrada como a la salida de este viaducto es necesario proyectar sendos falsos túneles en prolongación de los túneles en mina previstos en ambas márgenes del valle.

Su longitud sería de 23 y 38 m, lado Oeste y Este respectivamente, y la sección tipo a adoptar consistiría en una bóveda de hormigón armado con el trasdós quebrado para facilitar su hormigonado.



Perfil longitudinal falsos túneles Oeste y Este



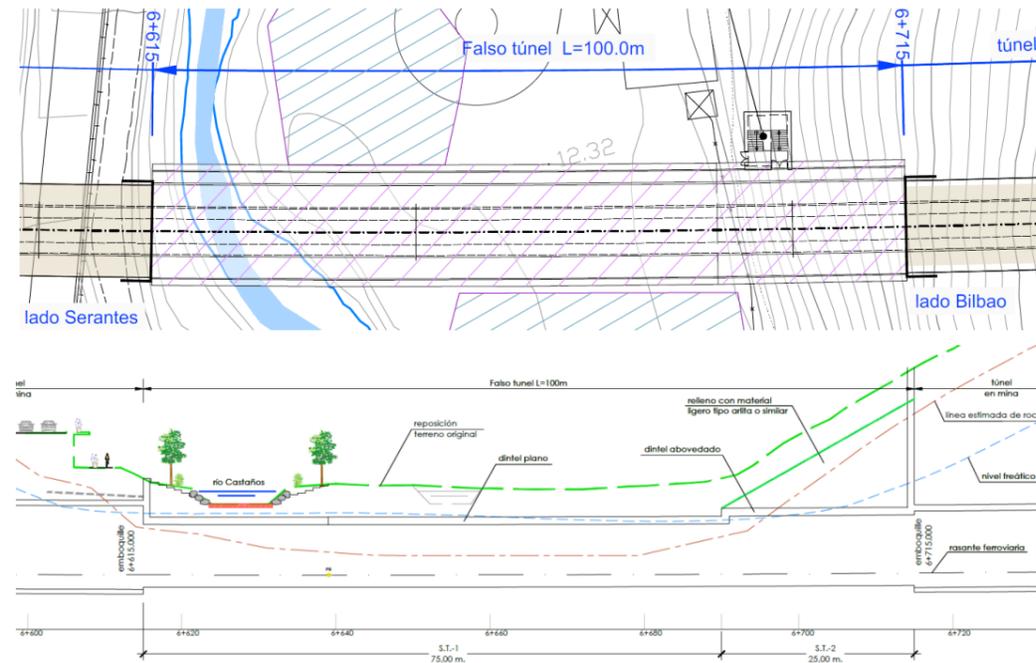
Sección tipo falsos túnel Castaños

Hasta dos metros por encima de la clave de la bóveda el relleno se realizará con material seleccionado, pudiendo ser el resto proveniente de la propia excavación. La cimentación se resolverá con zapatas o losa en función de si el terreno de apoyo es roca o suelos.

4.4.7.2.2 Falso túnel bajo el Castaños (Alternativa 2)

En esta segunda alternativa el nuevo trazado proyectado discurre soterrado bajo el cauce del río Castaños mediante un falso túnel, a ejecutar en 3 fases, de 100 m de longitud total.

En concreto, el nuevo falso túnel previsto en esta alternativa se encuentra localizado entre los PK 6+615 (emboquille túnel lado Serantes) y 6+715 (emboquille túnel lado Bilbao).



Planta y alzado falso túnel Castaños

Las fases de ejecución (3) previstas para el mismo buscan que, aprovechando su construcción, se posibilite el ataque desde esta zona del trazado a los túneles adyacentes (lado Serantes y lado Bilbao) minimizando la afección al cauce del río Castaños.

Para resolver este falso túnel se han previsto dos secciones tipo excavadas entre pantallas de pilotes secantes (debido a la presencia de nivel freático) con dintel plano (ST-1 de 75 m de longitud) o abovedado (ST-2 de 25 m de longitud) en función de la tapada de tierras que éste tenga que soportar.

Bajo esta premisa las fases previstas, cuya definición gráfica detallada se puede consultar en el Apéndice 8.1 del Anejo nº8 son las siguientes:

Fase 1:

- Desvío provisional del río Castaños.
- Ejecución de la pantalla frontal del emboquille del túnel en mina lado Serantes y de las pantallas laterales del falso túnel ST-1 entre los PK 6+615 a 6+639 (24 m).
- Excavación hasta la cara inferior del dintel del falso túnel.
- Ejecución del dintel en ese tramo.

Fase 2:

- Ejecución de cajón provisional de hormigón armado sobre el dintel del falso túnel construido en fase 1 para cruce de camino de obra sobre el cauce del río.
- Restitución del río Castaños a su cauce original.
- Ejecución de las pantallas laterales del falso túnel desde el PK 6+639 al PK 6+715 y de la pantalla frontal del emboquille lado Bilbao.

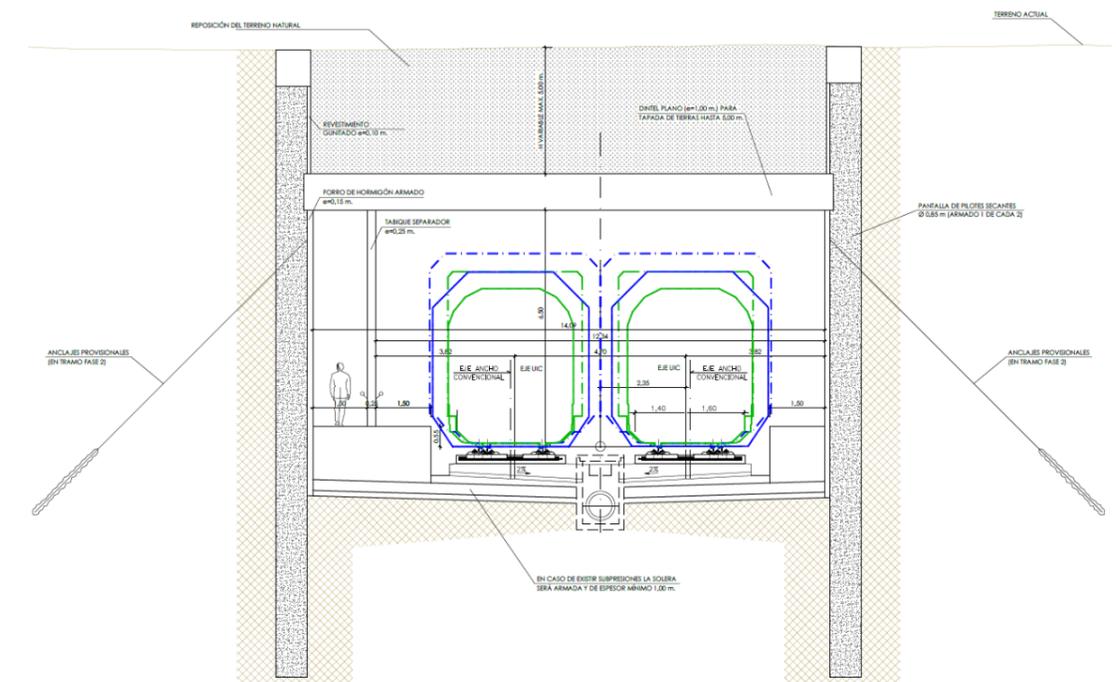
- Excavación parcial a cielo abierto entre pantallas (requerirán el empleo de anclajes provisionales para garantizar su estabilidad) al objeto de habilitar un camino de obra de acceso al túnel lado Bilbao.
- Excavación en mina de dicho túnel.

Fase 3:

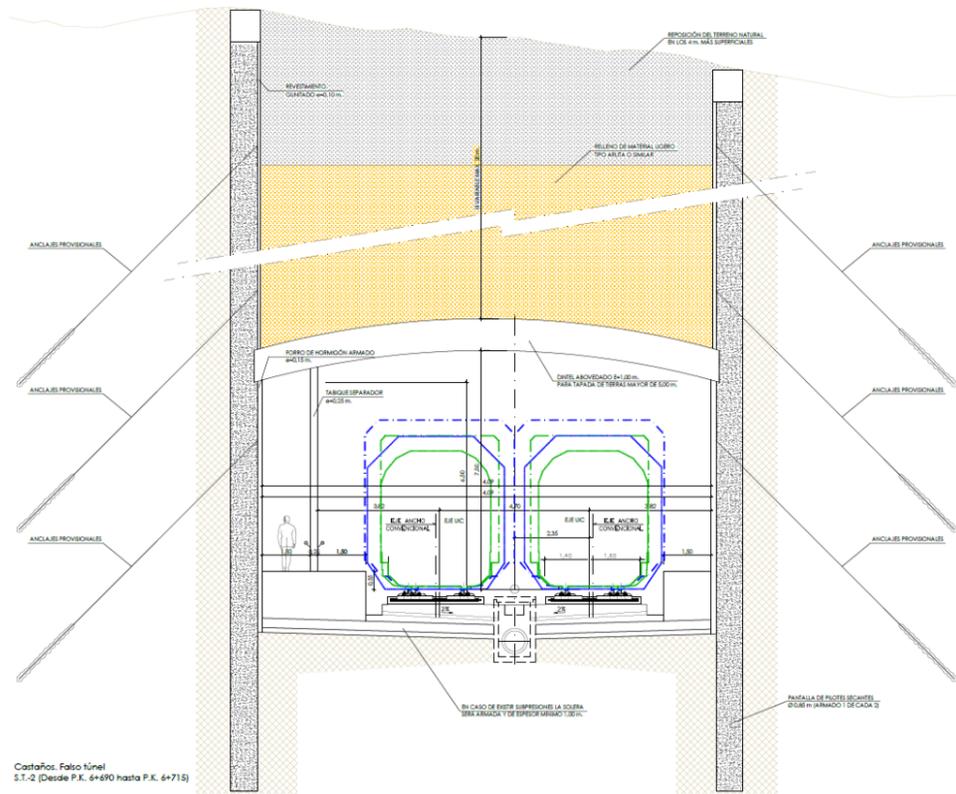
- Excavación a cielo abierto del terreno restante entre las pantallas construidas en fase 2 (bajo rasante del camino de obra), las cuales nuevamente requerirán del empleo de anclajes provisionales para garantizar su estabilidad, y ejecución del dintel (plano hasta el PK 6+690 y abovedado en el resto) correspondiente a esa zona de falso túnel.
- Reposición del terreno original sobre el dintel del falso túnel, demolición del cajón provisional para el camino de obra y reacondicionamiento definitivo del cauce original del río Castaños.
- Excavación en mina bajo el dintel del tramo de falso túnel ejecutado en fase 1.
- Excavación del túnel lado Serantes.

De cara a minimizar los esfuerzos sobre la bóveda (y pilotes) de esta segunda sección tipo, el núcleo principal del relleno de tierras se propone realizar con material ligero tipo Arlita (o similar), dejando los 4 m superiores para ocupar con material procedente de la propia excavación.

A continuación se muestran las dos secciones tipo adoptadas para este falso túnel:



Sección tipo ST-1 (H_{máx} tierras 5,0 m)
PK 6+615 a 6+690



Sección tipo ST-2 ($5,0 \leq H_{tierras} \leq 20,0$ m)
PK 6+690 a 6+715

Respecto a la solera de ambas secciones tipo, en caso de existir subpresiones, se resolverá de hormigón armado de canto mínimo 1 m y deberá anclarse lateralmente en ambas pantallas.

Por último, en este tramo de falso túnel se ha aprovechado para ubicar una salida de emergencia, aproximadamente en el PK 6+664.

4.4.7.3 Cruce del Valle del Kadagua

En ambas alternativas el cruce sobre el valle del Kadagua se resuelve en estructura pero, a diferencia de lo que ocurría con el viaducto sobre el Castaños (el cruce sobre la BI-4743 es justo pero no "insalvable"), en este caso existen problemas limitantes de gálibo vertical que obligan a proyectar soluciones estructurales de mayor singularidad (canto sobre rasante y/o luces por encima de los rangos convencionales).

En la alternativa 1 las soluciones estudiadas rondan los 200 m de longitud mientras que en la 2 se superan los 300 m.

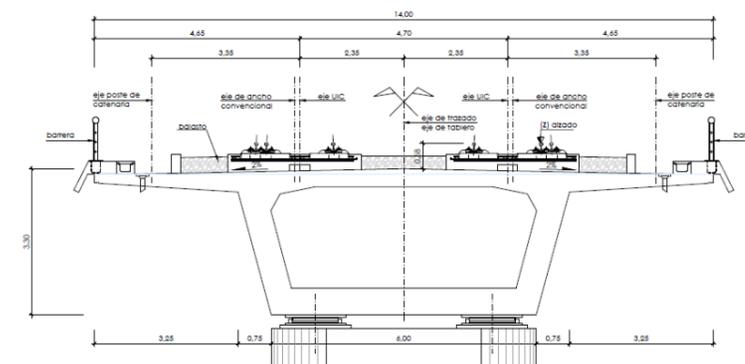
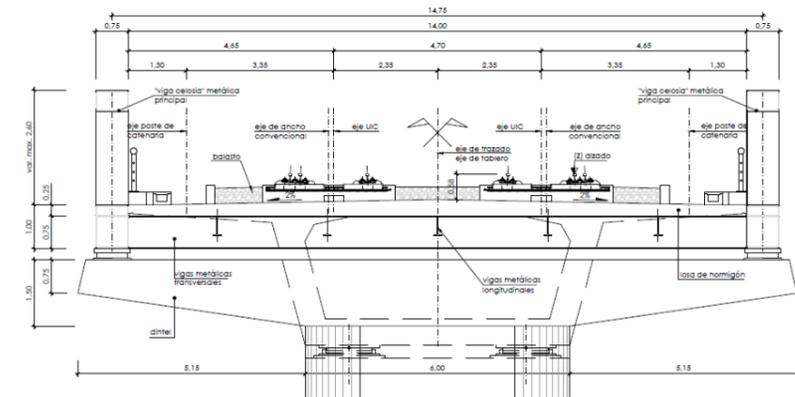
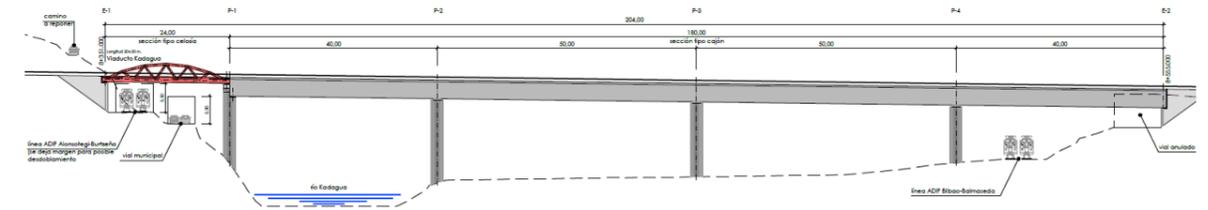
4.4.7.3.1 Alternativa 1

Por la margen noroeste de la vaguada del Kadagua discurre la línea de ADIF Alonsotegi-Burtzeña sin apenas gálibo respecto al nuevo trazado proyectado lo que obliga, al menos en esta zona, a adoptar soluciones en las que el canto principal de la estructura se dispone por encima de la rasante del tablero.

