

MEMORIA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO	1	6.2.1 Obras en superficie.....	20
2. ANTECEDENTES.....	1	6.3 Alternativa 2.....	20
2.1 Antecedentes administrativos.....	1	6.3.1 Obras en superficie.....	22
2.2 Antecedentes técnicos.....	2	6.4 Actuaciones comunes en ambas alternativas.....	22
3. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LA ACTUACIÓN	2	6.4.1 Reubicación de la subestación eléctrica y base de mantenimiento de catenaria de ADIF	22
3.1 Justificación de la solución	2	6.4.2 Puntos de evacuación y rescate	23
3.2 Requerimientos funcionales y de diseño.....	2	7. PRINCIPALES ESTUDIOS TEMÁTICOS	23
3.3 Criterios de diseño geométrico	3	7.1 Cartografía y topografía	23
3.4 Cumplimiento de la Orden FOM/3317/2010 sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento.....	4	7.2 Geología y geotecnia.....	24
3.4.1 Alternativas 1 y 2.....	4	7.2.1 Geología	24
3.4.2 Conclusiones	7	7.2.2 Hidrogeología	25
4. RED FERROVIARIA ACTUAL	8	7.2.3 Sismicidad.....	25
4.1 Ámbito del estudio	8	7.2.4 Riesgos geológicos.....	25
4.2 Estación de Zorrotza.....	10	7.2.5 Geotecnia	26
4.3 Trazado ferroviario.....	10	7.2.6 Estructuras	30
4.4 Tráfico ferroviario.....	11	7.2.7 Estudio de materiales.....	32
4.5 Pasos a nivel.....	12	7.3 Climatología, hidrología y drenaje	32
4.6 Señalización.....	12	7.3.1 Climatología.....	32
4.7 Electrificación	13	7.3.2 Hidrología.....	35
4.8 Instalaciones auxiliares: Subestación eléctrica y Base de Mantenimiento de catenaria	15	7.3.3 Drenaje.....	36
5. CONDICIONANTES DE DISEÑO	15	7.4 Estudio funcional.....	38
5.1 Geometría en planta y alzado de la línea actual y orografía de Zorrotza.....	15	7.4.1 Operativa actual de la estación	38
5.2 Densidad de ocupación de suelo por edificaciones residenciales e industriales.....	16	7.4.2 Infraestructura de referencia proyectada.....	38
5.3 Cruces con otras infraestructuras.....	16	7.4.3 Definición del escenario de referencia (tráficos)	39
5.4 Existencia de elementos de patrimonio arquitectónico en el entorno de la actuación	16	7.4.4 Operativa de la estación propuesta.....	39
5.5 Condicionantes funcionales.....	17	7.4.5 Conclusiones	41
5.6 Instalaciones ferroviarias existentes a mantener o reponer.....	17	7.5 Trazado, plataforma y superestructura	41
5.7 Condicionantes geotécnicos.....	17	7.5.1 Trazado.....	41
6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....	18	7.5.2 Estudio de gálibos.....	43
6.1 Alternativa 0.....	18	7.5.3 Plataforma.....	44
6.2 Alternativa 1.....	18	7.5.4 Superestructura.....	45
		7.6 Movimiento de tierras.....	47
		7.7 Estructuras	47
		7.8 Túneles y obras subterráneas.....	48
		7.8.1 Secciones tipo.....	48
		7.8.2 Proceso constructivo	49

7.8.3	Estrategia constructiva	49
7.8.4	Sostenimiento	50
7.8.5	Estudio preliminar de afecciones a edificios y estructuras	54
7.8.6	Tratamientos especiales	55
7.8.7	Impermeabilización y drenaje	56
7.8.8	Puntos singulares	57
7.8.9	Salidas de emergencia	59
7.8.10	Emboquilles	59
7.8.11	Auscultación	60
7.8.12	Seguridad en túneles	63
7.9	Estación de Zorrotza	64
7.9.1	Criterios de diseño	65
7.10	Electrificación	68
7.11	Instalaciones de seguridad y comunicaciones	69
7.11.1	Descripción de las instalaciones actuales	69
7.11.2	Descripción de las instalaciones proyectadas	70
7.12	Obras complementarias	72
7.12.1	Zonas de instalaciones auxiliares	72
7.12.2	Caminos de acceso a obra	72
7.12.3	Supresión de pasos a nivel	73
7.12.4	Reposición de instalaciones ferroviarias: base de mantenimiento de catenaria y subestación eléctrica	73
7.12.5	Demoliciones y levantes	74
7.13	Servicios y servidumbres afectados	74
7.13.1	Red de suministro eléctrico	74
7.13.2	Red de telecomunicaciones	74
7.13.3	Red de gas	74
7.13.4	Red de alumbrado público	75
7.13.5	Red de abastecimiento	75
7.13.6	Red de saneamiento	75
7.14	Proceso constructivo y situaciones provisionales	75
7.14.1	Proceso constructivo	75
7.14.2	Situaciones provisionales	77
7.15	Planeamiento urbanístico y ocupaciones	77
7.15.1	Planeamiento urbanístico	77
7.15.2	Ocupaciones	78

7.16	Expropiaciones	78
8.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	79
8.1	Inventario ambiental	80
8.1.1	Ámbito de estudio	80
8.1.2	Características principales	80
8.2	Identificación, caracterización y valoración de impactos	82
8.2.1	Identificación de impactos	83
8.2.2	Caracterización y valoración de los impactos	88
8.3	Propuesta de medidas preventivas y correctoras	92
8.3.1	Medidas en fase de diseño	92
8.3.2	Medidas protectoras y correctoras en fase de construcción	93
8.3.3	Medidas protectoras y correctoras en fase de explotación	93
8.4	Programa de vigilancia ambiental	94
8.4.1	Responsabilidad del seguimiento:	94
8.4.2	Metodología de seguimiento	94
8.4.3	Aspectos e indicadores de seguimiento en fase de obra	94
8.4.4	Aspectos e indicadores de seguimiento en fase de explotación	95
8.4.5	Informes	95
8.5	Presupuesto de integración ambiental	96
9.	VALORACIÓN ECONÓMICA	97
9.1	Alternativa 1	97
9.2	Alternativa 2	97
10.	ANÁLISIS MULTICRITERIO	98
10.1	Metodología del análisis multicriterio	98
10.1.1	Criterios	98
10.1.2	Análisis y resultados	98
10.2	Conclusiones del análisis	98
11.	DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ESTUDIO	99
12.	RESUMEN Y CONCLUSIONES	101

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

La línea de ancho métrico 08-780-Santander-Bilbao La Concordia atraviesa en superficie el barrio de Zorrotza en el término municipal de Bilbao, dividiéndolo físicamente, y concentrando la permeabilidad transversal en **dos pasos a nivel urbanos**. Por uno de ellos (P.K. 113+088 según kilometración antigua y P.K. 644+160 según nueva kilometración) discurre la carretera BI-3742, la cual tiene una alta IMD. Está situado en pleno casco urbano, bajo el viaducto de la autopista A-8 y cerca de dos colegios, en una zona muy transitada. Por tanto, no sólo supone un riesgo, sino que provoca importantes afecciones al tráfico y ralentiza el servicio de autobuses. El segundo paso a nivel (P.K. 112+856 según kilometración antigua y P.K. 643+926 según nueva kilometración) es cruzado por el camino de Zorrozoiti, de menor tráfico rodado y peatonal que el anterior.