Por otro lado, además de la citada línea férrea, este viaducto debe salvar un vial municipal, el cauce del río Kadagua y la línea de ADIF que discurre entre Bilbao y Balmaseda. En estas condiciones se han estudiado dos posibles alternativas para el tablero:

- Solución "mixta" celosía metálica + cajón convencional.

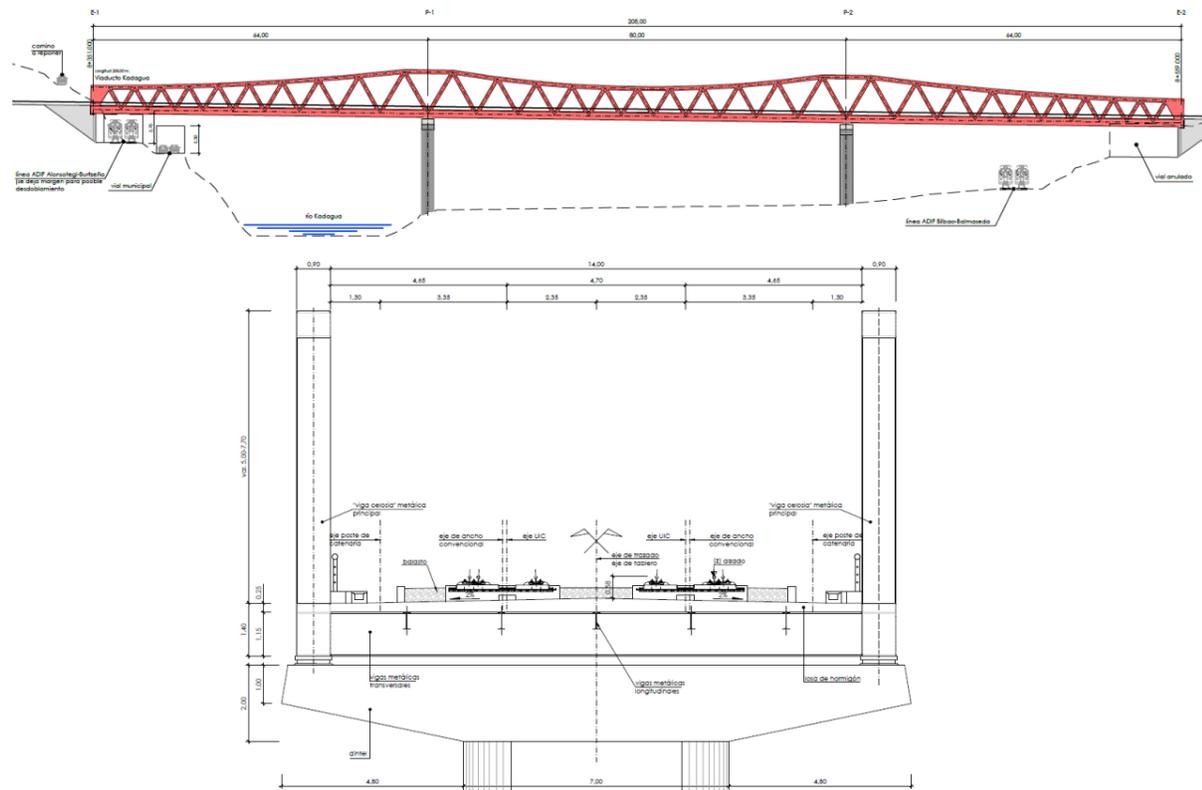
Se trata de un viaducto de 204 m de longitud compuesto por un primer vano isostático de 24 m tipo celosía metálica y el resto (180 m) resuelto de manera convencional. Para esta segunda parte se propone un reparto de luces de 40 +50 +50 +40 m y una tipología estructural que podría ser cualquiera de las planteadas para la Alternativa 1 del viaducto sobre el Castaños. De esta manera se resuelve el problema puntual de gálibo existente al inicio del viaducto sin penalizar económicamente al resto del tablero.



Perfil longitudinal y secciones tipo solución "mixta"

• Solución celosía metálica.

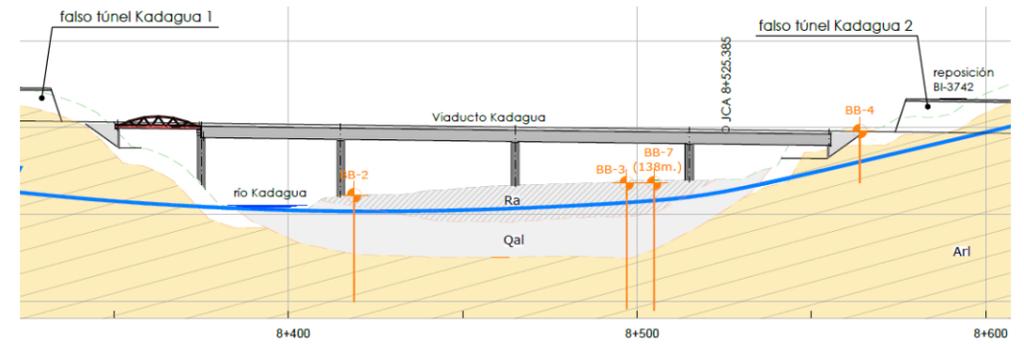
Consiste en un viaducto de 208 m de longitud resuelto íntegramente con una sección tipo para el tablero cuyo canto principal se dispone por encima de su rasante. Así, con un reparto de luces de 64 + 80 + 64 m, el tablero consta de una celosía metálica de canto variable de gran belleza estética y fuerte personalidad, que posee el inconveniente de su mayor coste económico frente a las soluciones más convencionales.



Perfil longitudinal y secciones tipo solución celosía

En relación al tipo de cimentación a adoptar en este viaducto, el informe geotécnico elaborado para esta fase indica que en esta zona del trazado existe un espesor de rellenos antrópicos y suelos aluviales de 10 m suprayacentes a materiales areniscos pertenecientes a la Formación Ereza.

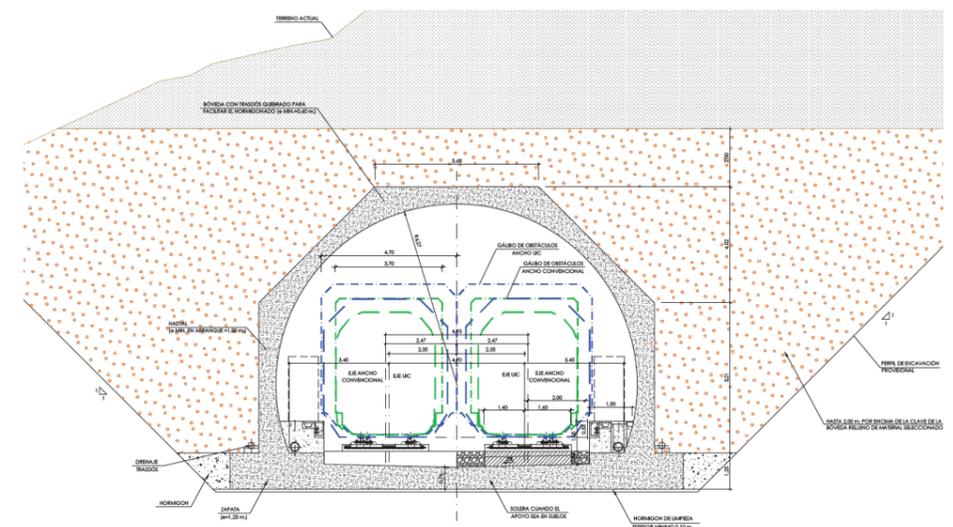
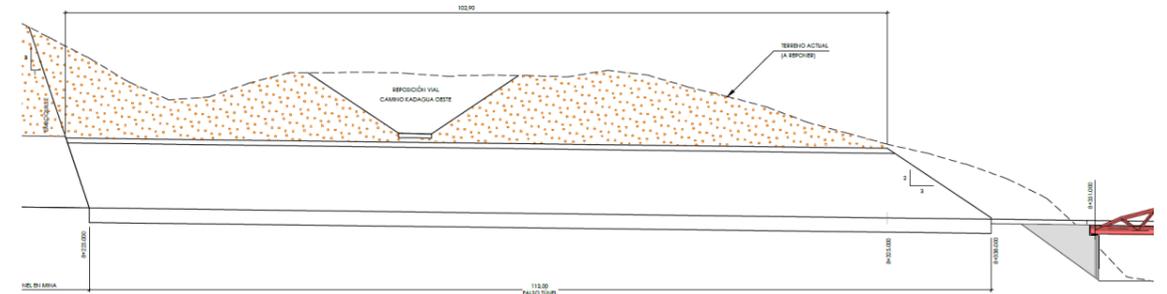
En concreto, los sondeos BB-2 y BB-3 arrojan un espesor de suelos de en torno a 20 m, mientras que el sondeo BB-4 sitúa la roca sana algo más superficial (a unos 14 m de profundidad). En estas condiciones la solución de cimentación más adecuada sería en todos los casos de tipo profundo mediante pilotes de longitud variable empotrados en el sustrato rocoso sano.



Perfil longitudinal geotécnico del viaducto sobre el río Kadagua (Alternativa 1)

Al igual que ocurría en la vaguada del Castaños, a la entrada y salida de este viaducto se hace necesario proyectar sendos falsos túneles en prolongación de los túneles en mina previstos en ambas márgenes del valle.

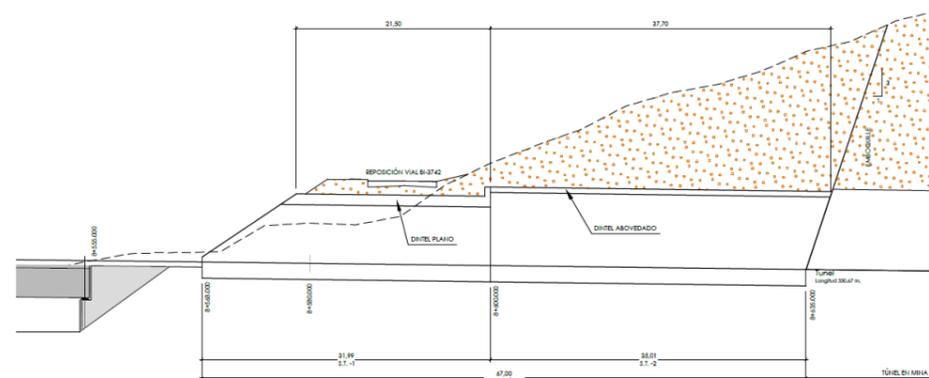
La longitud del lado Oeste alcanzaría los 113 m y sobre el nuevo falso túnel se procede a reponer un camino de acceso a un caserío existente en la zona. La sección tipo a adoptar consistiría nuevamente en una bóveda de hormigón armado con el trasdós quebrado para facilitar su hormigonado.



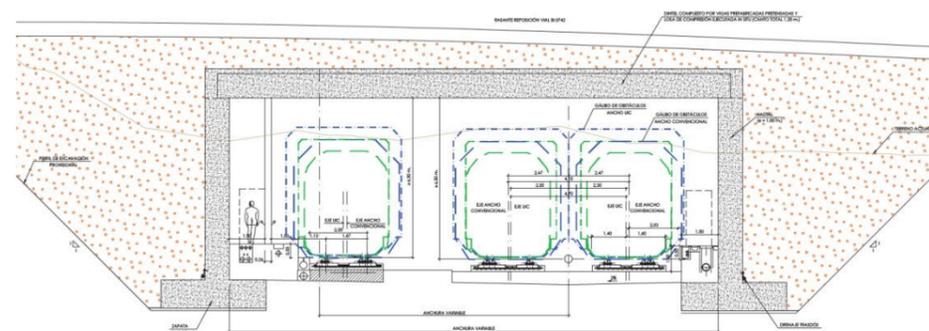
Perfil longitudinal y sección tipo falso túnel Oeste

El lado Este tiene 67 m de longitud en la que se plantean dos tipologías estructurales diferentes para su sección tipo. Así, en los primeros 32 m se propone una sección aporticada (con dintel plano), de anchura variable (acoge tanto al tronco como al “despegue” del ramal Olabeaga), al objeto de posibilitar la reposición del vial BI-3742 minimizando la afección a su rasante original. Dada la longitud máxima del vano a salvar (en torno a 21 m) el dintel se resolvería de hormigón pretensado, bien in situ o bien mediante vigas prefabricadas, las cuales permiten menores plazos de ejecución.

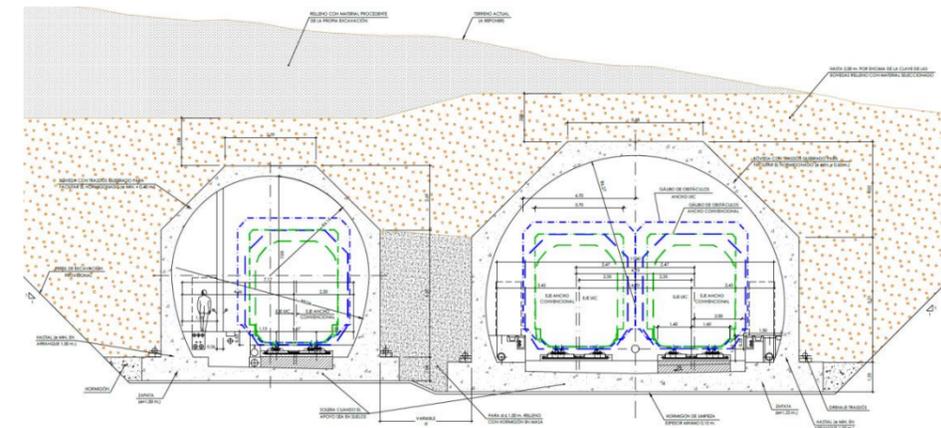
En el momento en el que el ramal Olabeaga se encuentra en planta lo suficientemente separado del tronco (PK aprox 8+600), la sección aporticada pasa a convertirse en dos bóvedas independientes en las que se alojan respectivamente ambos ejes ferroviarios (tronco y ramal Olabeaga). Esta segunda sección tipo tiene 35 m de longitud y, como en ocasiones anteriores, las bóvedas presentan el trasdós quebrado para facilitar su hormigonado.



Perfil longitudinal falso túnel Este



Sección tipo ST-1 (aporticada)



Sección tipo ST-2 (abovedada)

Hasta dos metros por encima de las claves de la bóvedas el relleno se realizará con material seleccionado, pudiendo ser el resto proveniente de la propia excavación. Cuando la separación entre sus hastiales sea inferior a 1 m el relleno de esa zona se efectuará con hormigón en masa para asegurar una adecuada compactación. En ambos casos la cimentación se resolverá con zapatas o losa en función de si el terreno de apoyo es roca o suelos.

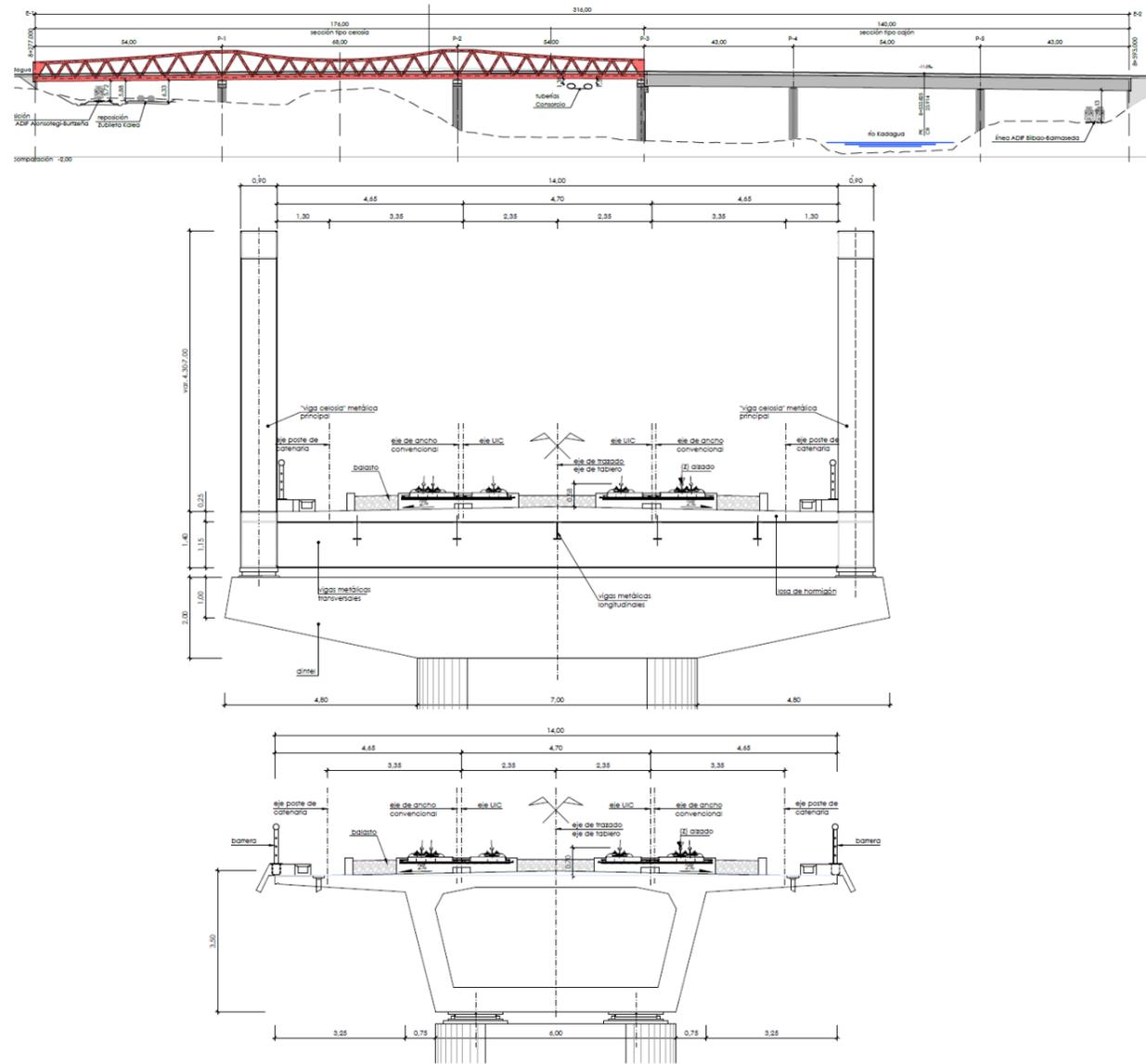
4.4.7.3.2 Alternativa 2

Al igual que ocurría para la Alternativa 1, por la margen noroeste de la vaguada del Kadagua circula la línea de ADIF Alonsotegi-Burtzeña sin apenas gálibo vertical respecto al trazado proyectado. Además, en paralelo a ésta discurre un vial municipal (Zubileta Kalea) con idéntico problema y, lo que resulta aún más restrictivo, a la altura aproximada del PK 8+440 el nuevo tronco cruza con muy poco margen sobre unas tuberías de gran diámetro del CCAA que en esta zona discurren también en estructura.

Por este motivo, al menos hasta no haber librado las citadas tuberías, las soluciones estructurales para este primer tramo de tablero pasan por disponer el canto principal por encima de su rasante. En el segundo tramo estas limitaciones desaparecen (los obstáculos a salvar son el propio cauce del río Kadagua y la línea de ADIF Bilbao y Balmaseda) lo que permite adoptar tipologías más convencionales y, en consecuencia, más económicas.

Con estas premisas se plantean dos posibles alternativas para el tablero del viaducto sobre el Kadagua:

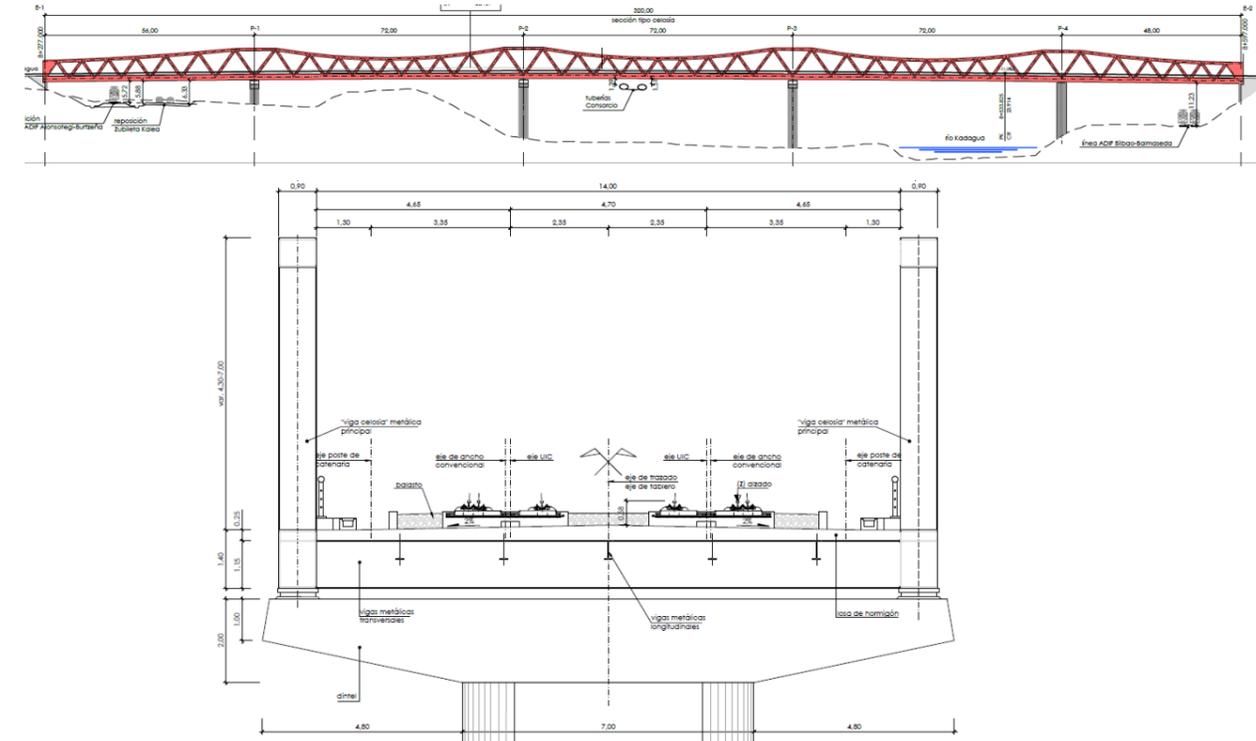
- Solución “mixta” celosía metálica + cajón convencional.
Con una longitud total de 316 m, los primeros 176 m de este viaducto se resuelven mediante una celosía metálica de canto variable y luces 54+68+54 m que permiten salvar el cruce del nuevo trazado proyectado con la línea de ADIF Alonsotegi-Burtzeña, el vial municipal y las tuberías del CCAA, de manera que el canto de estructura bajo rasante sea mínimo. Una vez superados estos condicionantes de gálibo vertical ya es posible recurrir a una solución para el tablero más convencional, de forma que en los 140 m restantes de puente se propone adoptar una sección tipo cajón de hormigón pretensado (in situ o prefabricado), o bien bijácena mixto, de luces 43+54+43 m.



Perfil longitudinal y secciones tipo solución "mixta"

• Solución celosía metálica.

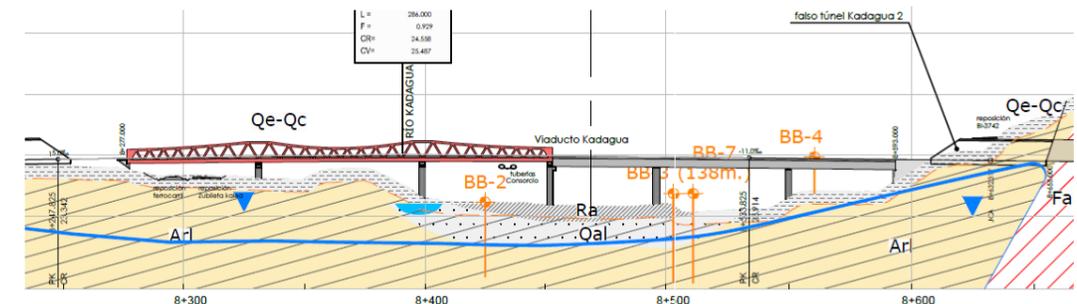
Aunque económicamente resulta a priori más competitiva, la alternativa anterior presenta una serie de inconvenientes estéticos y funcionales que pueden aconsejar resolver el viaducto con una única sección resistente y sin juntas intermedias. De esta forma, debido a los problemas de gálibo anteriormente mencionados, en esta segunda alternativa se propone adoptar directamente una celosía metálica de estribo1 a estribo2 (longitud total 320 m) de luces 56+72x3+48 m. Se trata de una solución estructural idéntica a la planteada para la Alternativa 1 de trazado pero con 5 vanos en vez de 3 y una luz máxima de vano ligeramente inferior.



Perfil longitudinal y secciones tipo solución celosía

Respecto al tipo de cimentación a adoptar en este viaducto, en el informe geotécnico elaborado para esta fase no se ha realizado un perfil geotécnico específico para esta alternativa, entendiéndose que las condiciones geotécnicas serán similares a las del viaducto previsto en la alternativa 1, donde se identificó un espesor de rellenos antrópicos y suelos aluviales de 10 m suprayacentes a materiales arenosos pertenecientes a la Formación Ereza. En cualquier caso estas condiciones deberán ser corroboradas en una campaña de exploración geotécnica a elaborar en fases posteriores.

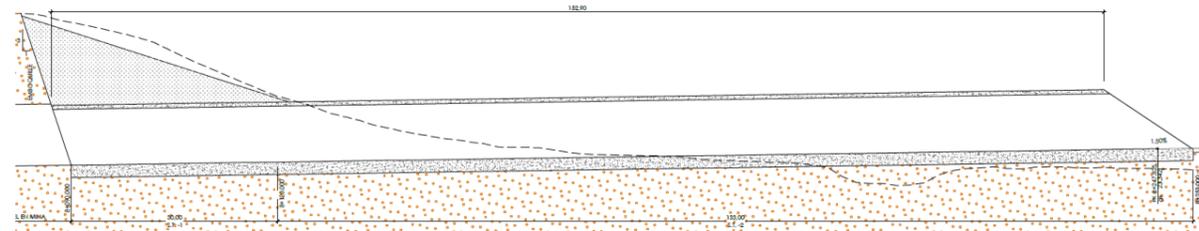
En base a estas indicaciones, la solución de cimentación sería en todos los casos de tipo profundo mediante pilotes de longitud variable empotrados en el sustrato rocoso sano.