Junto al primer paso a nivel, se encuentra situada la **estación de ADIF RAM (antigua FEVE) de Zorrotza**, en alineación curva de radio 278 metros. La estación dispone de dos andenes laterales: andén nº1 de 101 m de longitud y andén nº2 de 84 m de longitud, andenes a los cuales se accede a través del propio paso a nivel.

El objeto del presente Estudio Informativo es analizar las alternativas de trazado que permiten mejorar la seguridad mediante la supresión de los pasos a nivel de Zorrotza y Zorrozoiti y la integración ferroviaria (permeabilización transversal del Barrio de Zorrotza).

2. ANTECEDENTES

2.1 Antecedentes administrativos

En los últimos años se ha venido trabajando en varios estudios para suprimir los dos pasos a nivel de Zorrotza y Zorrozoiti.

Como continuación a los estudios precedentes, el 23 de enero de 2019 se suscribió el *Protocolo de Colaboración entre el Ministerio de Fomento, el Ayuntamiento de Bilbao y el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias para la integración del ferrocarril en Zorrotza*.

En base a este protocolo, el 1 de octubre de 2019 el Ministerio de Fomento adjudicó a Saitec el *Contrato de Servicios para la redacción del "Estudio Informativo para la integración urbana del ferrocarril en Zorrotza"*.

Más adelante, el 14 de julio de 2021, fue suscrito el **Convenio** entre el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, el Ayuntamiento de Bilbao y el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias Adif para la integración del ferrocarril en Zorrotza. Las actuaciones contempladas en dicho Convenio, entre otras, son las siguientes:

- 1. Un nuevo trazado ferroviario subterráneo de ancho métrico con una longitud aproximada de 1.933 metros (incluyendo la longitud de rampas y tramos de acceso) a su paso bajo la zona de Zazpilanda, por el centro del barrio de Zorrotza, suprimiendo con ello los dos pasos a nivel existentes en Zorrozoiti y Zorrotza, en los PPKK 643/926 y 644/180 de la línea RFIG 08-780 de la Red de ancho métrico Santander-Bilbao La Concordia.
- 2. Construcción de una nueva estación subterránea a la altura del barrio de Zorrotza.

Fruto del contrato firmado entre Saitec y el entonces Ministerio de Fomento, Saitec redacta en Noviembre de 2021 un **Estudio de Alternativas** en el que se analizan diferentes soluciones de integración urbana del ferrocarril a su paso por Zorrotza para suprimir los dos pasos a nivel existentes en el núcleo urbano.

En base a lo acordado en el citado convenio, las alternativas evaluadas en el Estudio de Alternativas de Noviembre de 2021 que cumplen con lo en él convenido (nuevo trazado subterráneo y una nueva estación subterránea), son las denominadas 1, 1A, 1B, 3 y 3A. De todas ellas, el Ayuntamiento de Bilbao ha mostrado su preferencia por dos de ellas: 1A y 3A, justificando su elección en que el tráfico de mercancías se segrega del de viajeros a su paso por la Estación, si bien, el Ayuntamiento también ha manifestado su preferencia por que la vía de mercancías discurra por un lateral, permitiendo en la estación futura la perspectiva de los dos andenes, asimilándola a una funcionalidad más acorde al resto de estaciones de transporte público ferroviario, y mejorando su confortabilidad.

En relación con la Subestación Eléctrica y la Base de Mantenimiento existentes en Zorrotza, si bien el Convenio no concreta las actuaciones acordadas en esta materia, el Ayuntamiento de Bilbao ha manifestado su preferencia por que ambas instalaciones sean trasladadas de su emplazamiento actual, y que sean reubicadas en la zona de Santa Águeda (parcela 3 propuesta en el Estudio de Alternativas de Noviembre de 2021).

Finalmente, y teniendo en cuenta lo firmado en el Convenio de julio de 2021 y las preferencias del Ayuntamiento de Bilbao, se desarrollan las alternativas contempladas en el presente Estudio Informativo.

En el Apéndice 1 y 2 del “Anejo Nº 1: Antecedentes” se adjunta el protocolo y convenio suscritos entre los diferentes organismos, y en el Apéndice 3 del citado documento el Estudio de Alternativas realizado por Saitec en Noviembre de 2021.

2.2 Antecedentes técnicos

Los principales antecedentes técnicos del presente estudio de alternativas son los siguientes, por orden cronológico:

- Estudio de Viabilidad Técnico-Económica para la Supresión de los Pasos a Nivel de FEVE en Zorroza, de fecha Octubre de 2001, desarrollado por TYPESA para Bilbao Ría 2000.
- DECRETO 34/2005, de 22 de febrero, por el que se aprueba definitivamente la Modificación del Plan Territorial Sectorial de la Red Ferroviaria en la Comunidad Autónoma del País Vasco, relativa a la ordenación ferroviaria en el área del Bilbao Metropolitano y otros municipios.
- Anteproyecto Variante de Kobetas realizado en 2006 por Tyspa para Bilbao Ria2000.
- Estudio Informativo del Proyecto de Construcción para la supresión del paso a nivel del tramo Santander-Basurto en la red FEVE, PK 644+160 en Zorrotza, Bilbao (Vizcaya), realizado por Eptisa en Diciembre de 2008.
- Estudio de Alternativas para supresión del Paso a Nivel de Zorrotza (Vizcaya) realizado por la consultora Impulso en 2010.
- Estudio de Viabilidad de la supresión del Paso a Nivel de Zorrotza, realizado por Ineco en Abril de 2011.
- Estudio Funcional de la Red Ferroviaria de Bilbao y su entorno, realizado por Ineco en Junio de 2016.
- Estudio de Alternativas para la supresión de los pasos a Nivel Ubicados en los PP.KK 643/926 y 644/160 de la Línea Ferrol-Bilbao (RAM), en Zorroza (Vizcaya), realizado por la consultora LKS, en Mayo de 2017.
- Estudio de Viabilidad constructiva y valoración económica para la supresión de los PP/NN PP.KK. 643/926 y 644/160 y soterramiento de la línea RAM Ferrol-Bilbao en Zorrotza (Vizcaya), realizado por Ineco en Febrero de 2018.

3. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DE LA ACTUACIÓN

3.1 Justificación de la solución

Las actuaciones que se desarrollan en este estudio están contempladas en el Convenio suscrito el 14 de julio de 2021 entre el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, el Ayuntamiento de Bilbao y el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias Adif para la integración del ferrocarril en Zorrotza.

Las alternativas de trazado que se contemplan en este estudio permiten la supresión de los pasos a nivel de Zorrotza y Zorrozoiti y la integración ferroviaria (permeabilización transversal del Barrio de Zorrotza). Además, en el nuevo tramo soterrado se diseña una nueva estación subterránea para mantener el servicio en este barrio de Bilbao.

3.2 Requerimientos funcionales y de diseño

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

- Se diseña para tráfico mixto, de manera que pueda soportar tanto tráfico de viajeros como de mercancías. En este sentido se ha establecido el criterio de segregar el tráfico de mercancías del de viajeros a su paso por la Estación y discurriendo además por un lateral, teniendo en cuenta la preferencia declarada por el Ayuntamiento de Bilbao.
- El trazado ha de conectar con una línea de ferrocarril existente, que cuenta con un trazado en planta en forma de herradura y en alzado con una gran pendiente (18 milésimas).
- La zona de estudio cuenta con una gran densidad de edificaciones, siendo necesario evitar la ejecución de túneles con monteras reducidas bajo edificios, buscando en lo posible pasillos en planta y alzado de mínima afección.
- El terreno ofrece una orografía netamente montañosa con la presencia de numerosas viviendas en superficie. Esto ha obligado a que la nueva estación subterránea se diseñe en caverna y que los accesos a la misma se realicen mediante cañones, con salidas en superficie que eviten la afección a edificaciones.
- Con el objetivo de minimizar la ocupación de los terraplenes y desmontes, e integrar adecuadamente la plataforma, se colocarán muros convenientemente.
- Los emboquilles del túnel 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.

3.3 Criterios de diseño geométrico

La normativa de referencia para el diseño del trazado de una línea de ancho métrico es la siguiente:

- La Norma NFI VIA 002 de FEVE (1999).
- La Norma NFI ANDENES 002 de FEVE (1999).
- La norma NAP 1-2-1.0 "METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DEL TRAZADO FERROVIARIO" de ADIF (1ª edición de enero de 2021).

En base a esto, los parámetros de diseño del trazado considerados son los siguientes:

PARÁMETROS DEL TRAZADO EN PLANTA

NORMA	PARÁMETRO	VALOR
NAP 1-2-1.0	Máximo peralte	90 mm
	Aceleración sin compensar	0,65 m/s ⁵
	Exceso de peralte	60 mm
	Insuficiencia de peralte	70 mm
	Variación de peralte con el tiempo	35 mm/s
	Variación de la insuficiencia con el tiempo	40 mm/s
	Variación de la aceleración sin compensar con el tiempo	0,36 m/s ³
	Variación del peralte respecto a la longitud	2 mm/m
	Long mínima alineaciones de curvatura constante	V/3 (nunca inferior a 20 m)
NFI VIA 002	Radio mínimo	200 (referencia)-100 (normal)
	Tangente desvíos vía general	0,11
	V máxima	100 km/h (para R>500 m)

PARÁMETROS DEL TRAZADO EN ALZADO

NORMA	PARÁMETRO	VALOR
NAP 1-2-1.0	Pendiente máxima	12,5 ‰ (referencia) 15,0 ‰ (normal y excepcional)
	Kv mínimo	0,35 V ² (min 2.000)
	Aceleración en acuerdos verticales	0,22 m/s ²
	Longitud mínima acuerdos verticales	20 m
	Longitud mínima rasante uniforme	V/2 (nunca inferior a 20 m)

En las tablas anteriores, los valores que se incluyen de la norma NAP 1-2-1.0 son los correspondientes a los valores límites de referencia.

Además del cumplimiento de los parámetros que exige la normativa, para el diseño geométrico del trazado se han seguido las siguientes premisas:

- Se adopta una kilometración relativa para todas las vías diseñadas, comenzando cada eje en el P.K. 0+000.
- Los desvíos diseñados se han de ubicar en tramo recto en planta y en pendiente uniforme en alzado
- La velocidad de diseño de todas las vías se fija en coherencia con la proximidad de la estación (punto de parada para trenes de viajeros) y con la velocidad de paso de las curvas colaterales existentes. Además, la presencia de aparatos de vía condiciona dicha velocidad, no tanto por vía directa, como sí por desviada. De igual modo, para la vía de acceso a la Base de Mantenimiento de catenaria se adoptan velocidades bajas, condicionada por el desvío de acceso a esta vía.
- Con carácter general se emplean curvas de transición (clotoides) entre alineaciones rectas y curvas donde establecer el peralte, puesto que se opta por peraltar todas y cada una de las curvas de vía general.
- La vía de acceso a la Base de Mantenimiento de catenaria no se peralta y por lo tanto no precisa clotoides de transición, siendo posible por la reducida velocidad de paso. En las curvas no peraltadas se tendrá en consideración la variación brusca de la insuficiencia de peralte.
- Para la instalación de los aparatos de vía, según consta en los esquemas constructivos de los fabricantes especializados, se requiere una reserva de espacio en la zona del talón que corresponde con las traviesas comunes a las vías directa y desviada.

- Por labores de mantenimiento, entre dos aparatos de vía consecutivos (en este estudio se da el caso entre junta de contraaguja y talón) debe instalarse un tramo recto con una longitud mínima de 6,0 metros.
- Los andenes contarán con una longitud útil de 100 metros, los cuales deberán estar en recta. Esta longitud permite el estacionamiento de trenes de viajeros de las series 524/527 de Renfe (media distancia) y de la serie 436 de Renfe (cercanías) en doble composición.

3.4 Cumplimiento de la Orden FOM/3317/2010 sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento

Con fecha 23 de diciembre de 2010 se publica en el B.O.E. Núm 311 la “Orden FOM/3317/2010”, de 17 de diciembre, por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del Ministerio de Fomento.

A continuación se incluye el cumplimiento de la Orden FOM/3317/2010 para las dos alternativas de trazado que se plantean en el presente Estudio Informativo.

3.4.1 Alternativas 1 y 2

CAPÍTULO 1: Estudios y proyectos de infraestructuras ferroviarias

Artículo 1. Estudios informativos.

1. En los Estudios Informativos que se redacten de conformidad con el artículo 9 del Reglamento del Sector Ferroviario, se optimizarán los trazados minimizando los costes de las alternativas que cumplan los requisitos funcionales y medioambientales exigibles. Se podrán particularizar los parámetros de diseño al entorno en los tramos medioambientalmente sensibles o de difícil orografía.

En el Estudio Informativo se han optimizado los trazados mediante el empleo de los parámetros máximos compatibles con la funcionalidad requerida, a fin de minimizar las afecciones al medio ambiente y la inversión necesaria.