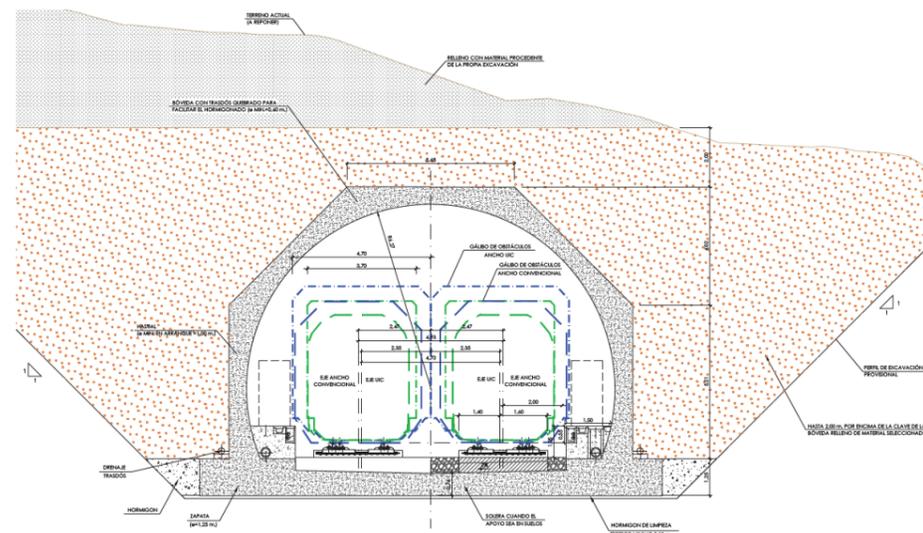
Perfil longitudinal geotécnico del viaducto sobre el río Kadagua (Alternativa 2)

Como en el resto de ocasiones, a la entrada y salida de este viaducto se hace necesario proyectar sendos falsos túneles en prolongación de los túneles en mina previstos en ambas márgenes del valle.

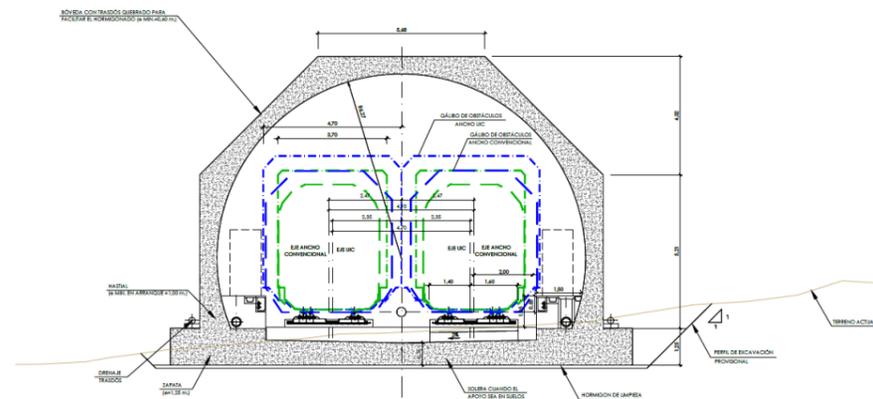
La longitud del lado Oeste podría ser estrictamente de unos 30 m (con el planteamiento de recuperar el perfil original de la ladera), pero se alarga prácticamente hasta el estribo 1 del viaducto al objeto de minimizar el impacto visual y, principalmente, acústico de la nueva infraestructura proyectada. En estas condiciones la longitud total resultante para el falso túnel en esta zona es de 163 m (30 + 133 m).



Perfil longitudinal falso túnel Oeste

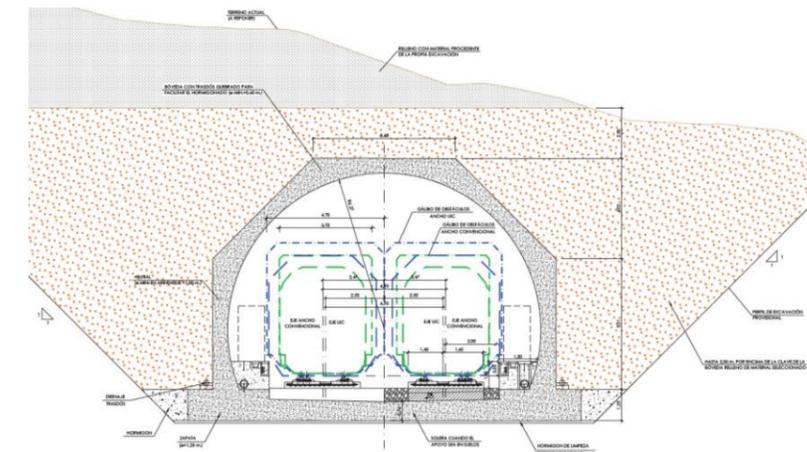
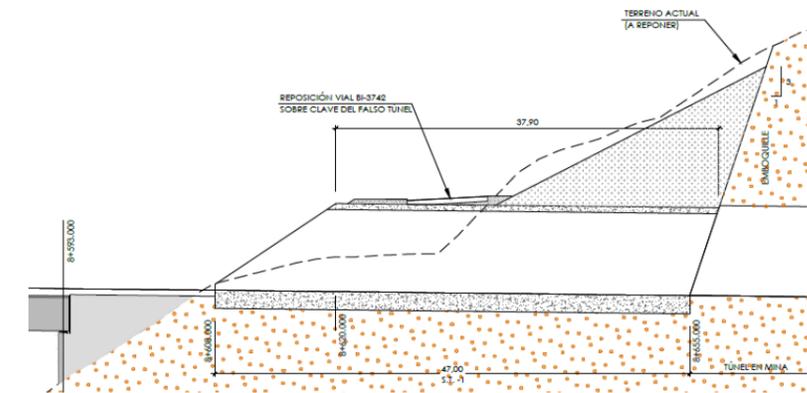


Sección tipo ST-1 falso túnel Oeste



Sección tipo ST-2 falso túnel Oeste

El lado Este tiene únicamente 47 m de longitud y sobre la clave de la bóveda del falso túnel se aprovecha para reponer el vial correspondiente a la BI-3742 con el que cruza.

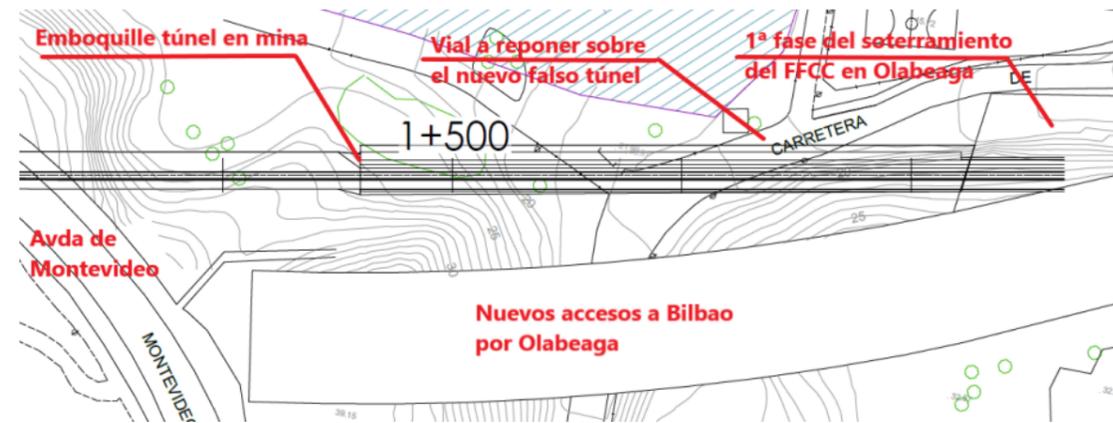


Perfil longitudinal y sección tipo falso túnel Este

Como en el resto de falsos túneles de sección abovedada propuestos en este proyecto, el trasdós de la bóveda será quebrado para facilitar su hormigonado. Hasta dos metros por encima de la clave el relleno se realizará con material seleccionado, pudiendo ser el resto proveniente de la propia excavación. Respecto a la tipología de cimentación, ésta se resolverá con zapatas o losa en función de la capacidad portante del terreno de apoyo (roca o suelos).

4.4.7.4 Conexión con el soterramiento de Olabeaga

Esta última zona del trazado es común a ambas alternativas y en ella es necesario proyectar un tramo de falso túnel, de unos 130 m de longitud, para establecer la conexión entre la salida del nuevo túnel bajo la Avda de Montevideo y la 1ª fase, ya ejecutada, del soterramiento del FFCC en Olabeaga.

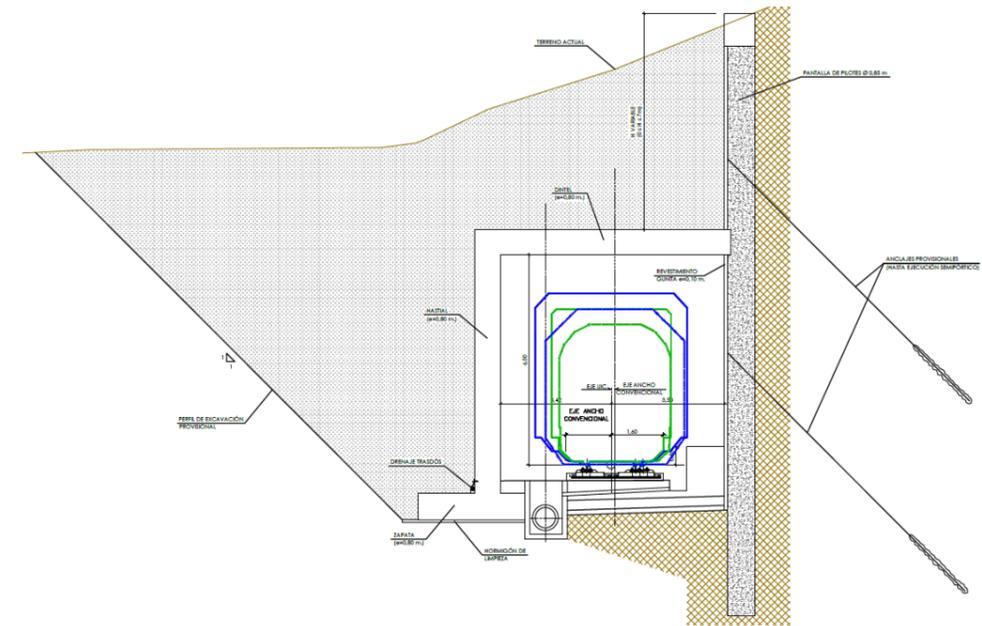


Planta del falso túnel Olabeaga



Aspecto actual de la boca del falso túnel del soterramiento del FFCC en Olabeaga (Fase 1)

A tal fin se plantea una sección tipo en la que resulta necesario disponer una pantalla de pilotes en su margen derecha para contención de tierras para, posteriormente, excavar libremente por delante de ella al objeto de construir el semipórtico de hormigón que configura el falso túnel propiamente dicho.



Sección tipo del falso túnel Olabeaga

El dintel de este semipórtico irá anclado a la pantalla y hará también funciones de acodamiento, lo cual permitirá retirar -si se desea- los anclajes previamente dispuestos. La pantalla es de altura variable (más alta cuanto más cerca se encuentre del túnel en mina) y precisará del empleo de anclajes provisionales en aquellos tramos en los que los empujes resulten de mayor entidad, evitando en cualquier caso siempre la afección a las estructuras ya construidas y en servicio (nuevos accesos a Bilbao por Olabeaga).

Del mismo modo, la tapada de tierras sobre el dintel es variable, resultando mínima en las inmediaciones de la estructura del soterramiento (reposición del terreno para minimizar su impacto visual). En su tramo intermedio se dispondrá la reposición del vial que existe en la zona y con el que se interseca.

4.4.8 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 en la mayor parte de su longitud, 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). La Alternativa 1 sale a superficie únicamente en el cruce de los valles del Castaños y el Kadagua, que cruza en viaducto, mientras que la Alternativa 2 limita a la zona del Valle del Kadagua su trazado a cielo abierto.

4.4.8.1 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.

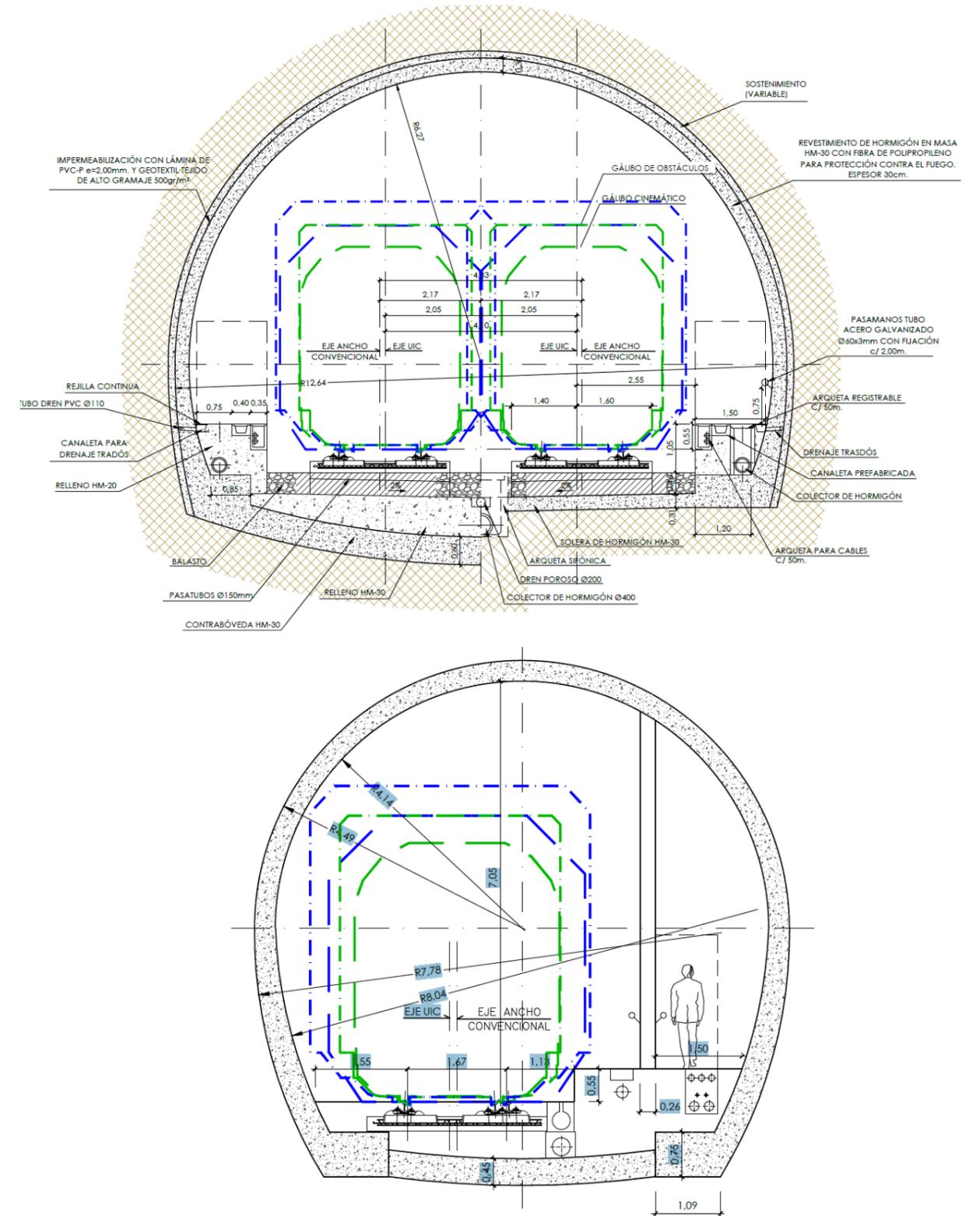
4.4.8.2 Sección tipo

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.

En el extremo contrario, el punto de conexión previsto en Olabeaga para la VSF dispone de una sola vía y, en principio, conecta con plataforma de único ancho. Se preveía por tanto una sección de vía única y ancho RENFE. En el presente Estudio Informativo se contempla una sección de vía única, pero con tercer hilo, en previsión de situaciones operacionales provisionales que pudieran darse en el marco de la implantación de futuras infraestructuras.

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).



4.4.8.3 Sostenimientos

Una vez valoradas las recomendaciones de sostenimientos para los rangos adoptados, se proponen las siguientes secciones tipo. Son muy similares a las obtenidas en el Predimensionamiento de Barton y Bieniawski, pero adaptadas a la experiencia de obras similares próximas a la zona de estudio. Para ello se ha tenido en cuenta la correlación entre ambos índices propuesta por J. D. Fernández-Gutiérrez, H. Pérez-Acebo, D. Mulone-Andere en base a experiencias en la línea 3 del Metro de Bilbao

$$RMR_{89} = 8,2 \cdot \ln Q_{94} + 45,4$$

Tabla de sostenimientos propuestos para el Estudio Informativo

SECCIÓN TIPO	CALIDAD GEOTÉCNICA	RANGO APROX. Q BARTON	RANGO APROX RMR	LONG PASE	HP-30	FIBRAS PLÁSTICAS	CERCHA	BULONES	PARAGUAS MICROPILOTES	EXCAVACIÓN
ST-I	MUY BUENA		RMR>80	5m	7cm	Polipropileno 5 kg/m ³		Expansivos 24T. L=4m 2,5mx2,5m		AVANCE Y DESTROZA
ST-II	BUENA		80>RMR>60	4m	12cm	Polipropileno 5 kg/m ³		Expansivos 24T. L=4m 2m x2m		AVANCE Y DESTROZA
ST-III	MEDIA		60>RMR>45	3m	18 cm	Polipropileno 5 kg/m ³		Expansivos 24T. L=4m 1,5m x1,5m		AVANCE Y DESTROZA
ST-IV	MEDIA - MALA		45>RMR>20	2m	22 cm	Polipropileno 5 kg/m ³	TH-29 a 1 m	Expansivos 24T. L=4m 1m x1,5m		AVANCE Y DESTROZA
ST-V	MALA		RMR>20	1m	25 cm	Polipropileno 5 kg/m ³	HEB-180 a 1m	Autoperforantes Ø32. L=4m 1m x 1,5m		AVANCE Y DESTROZA
Especial	EMBOQUILLES FALLAS Y ZONAS SINGULARES			1m	25 cm	Polipropileno 5 kg/m ³	HEB-180 a 1m		Paraguas Micropilotes L=9m Ø114 e=9mm	AVANCE Y DESTROZA

En los perfiles longitudinales geotécnicos, recogidos en el capítulo nº 5 del Documento de planos, y también en el Anejo nº4, Geología y Geotecnia, se recoge la tramificación de cada uno de los túneles atendiendo a la sección tipo a aplicar en cada caso.

4.4.8.4 Salidas de Emergencia

Se han definido dos tipos de salidas de emergencia, peatonales y vehiculares, estas últimas podrán ser usadas como rampas de ataque. Debido al elevado espesor de cobertera, y a la orografía de la zona, se evita la ejecución de pozos.

Algunas de las salidas planteadas conectan zonas de falso túnel con el exterior, por lo que se ejecutarán como obras a cielo abierto y no se consideran competencia del anejo de túneles, que detalla únicamente las salidas de emergencia "en galería" (obra subterránea).

En la **Alternativa 1**, las salidas proyectadas son:

RAMAL SERANTES. TRONCO	PK ENTRONQUE	TIPO	LONGITUD
Salida de emergencia peatonal 1	0+710,05	Falso Túnel	
TRONCO SERANTES - OLABEAGA			
Salida de emergencia 2. Galería de ataque	0+800,000	Túnel en Mina	750
Salida de emergencia peatonal 3	1+750,000	Túnel en mina	430
Salida de emergencia 4. Galería de ataque	2+750,000	Túnel en mina	230
Salida de emergencia 5. Galería de ataque	3+550,000	Túnel en mina	310
Salida de emergencia peatonal 6	4+550,000	Túnel en mina	550
Salida de emergencia 7. Galería de ataque	5+550,725	Túnel en mina	490
Salida de emergencia peatonal 8	7+700,000	Túnel en mina	350
RAMAL OLABEAGA			
Salida de emergencia Peatonal 9	0+975.000	Túnel en mina	230

En la **Alternativa 2**, las salidas proyectadas son:

RAMAL SERANTES. TRONCO	PK ENTRONQUE	TIPO	LONGITUD
Salida de emergencia peatonal 1	0+710,05	Falso Túnel	
TRONCO SERANTES - OLABEAGA			
Salida de emergencia 2. Galería de ataque	0+800,000	Túnel en Mina	750
Salida de emergencia peatonal 3	1+665,000	Túnel en mina	450
Salida de emergencia 4. Galería de ataque	2+665,000	Túnel en mina	170
Salida de emergencia 5. Galería de ataque	3+665,000	Túnel en mina	320
Salida de emergencia peatonal 6	4+665,000	Túnel en mina	700
Salida de emergencia 7. Galería de ataque	5+655,000	Túnel en mina	450
Salida de emergencia peatonal 8	6+665,000	Túnel en mina	280
RAMAL OLABEAGA			
Salida de emergencia Peatonal 9	0+950.000	Túnel en mina	190

4.4.8.5 Emboquilles

Según las conexiones planteadas en este Estudio Informativo, en cada una de las alternativas hay un total de siete (7) emboquilles. Uno (1) en el ramal Serantes, donde se entronca con el Falso Túnel que conecta con el túnel del Serantes existente. El otro extremo de este emboquille (2) se encuentra en la salida al viaducto del Castaños.

Tras el Viaducto del Castaños, se ubica el tercer emboquille (3), donde el túnel del Tronco continua hasta el valle del Kadagua. Un cuarto (4) emboquille da acceso por el Oeste al Viaducto del Kadagua y el quinto (5) emboquille se encuentra al Este de dicho viaducto.

Una vez pasado el Viaducto del Kadagua, se contemplan los últimos emboquilles, que en este caso es un emboquille doble (6 y 7) que dan acceso al túnel del Ramal de Olabeaga y la continuación del Tronco.

Existen también siete emboquilles de galerías de emergencia, que se corresponden a otras tantas galerías en mina, descritas en el apartado anterior.

4.4.9 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.

El modelo de trazado se ha desarrollado con el programa Istram Ispol, en el que se ha modelizado tanto el terreno existente, como los ejes de trazado en planta y alzado, obteniéndose la superficie futura una vez ejecutada la nueva infraestructura. Para ello se han introducido en el modelo las correspondientes secciones tipo a emplear en cada eje, así como las recomendaciones geotécnicas y la estructura de las capas de plataforma.

4.4.9.1 Volúmenes de tierras resultantes

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).

Alternativa 1

Ubicación	Eje	Tramo	Sección excavación m ²	Longitud m	Desmorte m ³	Excavación m ³	Relleno m ³
Ramal Serantes Tronco	19	Falso túnel Inicial (vía doble)	130,23	521,72	119.671,70		51.727,84
	19	Túnel en mina vía doble	122,30	442,98		54.176,45	
Conexión Serantes 1	57	Túnel en mina vía única	66,50	1.025,93		68.224,35	
Conexión Serantes 2	56	Túnel en mina vía única	66,50	1.945,61		129.383,07	
Tronco Serantes Olabeaga	3	Túnel en mina vía doble	122,30	5.265,00		643.909,50	
	3	Falso túnel oeste Castaños	130,23	37,00	6.528,10	4.818,51	2.167,89
	3	Falso túnel este Castaños	130,23	58,00	12.872,20		6.056,96
	3	Túnel en mina vía doble	122,30	1.455,00		177.946,50	
	3	Falso túnel Kadagua oeste	130,23	126,00	66.162,50		49.788,42
	3	Falso túnel Kadagua Este	130,23	80,00	48.309,90		37.891,50
	3	Túnel en mina vía doble	122,30	0,66		80,72	
Ramal Olabeaga	10	Túnel en mina vía única	66,50	1.396,00			
	10	Falso túnel final vía única	58,58	131,80	7.990,20		269,12
Salidas de Emergencia							
SE1	61	Peatonal					
SE2	4	Rampa de ataque	43,04	762,16	2.102,20	32.803,37	
SE3	47	Peatonal	18,96	435,00	1.972,70	8.247,60	
SE4	48	Rampa de ataque	43,04	231,00	4.467,20	9.942,24	188,80
SE5	49	Rampa de ataque	43,04	320,00	5.170,40	13.772,80	
SE6	50	Peatonal	18,96	553,00	1.968,50	10.484,88	
SE7	51	Rampa de ataque	43,04	485,00	3.189,70	20.874,40	
SE8	52	Peatonal	18,96	350,00	3.510,40	6.636,00	
SE9	53	Peatonal	18,96	226,00	1.728,50	4.284,96	0,40
Total					285.644,20 m³	1.185.585,34 m³	148.090,94 m³

Alternativa 2

Ubicación	Eje	Tramo	Sección excavación m ²	Longitud m	Desmorte m ³	Excavación m ³	Relleno m ³
Ramal Serantes Tronco	19	Falso túnel Inicial (vía doble)	130,23	521,72	119.671,70		51.727,84
	19	Túnel en mina vía doble	122,30	442,98		54.176,45	
Conexión Serantes 1	57	Túnel en mina vía única	66,50	1.025,93		68.224,35	
Conexión Serantes 2	56	Túnel en mina vía única	66,50	1.945,61		129.383,07	
Tronco Serantes Olabeaga	69	Túnel en mina vía doble	122,30	5.335,00		652.470,50	
	69	Falso túnel oeste Castaños	130,23	100,00	18.333,30	13.023,00	5.310,30
	69	Túnel en mina vía doble	122,30	1.375,00		168.162,50	
	69	Falso túnel Kadagua oeste	130,23	187,00	22.325,50	24.353,01	479,39
	69	Falso túnel Kadagua Este	130,23	62,00	12.631,60	8.074,26	5.425,14
	69	Túnel en mina vía doble	122,30	102,25		12.505,05	
	69	Túnel en mina vía única	66,50	1.265,11		84.129,82	
Ramal Olabeaga	10	Túnel en mina vía única	66,50	1.265,11		84.129,82	
	10	Falso túnel final vía única	58,58	132,24	8.521,10		774,31
Salidas de Emergencia							
SE2	4	Rampa de ataque	43,04	762,16	2.102,20	32.803,37	
SE3	47	Peatonal	18,96	439,50	1.873,80	8.332,92	
SE4	48	Rampa de ataque	43,04	180,19	6.736,50	7.755,38	1.594,80
SE5	49	Rampa de ataque	43,04	328,00	3.108,90	14.117,12	
SE6	50	Peatonal	18,96	710,00	759,70	13.461,60	0,60
SE7	51	Rampa de ataque	43,04	450,46	1.233,20	19.387,80	
SE9	52	Peatonal	18,96	295,00	2.101,40	5.593,20	
SE10	53	Peatonal	18,96	209,63	1.808,50	3.974,66	0,20
Total					201.207,40 m³	1.319.928,04 m³	65.312,58 m³

4.4.9.2 Balance de tierras

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:

Alternativa 1

		Volumen de Excavación						Rellenos/Necesidades de material	Compensación			
Volúmenes s/perfil (m ³)		Volúmenes s/camión (m ³)	Aprovechable (m ³)			No aprovechable (m ³)			Volumen s/perfil	Traza	Préstamo	Volumen a vertedero
Túneles	1.185.585,34	1.541.260,94	70%	1.078.882,66	1.264.551,39	30%	462.378,28	648.047,01	148.090,94	162.900,03 m ³	o	1.749.698,37 m ³
Desmontes	285.644,20	371.337,46	50%	185.668,73		50%	185.668,73					

Alternativa 2

		Volumen de Excavación						Rellenos/Necesidades de material	Compensación			
Volúmenes s/perfil (m ³)		Volúmenes s/camión (m ³)	Aprovechable (m ³)			No aprovechable (m ³)			Volumen s/perfil	Traza	Préstamo	Volumen a vertedero
Túneles	1.319.928,04	1.715.906,46	70%	1.201.134,52	1.331.919,33	30%	514.771,94	645.556,75	65.312,58	71.843,84 m ³	o	1.905.632,24 m ³
Desmontes	201.207,40	261.569,62	50%	130.784,81		50%	130.784,81					

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 2019. La Variante Sur Ferroviaria está previsto ejecutarla entre los años 2020 y 2022, 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.