2. El Estudio Informativo contendrá un estudio funcional del tramo o línea que determine las características principales de la misma, fijando las distancias entre los apartaderos, estaciones y puntos de banalización, sus características y su equipamiento. En cualquier caso, la distancia entre las diferentes instalaciones citadas se fijará en los Estudios Informativos teniendo en cuenta el tipo de tráfico existente en la línea (exclusivo de viajeros o mixto) y las mallas de tráfico que se

correspondan con una hipótesis de explotación real, en los distintos escenarios representativos que se vayan a producir durante el periodo de explotación.

Las actuaciones previstas se centran en el ámbito de la Estación de Zorrotza, por lo que este no cuenta con suficiente longitud como para atender a este punto de la Orden FOM de eficiencia.

“Artículo 2. Proyectos de Construcción y Básicos.

1. En los Proyectos de Construcción y Básicos que se redacten, de conformidad con los artículos 11 y 12 del Reglamento del Sector Ferroviario, se comprobará que se ha cumplido todo lo prescrito en el artículo 1.

El autor del proyecto elaborará un informe al respecto, que indique de forma motivada las modificaciones del trazado que, en su caso, se hayan producido en el Proyecto respecto al Estudio Informativo.”

No aplica al tratarse de un Estudio Informativo.

“2. No se realizarán obras de integración urbana salvo que estén regidas por un Convenio específico, en cuyo caso se atenderá estrictamente a las condiciones económicas y técnicas que en éste se reflejen, y siempre en el marco de estos criterios generales de economía y eficiencia. Las soluciones deberán ser acordes a las condiciones económicas y de financiación reflejadas en los acuerdos entre Administraciones.”

No aplica al tratarse de un Estudio Informativo.

“3. Con carácter general podrán admitirse modificaciones en los proyectos con relación a los Estudios Informativos, a propuesta de las Administraciones Territoriales, cuando no contradigan los criterios generales de sostenibilidad, economía y eficiencia de esta orden y la Administración proponente asuma el sobrecoste derivado de su propuesta.”

No aplica al tratarse de un Estudio Informativo.

“4. El autor de cada proyecto deberá presentar al Centro Directivo correspondiente, antes de la aprobación del mismo, una certificación en la que reconozca cumplir las instrucciones y parámetros que se recogen en la presente Orden Ministerial.”

No aplica al tratarse de un Estudio Informativo.

Artículo 3. Criterios de eficiencia.

1. El trazado de los ferrocarriles, que se seguirá guiando por la normativa técnica en la materia, tendrá en cuenta las siguientes consideraciones para incrementar la eficiencia de la infraestructura:

a) La longitud de las estructuras proyectadas deberá ser la mínima compatible con la Declaración de Impacto Ambiental y con el obstáculo a salvar. Salvo excepciones debidamente justificadas, las estructuras corresponderán a tipologías normalizadas, que se seleccionarán en función de su coste, funcionalidad y facilidad de mantenimiento de la propia estructura y del ferrocarril. Además, la tipología de la estructura deberá ser, dentro de las recomendadas por las instrucciones internas de cada Organismo, la de coste mínimo posible, considerando construcción y conservación, que resuelva los condicionantes existentes.”

En el presente Estudio las únicas estructuras diseñadas son muros, no siendo por tanto de aplicación este apartado. No obstante, la longitud de los muros cuentan con la mínima longitud para evitar la afección requerida y se han adoptado tipologías habituales en líneas de ferrocarril.

b) Únicamente se proyectarán los túneles estrictamente necesarios, vinculando su longitud exclusivamente a los aspectos técnicos inherentes a cada caso. En fase de proyecto, no se dispondrán nuevos túneles o túneles artificiales no previstos en el Estudio Informativo y en la Declaración de Impacto Ambiental, salvo autorización expresa del Director General de Infraestructuras Ferroviarias, Presidente de ADIF o FEVE, previo informe técnico justificativo de su necesidad.

Los túneles proyectados son los estrictamente necesarios desde un punto de vista técnico y cuando la altura de la montera así lo exige.

c) Los túneles bitubo se considerarán singulares y precisarán de un informe justificativo del autor del proyecto sobre aspectos técnicos, aerodinámicos o de seguridad y económicos, donde se compare con la solución en túnel monotubo, previo al sometimiento del mismo a la autorización expresa por parte del Director General de Infraestructuras Ferroviarias, Presidente de ADIF o FEVE.

No aplica al no diseñarse túneles bitubo en el presente Estudio Informativo.

“d) Sólo se proyectarán desvíos de servicios que intercepten con la explanación de las obras o con el gálibo de explotación, no realizándose actuación alguna sobre aquellos servicios que afecten a las zonas de dominio público, servidumbre o afección.”

Se ha proyectado y valorado únicamente la reposición de aquellos servicios directamente afectados por la plataforma.

“2. Se normalizará el diseño de la sección transversal de la plataforma, con criterios de economía de construcción, funcionalidad y principalmente de durabilidad y facilidad de mantenimiento de la misma.”

El diseño de la sección transversal es el habitual de los proyectos de Plataforma, que a su vez garantizan el cumplimiento de las Especificaciones Técnicas de Interoperabilidad que se requieren en la Red Ferroviaria; dicho diseño garantiza, de acuerdo con la experiencia, su durabilidad y facilidad de mantenimiento, además de estar implícitas en el mismo la economía de construcción y la funcionalidad.

“3. Durante la fase de redacción de los proyectos funcionales se realizará un análisis específico con los distintos escenarios de explotación previsible, contemplando la hipótesis de puesta en servicio de una vía en primera fase y de la segunda vía en fases posteriores, para optimizar la inversión y asegurar la viabilidad de ampliación de las instalaciones hasta la situación final. Este análisis se realizará para el diseño de los subsistemas vía, energía e instalaciones de señalización y control del tráfico y atenderá a criterios de sostenibilidad que consideren el coste de vida útil del activo.

Este apartado no se refiere a la fase actual de estudio Informativo.

“4. Los estudios de dimensionamiento energético se realizarán considerando el tráfico real previsto en los diferentes escenarios de explotación. Se diseñarán las subestaciones eléctricas de tracción y sus centros de autotransformación, en su caso, para que sean evolutivas, y deberá proyectarse inicialmente lo que se haya de ejecutar para la primera fase.

Debido a que la subestación de Zorrotza actual queda fuera de servicio por el nuevo trazado previsto, en el presente estudio se propone la ejecución de una nueva subestación en una parcela próxima al apeadero de Santa Águeda, entre la línea de ferrocarril y la carretera BI-3742. Las necesidades de potencia de la nueva subestación de Zorroza no se ven afectadas por el desplazamiento previsto, ya que la actuación no contempla el aumento de las circulaciones actuales.

“5. Se diseñarán los sistemas de señalización en las futuras líneas, de modo que coexista un sistema de referencia con otro de respaldo.

Este artículo no es de aplicación al presente Estudio Informativo puesto que este no desarrolla una nueva línea ferroviaria.