4.4.10 Continuidad con las líneas existentes

La construcción de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao Fase1, tiene como punto final la infraestructura ejecutada durante la construcción de los nuevos accesos a Bilbao en San Mamés. Desde ese punto en adelante, se han ejecutado durante los últimos años infraestructuras que han dejado la reserva necesaria para el tránsito en exclusividad de las mercancías con origen y destino el Puerto de Bilbao. Así, bajo dichos accesos se dispone de dicha reserva contando también con ésta bajo el aparcamiento subterráneo de Torres Quevedo (donde se previó una fila de pilotes bajo la losa de la planta -2 y un cajón exclusivo tras los andenes de la estación de San Mamés).

Será necesario adecuar parcialmente dichas infraestructuras y ejecutar la superestructura necesaria para continuar desde el final de la Variante Sur Ferroviaria Fase 1 hasta el punto de conexión con la línea 726 de tráfico exclusivo de mercancías (se inicia tras la estación de San Mamés y se conecta con la línea Bilbao-Orduña a la altura de Miribilla).

4.4.11 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 1:

Reposición	Descripción	P.K. (proyección conexión)	Longitud (m)	Sección tipo
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	137,88	Calzada doble sentido de circulación de 7 m de anchura, arcenes de 1,50 m y aparcamiento lateral de 2 m de anchura
Vial Bañales	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	Calzada doble sentido de 7 m de ancho
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	Calzada doble sentido de 6 m de ancho
Camino Kadagua	Reposición camino Kadagua oeste. Radio mín 8m en accesos al camino y pendiente máxima 15%.	8+280 Tronco Serantes-Olabeaga	187,738	Camino 4m de anchura y cunetas en desmonte triangulares de 0,50 m de ancho.
BI-3742	Reposición carretera BI-3742 en la margen este del Kadagua. Radio mín. 140 m y pendiente máx. 7%	0+025 Ramal Olabeaga	389,416	Calzada mínima de 7 m y arcenes de 0,80 m
Acceso plataforma industrial	Reposición del vial de acceso a la plataforma industrial en la margen oeste del Kadagua. Este vial conecta con el anterior. Radio mínimo 16m t pendiente máxima 9,38%	0+000 Ramal Olabeaga	135,674	Vial de 5 m de anchura y arcenes de 1,50 m.

Alternativa 2

Reposición	Descripción	P.K. (proyección conexión)	Longitud (m)	Sección tipo
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	137,88	Calzada doble sentido de circulación de 7 m de anchura, arcenes de 1,50 m y aparcamiento lateral de 2 m de anchura
Vial Bañales	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	Calzada doble sentido de 7 m de ancho
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	Calzada doble sentido de 6 m de ancho
Vial Gorostiza	Se ubica en el extremo oeste del falso túnel sobre el arroyo Castaños. Cuenta con un radio mínimo de 50 m y pendiente máxima de 1,75%.	6+610 Tronco Serantes-Olabeaga	196,642	Vial de 4 m de anchura
Vial Zubileta Kalea	Junto al estribo oeste del viaducto sobre el Kadagua se repone este vial con radio mínimo de 200m y pendiente máxima 6%	8+300 Tronco Serantes-Olabeaga	205,863	Vial de 6 m de anchura
BI-3742	Reposición carretera BI-3742 en la margen este del Kadagua. Radio mín. 100 m y pendiente máx. 6%	0+025 Ramal Olabeaga	295,125	Calzada 7 m con rigolas a ambos lados de 0,50 m. Se repone acera de 2 m de anchura en su margen izquierda

4.4.12 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 1**
 - Electricidad: Existen 12 líneas de Iberdrola interceptadas por el trazado, de las cuales se ven afectadas 10: 2 de alta tensión, 4 de media y 4 de baja tensión. Además se afectan 2 recintos de Iberdrola.
 - Telecomunicaciones: existen 11 líneas de telecomunicaciones, de las cuales se afectan 7 de Telefónica y 1 de Euskaltel.
 - Servicios de gas: se afectan dos líneas de Naturgas Energía.
 - Abastecimiento: existen 13 redes de abastecimiento a lo largo del trazado de las cuales tan solo se afectan 4, 2 del Consorcio de Aguas y 2 del Ayuntamiento de Bilbao.
 - Saneamiento: se afectan 3 conducciones de saneamiento del CABB y 2 del Ayuntamiento de Bilbao de las 8 líneas existentes a lo largo del trazado.
 - Alumbrado: se afectan 2 líneas del Ayuntamiento de Bilbao.
- **Alternativa 2**
 - Electricidad: Existen 13 líneas de Iberdrola interceptadas por el trazado, de las cuales se ven afectadas 10: 2 de alta tensión, 4 de media y 4 de baja tensión. Además se afecta 1 recinto de Iberdrola al inicio del trazado.
 - Telecomunicaciones: a lo largo del trazado de la alternativa 2 se interceptan 13 líneas de telecomunicaciones de las cuales se ven afectadas 7 líneas de Telefónica y 3 de Euskaltel.
 - Servicios de gas: se afectan 4 líneas de Naturgas Energía.
 - Abastecimiento: existen 11 redes de abastecimiento a lo largo del trazado de los cuales se afectan 4, 3 del Consorcio de Aguas y 1 del Ayuntamiento de Bilbao.
 - Saneamiento: en este caso se afectan 4 conducciones del CABB y 2 del Ayuntamiento de Bilbao.
 - Alumbrado: se afectan 2 líneas del Ayuntamiento de Bilbao.

4.4.13 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, viaductos, 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 capítulo 8 del 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 los emboquilles del túnel de línea se ha seguido el mismo criterio, aunque ha sido más complicado conseguir accesos adecuados. En concreto, en el Valle del Castaños, la difícil orografía del valle, muy estrecho y escarpado en sus laderas, y las características de las obras a ejecutar han obligado a plantear accesos nuevos a las zonas de obra y desvíos provisionales para los accesos de los vecinos.

Los caminos de acceso diseñados son los siguientes:

Alternativa 1. Accesos a obra

EJE: 70: ACCESO A OBRA EMBOQUILLE CASTAÑOS ESTE

EJE: 71: ACCESO A OBRA EMBOQUILLE CASTAÑOS OESTE

Alternativa 2. Accesos a obra

EJE: 5: RAMPATAQUE CASTAÑOS OESTE FASE 1

EJE: 77: ACCESO VIVIENDAS EN CASTAÑOS FASE 1

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 en ambas alternativas, así mismo, en el Capítulo nº7 del Documento nº2 se incluyen todos los caminos de acceso diseñados.

4.4.14 Electrificación

4.4.14.1 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:
 - Lutxana: 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)

4.4.14.2 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.

4.4.15 Instalaciones de seguridad y comunicaciones

En el “anexo 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.

4.4.16 Planeamiento urbanístico, ocupaciones y dominio público

4.4.16.1 Planeamiento Urbanístico

El anejo nº15. Planeamiento Urbanístico y Expropiaciones se recogen todas las figuras de Planeamiento Urbanístico, actualmente vigentes, de los distintos Términos Municipales afectados: Ortuella, Valle de Trápaga, Baracaldo y Bilbao.

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

MUNICIPIO	ORDENACIÓN	AÑO
Bilbao	Plan General de Ordenación Urbana Aprobación definitiva. 6/2/1995	1995
Baracaldo	Plan General de Ordenación Urbana Aprobación definitiva 19/01/2001	2001
Valle de Trápaga-Trapagarán	Plan General de Ordenación Urbana Aprobación definitiva 4/12/2003 Revisión. Aprobación inicial 18/06/2014	2003
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

4.4.17 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 1. Expropiación Definitiva			
Término Municipal	Suelo Rural	Suelo Urbanizado	Total
Ortuella	1.293,43	12.280,25	13.573,67
Valle de Trápaga-Trapagaran	10.182,44	0,06	10.182,50
Barakaldo	19.758,31	1.674,12	21.432,43
Bilbao	7.736,31	10.429,96	18.166,27
Total	38.970,48	24.384,39	

Alternativa 2. Expropiación Definitiva			
Término Municipal	Suelo Rural	Suelo Urbanizado	Total
Ortuella	1.293,43	12.280,25	13.573,67
Valle de Trápaga-Trapagaran	13.777,77	0,00	13.777,77
Barakaldo	16.088,48	9.190,28	25.278,77
Bilbao	7.594,67	4.539,12	12.133,78
Total	38.754,35	26.009,65	

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 1. Expropiación Temporal			
Término Municipal	Suelo Rural	Suelo Urbanizado	Total
Ortuella	2.212,69	5.182,02	7.394,72
Valle de Trápaga-Trapagaran	2.541,41	109,82	2.651,23
Barakaldo	13.308,17	1.430,64	14.738,81
Bilbao	1.270,31	18.037,96	19.308,27
Total	19.332,58	24.760,44	

Alternativa 2. Expropiación Temporal			
Término Municipal	Suelo Rural	Suelo Urbanizado	Total
Ortuella	2.212,69	5.182,02	7.394,72
Valle de Trápaga-Trapagaran	2.460,50	107,83	2.568,33
Barakaldo	8.835,12	1.545,03	10.380,15
Bilbao	1.146,08	15.760,34	16.906,42
Total	14.654,39	22.595,23	

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.

4.4.17.1 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.

5 Estudio de demanda y análisis coste-beneficio

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 o - 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 o - 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)

5.1 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)

5.2 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.

6 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 servicios afectados: 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 1	Alternativa 2
MOVIMIENTO DE TIERRAS	2.309.193,15	1.673.516,45
TRATAMIENTOS DE TERRENO	800.000,00	800.000,00
FALSO TUNEL	10.064.732,22	10.591.693,83
TÚNELES	218.854.095,15	220.768.685,82
VIADUCTOS	11.414.000,00	12.800.000,00
DRENAJE	684.932,17	631.993,67
SUPERESTRUCTURA	10.272.540,00	10.400.421,27
SEGURIDAD Y COMUNICACIONES	2.917.000,00	2.917.000,00
ELECTRIFICACIÓN	6.940.640,00	6.961.089,00
INTEGRACIÓN AMBIENTAL	8.715.799,47	8.887.260,88
SERVICIOS AFECTADOS	857.590,00	979.100,00
REPOSICIÓN DE VIALES Y ACCESOS A OBRA	654.212,35	1.039.495,17
FASES DE OBRA	0,00	258.100,00
OTROS CONCEPTOS	20.294.288,00	20.778.674,00
IMPREVISTOS Y VARIOS	23.582.321,80	23.958.962,41
SEGURIDAD Y SALUD	6.367.226,89	6.468.919,85
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	324.728.571,20	329.914.912,35
13,00 % GASTOS GENERALES	42.214.714,26	42.888.938,61
6,00 % BENEFICIO INDUSTRIAL	19.483.714,27	19.794.894,74
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA	386.426.999,72	392.598.745,69
21,00 % I.V.A.	81.149.669,94	82.445.736,60
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA	467.576.669,67	475.044.482,30
Expropiaciones	2.521.918,70	2.671.018,00
Control y vigilancia (3 % s/PEM)	9.741.857,14	9.897.447,37
Patrimonio artístico (1,5 % s/PEM)	4.870.928,57	4.948.723,69
PRESUPUESTO GLOBAL	484.711.374,07	492.561.671,36

7 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.

7.1 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 1. Construcción				Alternativa 1. Explotación				Alternativa 2. Construcción				Alternativa 2. Explotación			
		Compatible	Moderado	Severo	Crítico	Compatible	Moderado	Severo	Crítico	Compatible	Moderado	Severo	Crítico	Compatible	Moderado	Severo	Crítico
IMP01	Alteración química de la calidad del aire por contaminantes procedentes de la maquinaria de obra.		M				M				M				M		
IMP02	Incremento de los niveles sonoros.	C				C				C				C			
IMP03	Incremento de los niveles vibratorios.		Sin impacto			C					Sin impacto			C			
IMP04	Afección al modelado del terreno		M				M				M				M		
IMP05	Alteración del suelo		M				Sin impacto				M				Sin impacto		
IMP06	Compactación del suelo		M				Sin impacto				M				Sin impacto		
IMP07	Contaminación química del suelo		M				M				M				M		
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		M			C					M				M		
IMP11	Alteración de condiciones de inundabilidad	C				C					M				M		
IMP12	Riesgo de contaminación de los acuíferos por vertidos accidentales	C				C				C				C			
IMP13	Alteración de los flujos de agua subterránea		M				M					S			M		
IMP14	Eliminación de la cubierta vegetal		M			C					M			C			
IMP15	Afección a especies vegetales con figura de protección	C				C				C				C			
IMP16	Destrucción de hábitats faunísticos		M			C					M			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					S			M		
IMP20	Afección a la avifauna		M			C					M			C			
IMP21	Afección a H.I.C.		M				Sin impacto				M				Sin impacto		
IMP22	Alteración del paisaje		M			C					M			C			
IMP23	Alteración de elementos del patrimonio cultural			S			Sin impacto					S			Sin impacto		
IMP24	Alteración de la cuenca visual en valles fluviales			S				S		C				C			
IMP25	Modificación de servidumbres de paso		M				Sin impacto				M				Sin impacto		
IMP26	Consumo de recursos naturales	C				C				C				C			
IMP27	Generación de residuos		M			C					M			C			
IMP28	Control y gestión de E.E.I.	C				C				C				C			
IMP29	Interacción con suelos contaminados		M				Sin impacto				M				Sin impacto		
IMP30	Alteración del cauce y del hábitat del río Castaños		Sin impacto				Sin impacto					S			M		
TOTAL		7	19	2	0	15	5	1	0	7	18	4	0	14	8	0	0

La **conclusión** a la que se llega en base a los impactos detectados es que el hecho de que la mayor parte del trazado ferroviario de ambas alternativas discorra 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.

Así mismo, se considera que la capacidad de acogida que presenta el territorio en aquellas zonas por las que la traza ferroviaria discurre a cielo abierto es elevada, dado el alto nivel de antropización que presentan (Bilbao, Abanto y Zierbana y Ortuella, principalmente).

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 1 se detectan 3 impactos severos (dos en fase de construcción y uno en fase de explotación).
- En la Alternativa 2 se han detectado 3 impactos de magnitud severa (todos en fase de construcción) y un impacto crítico (en la fase de construcción), siendo el resto de magnitud moderada o compatible.

En definitiva, desde un punto de vista ambiental, la principal diferencia entre la Alternativa 1 y la Alternativa 2 es el modo de paso del trazado ferroviario en la zona del río Castaños. En el caso de la alternativa 2, el paso soterrado bajo el Castaños generaría impactos sobre la población del pez espinoso, sobre el propio cauce del Castaños en la zona de "cut and cover" y sobre la hidrogeología en la zona. Estos impactos son generados en fase de construcción, mientras que se ven sensiblemente atenuados o eliminados en la fase de explotación. En cuanto a la alternativa 1, indicar que es menos agresiva en fase de construcción, pero presenta un mayor impacto visual por el viaducto sobre el Castaños, lo que hace que genere mayores impactos en fase de explotación. Por todo lo anterior se puede concluir que ambas alternativas son compatibles con el medio, si bien puede resultar más favorable la alternativa 1.

Como conclusión final, hay que señalar que, aunque las dos alternativas generarían impactos sobre el medio de la zona, 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.

7.2 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 la Variante Sur de Bilbao, Fase 1, 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 V.S.F. P: "Fase Pre-operacional", C: "Fase de Construcción", E: "Fase de Explotación" recogidas en el EsIA.

Elemento ambiental	Código	Medida	Tipo	P	C	E
	GENo1	Equipo medioambiental de la obra	Preventiva	X	X	
	GENo2	Ubicación de instalaciones auxiliares	Preventiva	X	X	X
	GENo3	Programación de la obra	Preventiva	X		
	GENo4	Diseño de un Plan de Emergencia Medioambiental	Preventiva	X		
	GENo5	Puesta en marcha del Plan de Emergencia Medioambiental	Correctora		X	X
	GENo6	Diseño de Proyectos de Restauración Ambiental	Correctora	X		
	GENo7	Ejecución de la Restauración Ambiental	Correctora		X	
	GENo8	Limpieza final de los tajos de obra	Correctora		X	
	GENo9	Diseño y puesta en marcha de una Red de Control Ambiental	Preventiva	X	X	X
Clima y Atmósfera	AIRo1	Utilización de toldos para el transporte de material pulverulento	Preventiva		X	
Clima y Atmósfera	AIRo2	Riego de superficies pulverulentas	Preventiva		X	
Clima y Atmósfera	AIRo3	Limitación de la velocidad en zona de obras	Preventiva		X	
Clima y Atmósfera	AIRo4	Ubicación de acopios de material pulverulento	Preventiva		X	
Clima y Atmósfera	AIRo5	Instalación de lava-ruedas	Preventiva		X	
Clima y Atmósfera	AIRo6	Revegetación temprana en zonas con riesgo manifiesto de erosión	Preventiva		X	
Clima y Atmósfera	AIRo7	Movimiento de vehículos y maquinaria de obra	Preventiva		X	
Clima y Atmósfera	AIRo8	Optimización del uso de la maquinaria	Preventiva		X	
Condiciones acústicas y vibraciones	ACUo1	Establecimiento de Prescripciones técnicas medioambientales para fuentes generadoras de ruido y vibraciones	Preventiva	X		
Condiciones acústicas y vibraciones	ACUo2	Estudios acústicos y vibratorios de detalle	Preventiva	X		
Condiciones acústicas y vibraciones	ACUo3	Procedimiento de carga y descarga	Preventiva		X	
Condiciones acústicas y vibraciones	ACUo4	Priorización de las mejores técnicas disponibles en cuanto a maquinaria de obra	Preventiva		X	
Condiciones acústicas y vibraciones	ACUo5	Mantenimiento de vehículos	Preventiva		X	
Condiciones acústicas y vibraciones	ACUo6	Restricción de la duración de la jornada laboral	Preventiva		X	

Elemento ambiental	Código	Medida	Tipo	P	C	E
vibraciones						
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 pantallas acústicas permanentes	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	
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	Diseño de viaductos	Preventiva	X		
Hidrología superficial e hidrogeología	HID06	Gestión de autorizaciones	Preventiva		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID07	Mantenimiento de caudales ecológicos	Preventiva		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID08	Ubicación de instalaciones auxiliares en relación con los cauces	Preventiva		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID09	Instalación de barreras de retención de sedimentos	Preventiva		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID10	Instalación de balsas de decantación	Preventiva		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID11	Instalación de puntos de limpieza de canaletas de hormigoneras	Preventiva		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID12	Construcción de vados provisionales en cauces	Preventiva		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID13	Medidas preventivas durante la ejecución de viaductos	Preventiva		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID14	Gestión de los sólidos procedentes de las aguas del proceso de excavación de túneles			X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID15	Protocolo de actuación ante vertidos accidentales que afecten a la hidrología superficial	Correctora		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID16	Protocolo de actuación ante vertidos accidentales que afecten a la hidrología subterránea	Correctora		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID17	Mantenimiento del funcionamiento hidráulico y de calidad de las aguas subterráneas	Preventiva		X	

Elemento ambiental	Código	Medida	Tipo	P	C	E
Hidrología superficial e hidrogeología	HID18	Gestión de aguas residuales	Preventiva		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID19	Retirada de vados provisionales	Correctora		X	
Hidrología superficial e hidrogeología	HID20	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	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	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	
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 marras	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	Instalación de pantallas anticolidión para la avifauna	Correctora		X	
Fauna	FAU05	Minimización de contaminación lumínica	Preventiva		X	
Fauna	FAU06	Dispositivos de señalización de los tendidos eléctricos para protección de avifauna	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 H.I.C.	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 H.I.C.	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 bocas de túneles	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	

Elemento ambiental	Código	Medida	Tipo	P	C	E
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
Hábitat fluvial	HAF01	Regeneración del cauce y del hábitat fluvial	Correctora		X	
Medidas Compensatorias	COM01	Restauración del bosque de ribera en espacios no afectados por las obras	Compensatoria		X	
Medidas Compensatorias	COM02	Eliminación de especies vegetales invasoras	Compensatoria		X	X
Medidas Compensatorias	COM03	Creación de un humedal para potenciar anfibios y aves acuáticas.	Compensatoria		X	X
Medidas Compensatorias	COM04	Recuperación de hábitats para especies protegidas	Compensatoria		X	
Medidas Compensatorias	COM05	Creación de un área recreativa socio-ambiental	Compensatoria			X

7.3 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 de la "V.S.F. de Bilbao, Fase 1", 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.

7.4 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.

8 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, del pasado mes 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.

9 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

Se opta por obviar en el análisis comparativo la opción de mantener el actual trazado ferroviario, al estar precisamente en el origen de la actuación las carencias funcionales y las afecciones socioambientales derivadas del tráfico de mercancías por el actual corredor. Es por ello que el Análisis Multicriterio se centra en comparar entre sí las dos alternativas planteadas al corredor ferroviario existente, descartando de partida al actual trazado.

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:

- **Objetivo Ambiental:** La alternativa seleccionada debería provocar el mínimo impacto sobre el medioambiente, en todas las facetas en que este puede considerarse.
- **Objetivo de Inversión inicial:** Se busca optimizar la inversión inicial a realizar.
- **Objetivo de Rentabilidad:** La alternativa seleccionada debería ser aquella que mejor combinase una menor inversión inicial (anterior indicador) y una mayor rentabilidad socio-económica.
- **Objetivo de 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.
- **Objetivo de 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.
- **Objetivo 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.
- **Objetivo de Mantenimiento:** Se busca optimizar el coste de mantenimiento de la nueva infraestructura.
- **Objetivo de electrificación:** Valorar las diferencias entre los requisitos de electrificación de las alternativas propuestas.

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.

9.1 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:

9.1.1 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.

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

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

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.

9.1.2 Indicador de Rentabilidad

La técnica de Análisis de Coste-Beneficio, tiene como objetivo fundamental proporcionar una medida de los costes en que se incurren en la realización de una infraestructura, en este caso ferroviaria, y compararlos con los beneficios esperados por la ejecución de la misma.

Para realizar un análisis Coste-Beneficio Fiable se han de seguir los siguientes pasos:

- Estimar los Beneficios de la Ejecución del Proyecto
- Calcular las Inversiones necesarias para realizar el Proyecto
- Determinar los ratios de rentabilidad del Proyecto (VAN y TIR)

La Evaluación Coste-Beneficio de un Proyecto se mide siempre por comparación (diferencia) de dos escenarios:

- Escenario Base o escenario SIN-Proyecto. Representa la evolución prevista del sistema de transporte sin haber ejecutado la intervención cuyo beneficio se quiere medir.
- Escenario CON-Proyecto. Se incorpora al escenario Base la actuación que quiere evaluarse.

El presente documento incluye como Anejo nº17 un estudio que aborda la demanda de transporte de mercancías y el análisis coste-beneficio de la conexión ferroviaria entre el Puerto de Bilbao y Olabeaga en la que se evalúa la demanda de transporte presente y futura asociada a las actuaciones planteadas en los nuevos estudios informativos de las fases 1 y 2 de la VSF, así como su viabilidad económico-financiera.

La valoración del objetivo de rentabilidad se hará en base al contenido del Capítulo 4, Rentabilidad de la Actuación, del ESTUDIO DE DEMANDA Y ANÁLISIS COSTE – BENEFICIO DE LA VARIANTE SUR FERROVIARIA DE BILBAO. FASE 1 recogido en el Anejo nº17 del Presente Estudio Informativo.

En concreto, se adoptará como parámetro de valoración para el indicador la rentabilidad socio-económica de la actuación, evaluada a través de la TIR. El análisis de rentabilidad socioeconómico es un análisis diferencial entre la situación con proyecto (si se realiza el mismo) y la situación sin proyecto (si se mantiene la situación actual, es decir, sin realizar el proyecto), llamada “**Escenario de Referencia**”.

La evaluación de las alternativas se realizará por comparación de los valores de la TIR económico-social obtenidos en comparación con la Tasa de Descuento social utilizada como referencia en el Análisis socio-económico (3%).

Se asigna valoración entre 0 y 1, 0 para una tasa TIR igual o inferior al 3 % y 1 para la máxima tasa obtenida por alguna de las alternativas analizadas.

9.1.3 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 Olabeaga-Serantes y Serantes-Olabeaga 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.

9.1.4 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: 0 para el tiempo de recorrido existente en la actualidad y 1 para la alternativa con menor tiempo de recorrido.
- **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 Ahorro en tiempo – 0,60
- Indicador de Captación de Tráficos – 0,20
- Indicador de Captación de Tráficos de la Red Local – 0,20

9.1.5 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 0 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.

9.1.6 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.

9.1.7 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.

9.1.8 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".

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 química de la calidad del aire por contaminantes procedentes de la maquinaria de obra.
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

COD.	IMPACTO
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	Alteración del cauce y del hábitat del río Castaños

9.2 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.

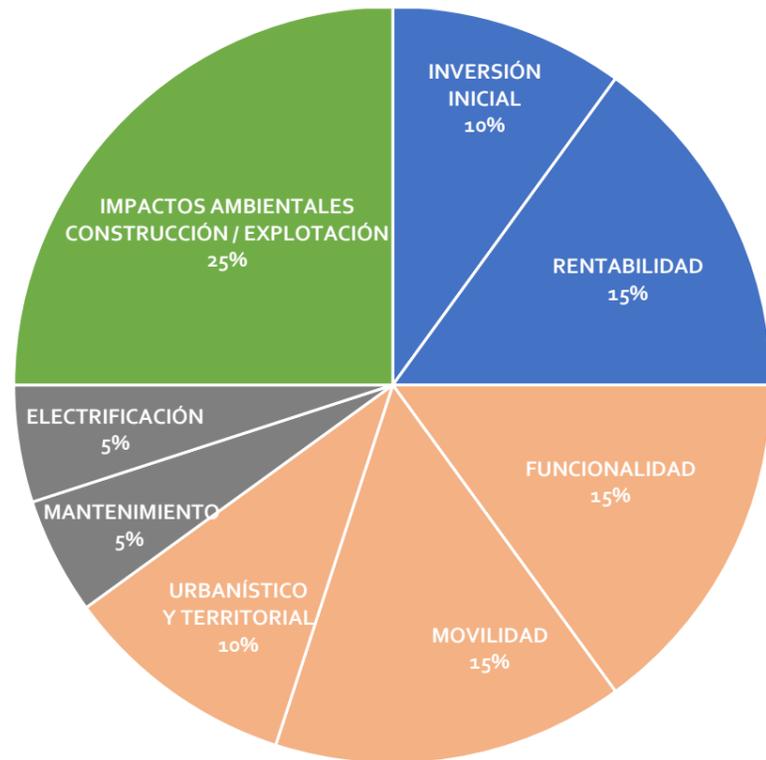
De acuerdo con estos criterios, se decide establecer el siguiente reparto:

- Objetivo Medioambiental: 25 %
- Objetivo Rentabilidad económico-social 15 %
- Objetivo Inversión Inicial: 10 %
- Objetivo Funcionalidad: 15 %
- Objetivo Movilidad: 15 %
- 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	10	100	PRESUP.GLOBAL (PBL Euros)	10,00%
RENTABILIDAD SOCIO-ECONÓMICA	15	100	TIR ECONÓMICO SOCIAL	15,00%
FUNCIONALIDAD	15	30	CUMPLIMIENTO NORMATIVA VIGENTE	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 Y TERRITORIALES	10	20	AJUSTE BANDA RESERVA (%)	2,00%
		20	AFECCIÓN SUELOS URBANOS O URBANIZABLES (m2)	2,00%
		30	AFECCIÓN A EDIFICACIONES (m2)	3,00%
		30	EFEECTO 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 FASE CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN	25,00%

9.3 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.

9.3.1 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 1	Alternativa 2
PRESUPUESTO GLOBAL	484.896.429,21	492.772.693,60

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.