“6. Se revisarán y optimizarán los criterios de dimensionamiento, construcción y mantenimiento de las instalaciones de protección civil, ajustándose estrictamente a la normativa vigente.

Las instalaciones de seguridad incluidas en el presente Estudio Informativo son las que marca la normativa vigente.

“7. El diseño de estaciones estará orientado a priorizar su sostenibilidad social, económica y ambiental. Se prestará especial atención a los elementos que se indican a continuación:

a) El diseño de vías y andenes será objeto de un estudio funcional, integrado si es posible en el de la línea, que optimice su dimensión en función del volumen y tipología del tráfico estimado en los estudios de demanda. La longitud y anchura de andenes se justificará caso por caso.”

En el “Anejo nº 5: Estudio funcional” del presente Estudio Informativo se ha realizado un estudio funcional de las alternativas propuestas para la configuración de vías y andenes de la actuación.

“b) El entreeje entre vía general y de apartado en ausencia de andén intermedio se ajustará al mínimo posible, teniendo en cuenta las soluciones de drenaje y de electrificación, y en función de la máxima velocidad de circulación permitida en la vía general.”

En el presente Estudio Informativo se han considerado los entreejes normalizados.

“c) El dimensionamiento de los edificios, accesos viarios y estacionamientos partirá en cada estación del volumen y tipología de los viajeros estimados en los estudios de demanda, evitando el sobredimensionamiento, pero facilitando el crecimiento modular en el futuro si lo exige la variación de la demanda.”

La estación incluida en el presente Estudio Informativo es un diseño básico realizado a efectos de tener una reserva de suelo y un coste de la misma; en posteriores fases de desarrollo de la actuación se atenderá este punto de la Orden FOM.

“d) Se prestará atención especial al diseño bioclimático y a la aplicación de medidas de eficiencia energética.”

Este artículo excede el nivel de detalle del presente Estudio Informativo.

“e) Para los acabados interiores y exteriores de las estaciones se utilizarán materiales habituales en edificación, evitando el uso de materiales derivados de diseños singulares.”

Este artículo excede el nivel de detalle del presente Estudio Informativo.

“Anexo 1 Parámetros de eficiencia para los estudios y proyectos de infraestructuras ferroviarias”

“1. El presupuesto de todos los proyectos de construcción tanto de plataforma ferroviaria como de estaciones, vía, energía, catenaria y otros subsistemas, que se redacten por parte de los órganos dependientes del Ministerio de Fomento deberá ser, como máximo, el previsto en la orden de estudio, o en la correspondiente solicitud de inicio de expediente.

Este punto no es de aplicación al tratarse de un Estudio Informativo.

“2. El coste de la plataforma de las nuevas líneas de alta velocidad se enmarcará en los siguientes parámetros:

Plataforma de nuevas líneas de alta velocidad. Coste de ejecución material (M€/km)

Tipo de terreno	Orografía llana		Orografía ondulada		Orografía accidentada o muy accidentada	
Tipo 1	2,00	4,00	4,00	8,00	8,00	12,00
Tipo 2	4,00	8,00	8,00	12,00	12,00	16,00

Tipos de terreno, según características geológico-geotécnicas:

Tipo 1: Sin riesgos geológico-geotécnicos aparentes.

Tipo 2: Con potenciales riesgos geológico – geotécnicos (suelos blandos, expansivos, colapsables, inestabilidades de ladera, macizos fuertemente tectonizados, afecciones hidrogeológicas...).

Los costes incluyen: obras de plataforma; reposición de servicios afectados; coste estimado de las asistencias técnicas (5% para redacción de estudios y proyectos, control de obra y dirección ambiental) y 1% cultural.

Están excluidos los costes correspondientes a: integraciones urbanas, grandes túneles de base y túneles bitubo en general.”

El presente Estudio Informativo no incluye plataforma de alta velocidad, por lo que este punto no es de aplicación.

“3. El coste de la vía e instalaciones para nuevas líneas ferroviarias o tramos de longitud suficiente se enmarcará en los siguientes ratios:

Coste de ejecución material de vía e instalaciones (M€/km)

Elemento	Mínimo	Máximo
Vía	1,10	1,35
Energía	0,50	0,70
Señalización y comunicaciones fijas y móviles	1,00	1,25

Los costes incluyen: obras; reposición de servicios afectados y coste estimado de las asistencias técnicas (para redacción de estudios y proyectos, control de obra y dirección ambiental). En el caso de la vía, se incluyen los materiales, montaje, tracción y amolado.

El coste de energía excluye las posibles líneas de acometida que sea necesario ejecutar para alimentar las subestaciones eléctricas.

El precio de vía no incluye la posible imputación correspondiente a las bases de montaje y mantenimiento.

El presente Estudio Informativo no se considera tramo de longitud suficiente como para que este punto sea de aplicación.

“4. Los precios unitarios de las unidades de obra utilizadas en los proyectos de plataforma ferroviaria, vía, energía, instalaciones de señalización y control de tráfico, telecomunicaciones y otros subsistemas, como las instalaciones de protección civil y seguridad corresponderán, como máximo, a los recogidos en las bases y cuadros de precios de referencia y actualizados anualmente. La utilización de unidades de obra no recogidas en las bases y cuadros anteriores deberá ser justificada por el autor del proyecto, con la conformidad del representante de la administración, ADIF o FEVE.”

Los macroprecios utilizados para la evaluación económica de las actuaciones han sido obtenidos a partir de la base de precios de Adif, por ser la base actualmente utilizada en los proyectos de plataforma y a partir de proyectos redactados para el Ministerio de Fomento.

“5. El coste por unidad de superficie de tablero en estructura longitudinal a la traza, en ejecución material, estará comprendido entre 800 y 2500 €/m² en función del tipo de terreno y cimentación según se indica en el cuadro siguiente. Para que pueda aprobarse una estructura por importe unitario superior al establecido, se requerirá, previo informe técnico justificativo de su necesidad, una autorización expresa por parte del Director General de Infraestructuras ferroviarias, Presidente de ADIF o FEVE.”

Coste por unidad de superficie de viaducto Coste de ejecución material (€/m²)

Orografía llana				Orografía ondulada				Orografía accidentada o muy accidentada			
Cimentación profunda		Cimentación directa		Cimentación profunda		Cimentación directa		Cimentación profunda		Cimentación directa	
2.100	2.300	800	1.100	2.200	2.400	1.100	1.400	2.300	2.500	1.400	1.700

En el presente Estudio Informativo no se diseña ningún viaducto, por lo que este artículo no es de aplicación.

“6. De entre todas las posibilidades que existan para cumplir la Declaración de Impacto Ambiental, se incluirá en el proyecto aquella que suponga el mínimo coste posible. Se dejará en el proyecto constancia explícita de la inversión motivada por cuestiones ambientales, bajo el epígrafe «coste ambiental». Se justificarán de forma expresa, valores del coste ambiental superiores al 15% del presupuesto total del proyecto.”

No aplica al tratarse de un Estudio Informativo y no tener Declaración de Impacto Ambiental. No obstante, se ha calculado el coste ambiental del Estudio Informativo, el cual es el resultado de sumar el coste de las medidas específicas de corrección y prevención de impactos a la valoración estimada de todos aquellos elementos de las obras cuya justificación es exclusivamente medioambiental.

El coste ambiental del estudio asciende a 1.877.175,80 € para la alternativa 1 y 1.861.485,71 € para la alternativa 2, lo que representan un 2,32 % y 2,29 % del total del proyecto respectivamente. No necesita por tanto de una justificación expresa al ser inferior al 15%.

“7. Se instalará vía en placa en todos los túneles de más de 1.500 m de longitud, siempre que no existan otras circunstancias que puedan desaconsejar ese tipo de vía. En esos casos, así como en aquellos trayectos en que la sucesión de túneles y viaductos alcance esa longitud, en los túneles entre 500 y 1.500 m, o cuando otras consideraciones así lo aconsejen, para adoptar la decisión entre vía en placa o vía en balasto se realizará un estudio técnico-económico, que incluya el tipo de tráfico, las condiciones y costes de construcción, explotación y mantenimiento y el coste asociado a la transición placa- balasto.”

El presente Estudio Informativo desarrolla una estación soterrada, por lo que este punto no es de aplicación.

“8. Se establece un coste unitario, en ejecución material, de actuación en nuevas estaciones en superficie, incluyendo edificio, sistemas de información, equipamiento interno y mobiliario, comunicaciones con andenes, aparcamiento, accesos viarios e instalaciones anexas comprendido entre 300 a 600 €/m². En el caso de darse ratios mayores deberán autorizarse expresamente, previo informe técnico justificativo, por el Director General de Infraestructuras Ferroviarias, el Presidente de ADIF o FEVE.”

No es de aplicación. El presente Estudio Informativo no incluye edificio de viajeros en superficie.

3.4.2 Conclusiones

Las actuaciones recogidas en el presente Estudio Informativo correspondientes a las Alternativas 1 y 2 cumplen con las indicaciones recogidas en la Orden Ministerial FOM/3317/2010 que aprueba la Instrucción sobre medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias.

4. RED FERROVIARIA ACTUAL

4.1 Ámbito del estudio

Zorrotza es un barrio de Bilbao que se encuentra en el extremo oeste de la ciudad, situado entre Basurto y el río Cadagua, el cual hace de frontera natural entre el término municipal de Bilbao y Barakaldo. Así mismo el barrio se encuentra junto a la desembocadura del río Cadagua en el río Nervión-Ibaizabal.

Zorrotza se encuentra bastante constreñido, al ser atravesado por infraestructuras de transporte como la Autopista A-8 y dos líneas de ferrocarril, y estar delimitado por los dos cursos de agua antes citados. Por un lado, la ría del Nervión separa a Zorrotza del barrio de Zorrozaurre y por otro lado, el barrio está separado de Basurto por la Autopista A-8 y la línea de ancho métrico Santander-Bilbao La Concordia.

En este barrio residen 11.540 habitantes. El barrio de Zorrotza está dividido a su vez en tres zonas, separadas físicamente por barreras arquitectónicas e infraestructuras:

- **Siete campas:** Es la parte del barrio que se encarama en la falda del monte Cobetas. Está delimitado por la autopista A8 y la línea de ancho métrico Santander-Bilbao La Concordia, que lo separan del resto del barrio. Es una zona residencial, básicamente formada en su mayor parte por bloques de viviendas sin comercios en sus bajos y con algunas zonas ajardinadas. Cuenta con los dos colegios de educación primaria del barrio. Según datos censales, en esta zona residen unos 4.000 habitantes.
- **Zorrotza:** Es el centro que dio nombre al conjunto del barrio. Cuenta con las dos arterias principales del mismo: La carretera Zorrotza-Kastrexana y la calle Fray Juan. Es la parte mejor comunicada al contar con dos estaciones de ferrocarril además de las paradas de autobús. Cuenta con el instituto de educación secundaria, el mercado de las galerías omega, el ambulatorio, el parque del ferial, la mayor parte de las sedes de los bancos, el polideportivo, la biblioteca municipal y supermercados.
- **La base - El puntal:** Esta zona está alejada del ámbito de este estudio. Es la zona más degradada del barrio, separada físicamente del resto por la línea de Cercanías C-1 y C-2.

En la imagen adjunta se representan las tres zonas del barrio citadas (Siete Campas en verde, Zorrotza en marrón y Base-El Puntal en azul) y las infraestructuras de transporte existentes (línea de ancho métrico en azul claro).



Zonas del Barrio de Zorrotza

Zorrotza cuenta con **dos estaciones** de viajeros: una en la línea de ancho métrico Santander-Bilbao La Concordia y otra en la línea de Cercanías C-1 y C-2.

Estas dos estaciones distan 550 metros entre sí. En la estación de ancho métrico tienen parada 63 trenes diarios no cadenciados entre ambos sentidos, mientras que en la estación de Cercanías de C-1 y C-2 lo hacen 180 trenes diarios, cada 10 minutos en horas punta y cada 15 en horas valle. La cifra obtenida de viajeros subidos más bajados diarios en la estación de ancho métrico es de 294 viajeros /día mientras que en la de Cercanías esta cifra es de 2.464 viajeros/día.

La **estación de ADIF de ancho métrico de Zorrotza** es servida por trenes de Cercanías que operan entre Bilbao y Balmaseda y por trenes de Media Distancia hacia Santander y León con varias circulaciones a lo largo del día, tal y como se muestra en el siguiente esquema.