	PRESUP. GLOBAL (PBL €)	EVALUACIÓN
PESOS	20	
ALT. 1	484.896.429,21	1,000
ALT. 2	492.772.693,60	0,984

9.3.2 Indicador de Rentabilidad

La evaluación económico-social consiste en la obtención de los indicadores de rentabilidad del Valor Actualizado Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Siguiendo un proceso análogo al realizado en el Anejo nº17, se ha particularizado la obtención de estos indicadores para cada una de las alternativas comparadas.

PRINCIPALES RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE COSTE-BENEFICIO FASE I		
Descripción	Alternativa 1	Alternativa 2
VAN económico-social (miles €)	626.664	622.902
TIR económico-social	10,78%	10,65%

Los resultados indican que la Alternativa 1 es ligeramente más rentable en todos los aspectos.

De cara a la asignación de un valor de evaluación para cada una de las alternativas, se toma como referencia la tasa de descuento social adoptada en el análisis coste-beneficio recogido en el Anejo nº 17. Se adopta en el extremo opuesto como valor máximo el TIR de la alternativa más rentable desde el punto de vista económico-social.

	RENTABILIDAD ECONÓMICO-SOCIAL	EVALUACIÓN
PESOS	100	
Alt. 1	10,78 %	1,000
Alt. 2	10,65 %	0,983

9.3.3 Indicadores de Funcionalidad

9.3.3.1 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.

A continuación se adjuntan los cálculos resumidos para cada alternativa:

- ALTERNATIVA 1. Tanto el trazado en planta como en alzado de la alternativa cumple con todos los criterios establecidos, no recurriendo en ningún caso a valores excepcionales.
- ALTERNATIVA 2. Esta alternativa cumple con todos los criterios de diseño geométrico establecidos, si bien recurre en el tramo diseñado en túnel en mina entre los valles del Castaños y el Kadagua a una pendiente de 15 milésimas de inclinación, valor considerado excepcional. Cuenta por tanto con una penalización de 0,025 puntos

9.3.3.2 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 1	79,436	12,15	9m 13 seg
Alternativa 2	81,20	12,16	9m 06 seg

9.3.3.3 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 1: 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 2: La escalabilidad se considera también MEDIA. Por idéntico motivo al anterior.

9.3.3.4 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:

	CUMPLIMIENTO NORMATIVA VIGENTE	EVALUACIÓN	VELOCIDAD MEDIA DE RECORRIDO	EVALUACIÓN	ESCALABILIDAD DE LA SOLUCIÓN	EVALUACIÓN	EVALUACIÓN GLOBAL
PESOS	30		40		30		
Alt. 1	0 incump / 0 excp.	1	79,44 km/h	0,94	MEDIA	0,5	0,827
Alt. 2	0 incump / 1 excp.	0,975	81,20 km/h	1	MEDIA	0,5	0,843

9.3.4 Indicadores relacionados con la Movilidad

9.3.4.1 Ahorro en tiempo

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. Se valora entre 0 y 1: 0 para el tiempo de recorrido existente en la actualidad y 1 para la alternativa con menor tiempo de recorrido.

El tiempo de recorrido por la infraestructura actual estimado un en el Estudio de la demanda incluido en el Anejo nº 17 para el actual trazado Puerto-Olabeaga de 24 minutos y se obtiene en base a los datos recogidos en el Anejo nº2, Estudio de Conexiones, del Estudio Informativo previo de INECO.

El tiempo de recorrido estimado desde el Puerto hasta el inicio de la Variante es de 6 minutos. Si incrementamos los tiempos de recorrido medio de cada alternativa en esa cantidad y consideramos una valoración de 0 puntos para el tiempo de recorrido actual y de 1 punto para la alternativa más rápida, el resultado de la valoración es:

Alternativa	T recorrido medio	Ahorro tiempo	Valoración
Actual	24 minutos	0	0
Alternativa 1	15m 13 seg	8 min 46 segundos	0,970
Alternativa 2	15m 01 seg	8 min 59 seg	1,000

9.3.4.2 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.

9.3.4.3 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
Actual	0 m	0
Alternativa 1	8.005 m	0,980
Alternativa 2	8.120 m	1,000

9.3.4.4 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:

- Ahorro de tiempo. La alternativa de mayor ahorro de tiempo respecto al itinerario actual obtiene una valoración de 1, mientras el valor 0 correspondería a un ahorro nulo, es decir, al itinerario actual. Para las cuatro alternativas restantes se realiza una interpolación lineal entre dichos valores.
- 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.

PESOS	MOVILIDAD						EVALUACIÓN GLOBAL
	AHORRO EN TIEMPO	EVALUACIÓN	CAPTACIÓN DE TRÁFICOS	EVALUACIÓN	COMPATIBILIDAD CON ALTAS PRESTACIONES	EVALUACIÓN	
	60		20		20		
1	8 min. 46 seg.	0,970	32 trenes	1,000	8.005 m	0,980	0,978
2	8 min. 59 seg.	1,000	32 trenes	1,000	8.120 m	1,000	1,000

9.3.5 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.

9.3.5.1 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.

Alternativa	Ocupación Total	Infraestructura Ferroviaria	% Uso Viario
1	63.354,87	258,17	9,09 %
2	64.764,00	455,25	13,22 %

9.3.5.2 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	% Uso Viario
1	60.501,66	32.959,52	52 %
2	62.329,44	27.380,24	42 %

9.3.5.3 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.

En el tramo inicial ambas alternativas producen igual afección a edificaciones. En ambas se derribaría 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 principal diferencia entre ambas alternativas en lo que a afección a edificaciones se refiere se localiza en el Valle del Kadagua, donde la Alternativa 2 afecta a una cuarta edificación que será necesario derribar. Se trata en este caso de un edificio de viviendas.

La valoración se repartiría igual que en el caso anterior, del máximo 1 en caso de no afección, al 0 para la máxima afección que se produce.

Alternativa	Viviendas ocupadas	Edificaciones industriales con actividad	Valoración
1	0	1	0,5
2	1	1	0

9.3.5.4 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
1	MUY ALTA	1
2	MUY ALTA	1

9.3.5.5 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 obtendrían de puntuar entre 0 y 1 los valores obtenidos en los anteriores apartados para las distintas alternativas:

PESOS	IMPLICACIONES URBANÍSTICAS Y TERRITORIALES								EVALUAC. GLOBAL
	AJUSTE BANDA RESERVA (%)	EVALUACIÓN	AFECCIÓN SUELO URBANO O URBANIZABLE (m2)	EVALUACIÓN	AFECCIÓN A EDIFICACIONES (m2)	EVALUACIÓN	REDUCCIÓN EFECTO BARRERA (m2)	EVALUACIÓN	
	20		20		40		20		
1	9,09 %	0,091	32.959,52	0,000	1	0,500	MUY ALTA	1	0,468
2	13,22%	0,132	27.380,24	0,169	2	0,000	MUY ALTA	1	0,360

9.3.6 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 1	Alternativa 2
Longitud en vía doble electrificada	920.000 euros	924.0000 euros

La dif

erencia 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.

	PRESUP. GLOBAL MANTENIMIENTO (PBL €)	EVALUACIÓN
PESOS	10	
ALT. 1	920.000	1,000
ALT. 2	924.000	0,996

9.3.7 Indicadores de electrificación

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.

	INDICADORES ELECTRIFICACIÓN	EVALUACIÓN
PESOS	10	
ALT. 1	No diferenciable	1,000
ALT. 2	No diferenciable	1,000

9.3.8 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 pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

	ALT. 1 CONSTRUCCIÓN	EVALUACIÓN	ALT. 1 EXPLOTACIÓN	EVALUACIÓN
IMP01	MODERADO	0,75	MODERADO	0,75
IMP02	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP03	NULO	1	COMPATIBLE	0,9
IMP04	MODERADO	0,75	MODERADO	0,75
IMP05	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP06	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP07	MODERADO	0,75	MODERADO	0,75
IMP08	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP09	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP10	MODERADO	0,75	COMPATIBLE	0,9
IMP11	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP12	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP13	MODERADO	0,75	MODERADO	0,75
IMP14	MODERADO	0,75	COMPATIBLE	0,9
IMP15	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP16	MODERADO	0,75	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	MODERADO	0,75	COMPATIBLE	0,9
IMP21	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP22	MODERADO	0,75	COMPATIBLE	0,9
IMP23	SEVERO	0,2	NULO	1
IMP24	SEVERO	0,2	SEVERO	0,2
IMP25	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP26	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP27	MODERADO	0,75	COMPATIBLE	0,9
IMP28	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP29	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP30	NULO	1	NULO	1

	ALT. 2 CONSTRUCCIÓN	EVALUACIÓN	ALT. 2 EXPLOTACIÓN	EVALUACIÓN
IMP01	MODERADO	0,75	MODERADO	0,75
IMP02	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP03	NULO	1	COMPATIBLE	0,9
IMP04	MODERADO	0,75	MODERADO	0,75
IMP05	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP06	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP07	MODERADO	0,75	MODERADO	0,75
IMP08	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP09	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP10	MODERADO	0,75	MODERADO	0,75
IMP11	MODERADO	0,75	MODERADO	0,75
IMP12	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP13	SEVERO	0,2	MODERADO	0,75
IMP14	MODERADO	0,75	COMPATIBLE	0,9
IMP15	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP16	MODERADO	0,75	COMPATIBLE	0,9
IMP17	MODERADO	0,75	COMPATIBLE	0,9
IMP18	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP19	SEVERO	0,2	MODERADO	0,75
IMP20	MODERADO	0,75	COMPATIBLE	0,9
IMP21	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP22	MODERADO	0,75	COMPATIBLE	0,9
IMP23	SEVERO	0,2	NULO	1
IMP24	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP25	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP26	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP27	MODERADO	0,75	COMPATIBLE	0,9
IMP28	COMPATIBLE	0,9	COMPATIBLE	0,9
IMP29	MODERADO	0,75	NULO	1
IMP30	SEVERO	0,2	MODERADO	0,75

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. 1 CONSTRUCCIÓN		EVALUACIÓN N	ALT. 1 EXPLOTACIÓN	
EVALUACIÓN GLOBAL	1.CONSTRUCCIÓN	22,95	1.EXPLOTACIÓN	26,45
			ALTERNATIVA 1	0,823
	2.CONSTRUCCIÓN	21,60	2.EXPLOTACIÓN	26,60
			ALTERNATIVA 2	0,803

9.3.9 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 1	1,000	1,000	0,827	0,978	0,468	1,000	1,000	0,823
ALTERNATIVA 2	0,984	0,983	0,843	1,000	0,360	0,996	1,000	0,803

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

9.4 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
1	1,000	1,000	0,827	0,978	0,468	1,000	1,000	0,823	0,8735
2	0,984	0,983	0,843	1,000	0,360	0,996	1,000	0,803	0,8588

La evaluación obtenida por las distintas alternativas no aporta una clara vencedora del análisis, ya que las **Alternativas 1 y 2** apenas cuentan con una diferencia de valoración entre ellas de 15 milésimas (0,015).

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	0,866
HOLGURA MIN (5% Evaluación media)	0,043
DIFERENCIA ENTRE ALTERNATIVAS	0,015

Es por ello que el resultado del multicriterio no puede considerarse concluyente y, por tanto, habrán de ser los organismos responsables de la infraestructura quienes determinen cuál de las dos opciones resulta óptima en base a todos los factores a tener en cuenta en la decisión; una vez se hayan analizado las alegaciones recibidas tras el proceso de información pública.

10 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"*.

Los contactos mantenidos con las distintas compañías de servicios se incluyen en el Apéndice 16.1 Dado que el presente Estudio Informativo toma como base el anterior Estudio Informativo, se adjunta como apéndice el *Anejo 16. Coordinación con otros organismos* del *"Estudio Informativo del Proyecto de la Variante Sur de Bilbao. Primera fase"*.

Igualmente, se incluyen en el apéndice 16.2 las comunicaciones mantenidas con otros organismos para la redacción del presente Estudio Informativo.

En el Apéndice nº16.3 se recoge la consulta realizada a URA en relación con el cruce bajo el Arroyo Castaños (Galindo) en falso túnel y la respuesta recibida de dicho organismo.

En el Apéndice nº16.4 se recoge 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.

11 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
- Anejo Nº 22. Continuidad de la VSF fase 1 con la línea 726

DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

1. Emplazamiento
2. Planos generales
3. Alternativas estudiadas
4. Secciones tipo y superestructura
5. Túneles
6. Estructuras
7. Viales. Reposición y accesos a obra
8. Salidas de emergencia y zonas de instalaciones auxiliares
9. Reposición de servidumbres y servicios afectados.
10. Drenaje.
11. Expropiaciones
12. 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.

12 Resumen y Conclusiones

El objeto del presente "Estudio Informativo de la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao. Fase 1." es el estudio de distintas opciones de trazado para conectar el Puerto de Bilbao, a través del túnel ejecutado bajo el Monte Serantes, con la red ferroviaria existente en el Barrio de Olabeaga de Bilbao, constituyendo la primera fase de la futura Variante Sur Ferroviaria de Bilbao.

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).

El Estudio tiene como trazado de referencia el trazado diseñado para la "Conexión Olabeaga" en el marco del anterior Estudio Informativo realizado por INECO en 2015 que debe modificarse para adaptarse a las alegaciones recibidas durante el trámite de Información Pública de dicho estudio.

El estudio de posibles alternativas da como resultado dos Alternativas principales que cumplen con la funcionalidad requerida y, además, se adaptan en lo posible a todos los condicionantes existentes. Estas alternativas han sido sometidas a un análisis multicriterio, en el que no se ha incluido la Alternativa 0 (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 escasa diferencia entre la puntuación obtenida por cada una de las alternativas en dicho análisis comparativo hace que el resultado del multicriterio no pueda considerarse concluyente y, por tanto, habrán de ser los organismos responsables de la infraestructura quienes determinen cuál de las dos opciones resulta óptima en base a todos los factores a tener en cuenta en la decisión; una vez se hayan analizado las alegaciones recibidas tras el proceso de información pública