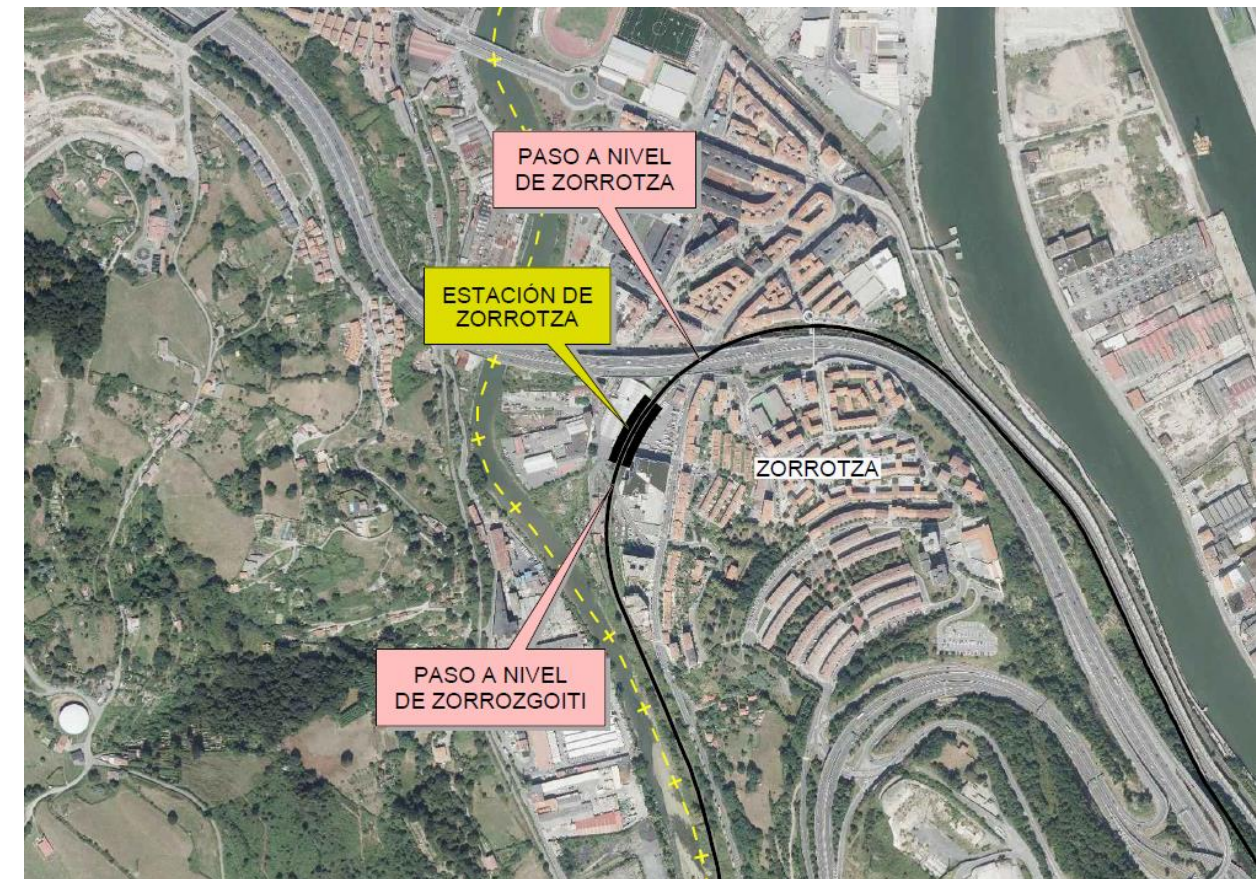
Red de Estaciones de ADIF RAM

La demanda media diaria (**viajeros subidos+bajados diarios**) en la Estación de Zorrotza y en las Estaciones más próximas de la misma línea (Basurto, Santa Águeda y Kastrexana) se resume en la siguiente tabla. Los datos corresponden al aforo realizado por Renfe en 2018:

ESTACIÓN	BILBAO - BALMASEDA		BALMASEDA - BILBAO	
	suben	bajan	suben	bajan
Basurto	4	186	116	11
Zorrotza Zorrozoiti	64	67	90	73
Santa Águeda	4	0	0	6
Kastrexana	7	3	1	4

Viajeros diarios subidos y bajados por sentido

La línea de ancho métrico 08-780-Santander-Bilbao La concordia atraviesa en superficie el barrio de Zorrotza, dividiéndolo físicamente, y concentrando la permeabilidad transversal en **dos pasos a nivel urbanos**.



Pasos a nivel de Zorrotza y Zorrozoiti

Por el **paso a nivel de Zorrotza** (P.K. 113+088 y P.K. 644+160 según nueva kilometración), situado junto a la estación de FEVE de Zorrotza, discurre la carretera BI-3742. Está situado en pleno casco urbano, bajo el viaducto de la autopista A-8 y cerca de dos colegios, en una zona muy transitada. Por tanto, no sólo supone un riesgo, sino que provoca importantes afecciones al tráfico y ralentiza el servicio de autobuses. El tráfico soportado por el paso es de 60 trenes y 2.006 vehículos según datos de ADIF de 2018 (AxT=120.360). El paso a nivel es de clase C. El acceso peatonal a la estación de Zorrotza y el paso entre andenes se realiza por el propio paso a nivel.

Por el **paso a nivel de Zorrozoiti** (P.K. 112+856 y P.K. 643+926 según nueva kilometración) cruza el camino del mismo nombre. El tráfico soportado por el paso es de 60 trenes y 1294 vehículos según datos de ADIF de 2018 (AxT=77.640). El paso a nivel es de clase C.

En este tramo, la línea presenta vía doble electrificada con tráfico mixto, de viajeros (63 trenes diarios entre ambos sentidos) y mercancías (4 trenes diarios de mercancías entre ambos sentidos). El trazado ferroviario consta en este tramo de una curva circular de 278 m de radio, con una velocidad de circulación que se establece por debajo de los 80 km/h. La estación actual de Zorrotza está situada en dicha curva y en rampa de 18 milésimas.

Junto al paso a nivel del camino de Zorrozoiti existe una **subestación eléctrica** de la línea de Ancho Métrico, así como una **Base de Mantenimiento de Catenaria**, dotada de una vía con nave-almacén, zona de acopio de materiales de vía, aparcamiento y zona de oficinas. Se adjunta una imagen aérea en la que se indica la posición de estos elementos.

Fuera del ámbito urbano de Zorrotza, junto al apeadero de Santa Águeda existe un **tercer paso a nivel** clase C, denominado **“Fábrica Profusa”** (P.K. 111+400 y P.K. 642+470 según nueva kilometración) el cual tiene un momento de circulación de $AxT= 51.120$, ligeramente inferior a los de Zorrotza ($AxT= 120.360$) y Zorrozoiti ($AxT=77.640$).

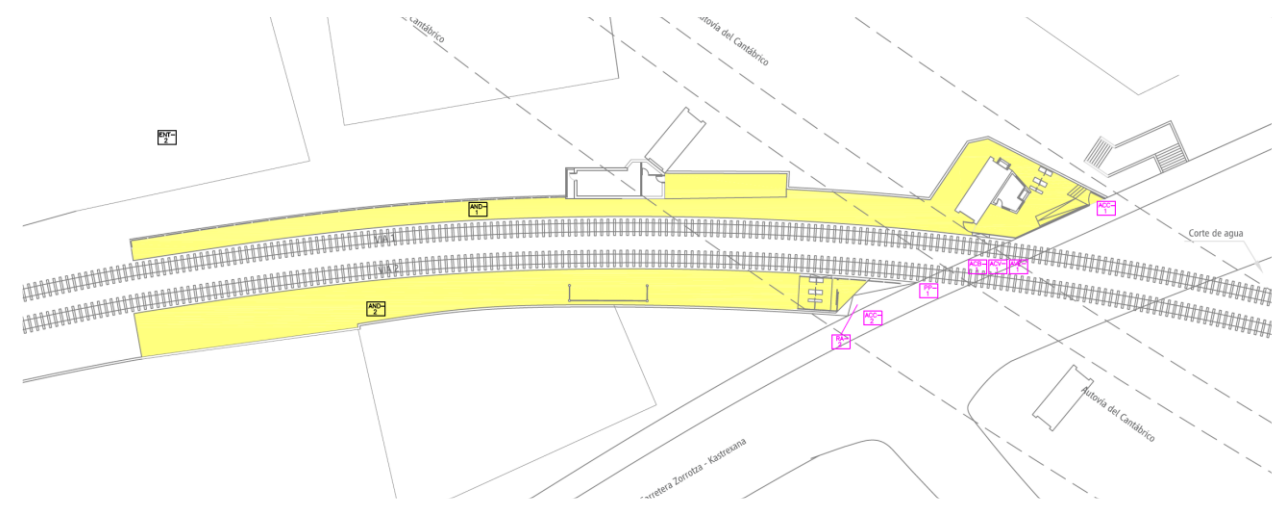
4.2 Estación de Zorrotza

La estación de Zorrotza se localiza en el P.K. 644+100 de la línea de ancho métrico 08-780-Santander-Bilbao La Concordia. Cuenta con dos andenes laterales, siendo el de la vía 1 de 101 metros de longitud y 2,8 m de anchura, y el de la vía 2 de 84 metros de longitud y 4,3 metros de anchura. Están situados en una curva de radio 277,8 metros.

El andén de la vía 1 con sentido Bilbao cuenta en su extremo noreste con un pequeño habitáculo, junto a una de las pilas del viaducto de la A-8, donde se ubica la taquilla y una máquina expendedora de billetes. En este punto se sitúan las máquinas canceladoras, a las cuales se accede desde el propio paso a nivel de Zorrotza a través de unas escaleras y rampa. En la zona central del andén existe un pequeño cuarto técnico y un vestuario.

El acceso al andén de la vía 2 con sentido Balmaseda se realiza, al igual que el de la vía 1, desde el paso a nivel de Zorrotza, en este caso a través de una rampa. En este extremo es donde se localizan las canceladoras. Además, este andén cuenta con una pequeña marquesina.

El paso entre andenes se realiza a través del paso a nivel de Zorrotza situado en el extremo Noreste, el cual cuenta con un nivel de protección clase C. A continuación se adjunta una imagen con los andenes y accesos de la estación de Zorrotza.



Andenes y accesos de la estación de Zorrotza

4.3 Trazado ferroviario

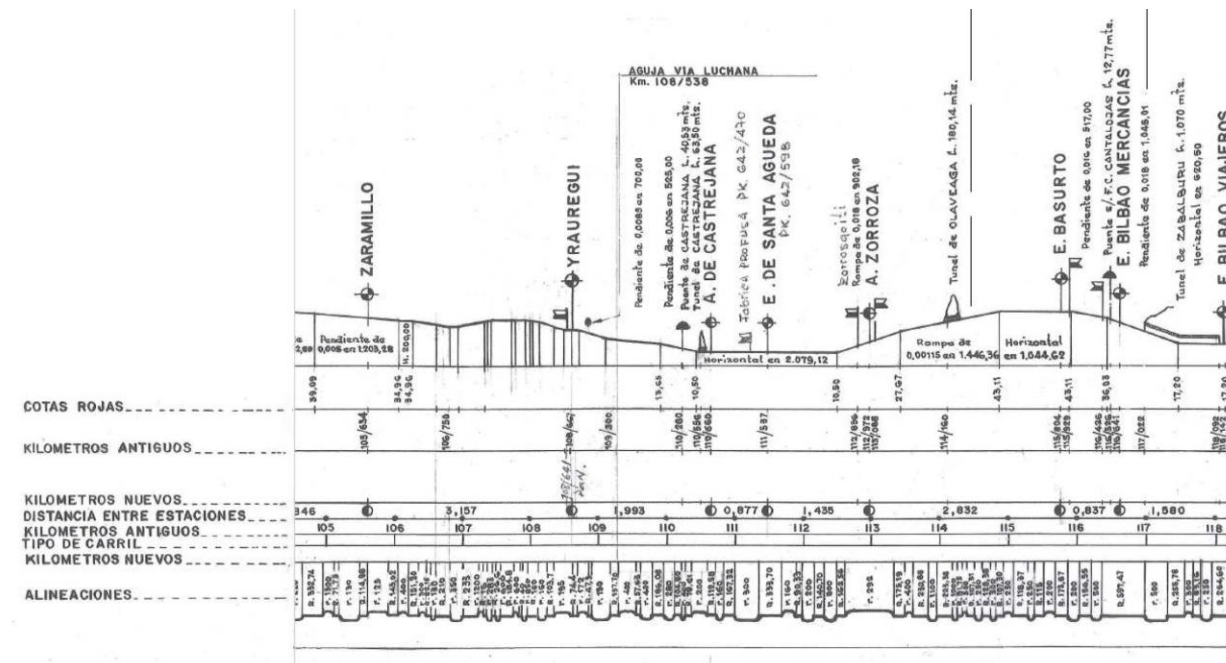
El ámbito de estudio se localiza entre la estación de Santa Águeda y el túnel de Olabeaga.

El trazado en planta a su paso por Zorrotza se caracteriza por una geometría en forma de herradura con un radio de 277,8 metros (velocidad de paso de 60 km/h). Pero este radio no es el mínimo que adopta el trazado en el ámbito de estudio, ya que una vez rebasada la estación de Santa Águeda, poco antes de la estación de Zorrotza, el trazado actual cuenta con una curva compuesta a derechas de radios 140,8 y 163,9 m, seguida de otra a izquierdas con un valor de 200 metros (velocidad de paso de 50 km/h para estas tres curvas), justo antes del punto de cruce con la tubería del Consorcio de Aguas de Bilbao.

Cuando la línea ferroviaria se dispone en paralelo a la Avenida de Montevideo, el trazado en planta presenta una curva a derechas de radio 370,4 metros, seguida de otra a izquierdas de radio 1.250 metros justo antes del túnel de Olabeaga. Esto permite que la velocidad de paso en este tramo se aumente hasta los 80 km/h.

En cuanto al trazado en alzado, la rampa longitudinal máxima se da en la zona del barrio de Zorrotza, entre las rectas anterior y posterior a la curva de radio 277,8 metros donde se ubica la estación, con un valor de 18 milésimas. Previamente el trazado cuenta con una rasante horizontal de 2.079,12 metros de longitud que viene desde el túnel de Castrejana, y posteriormente, cuando el trazado discurre en paralelo a la Avenida de Montevideo, el trazado presenta una rampa de 1,15 milésimas, hasta una vez rebasado el túnel de Olabeaga. Se adjunta a continuación el perfil longitudinal de la línea en el ámbito de estudio.

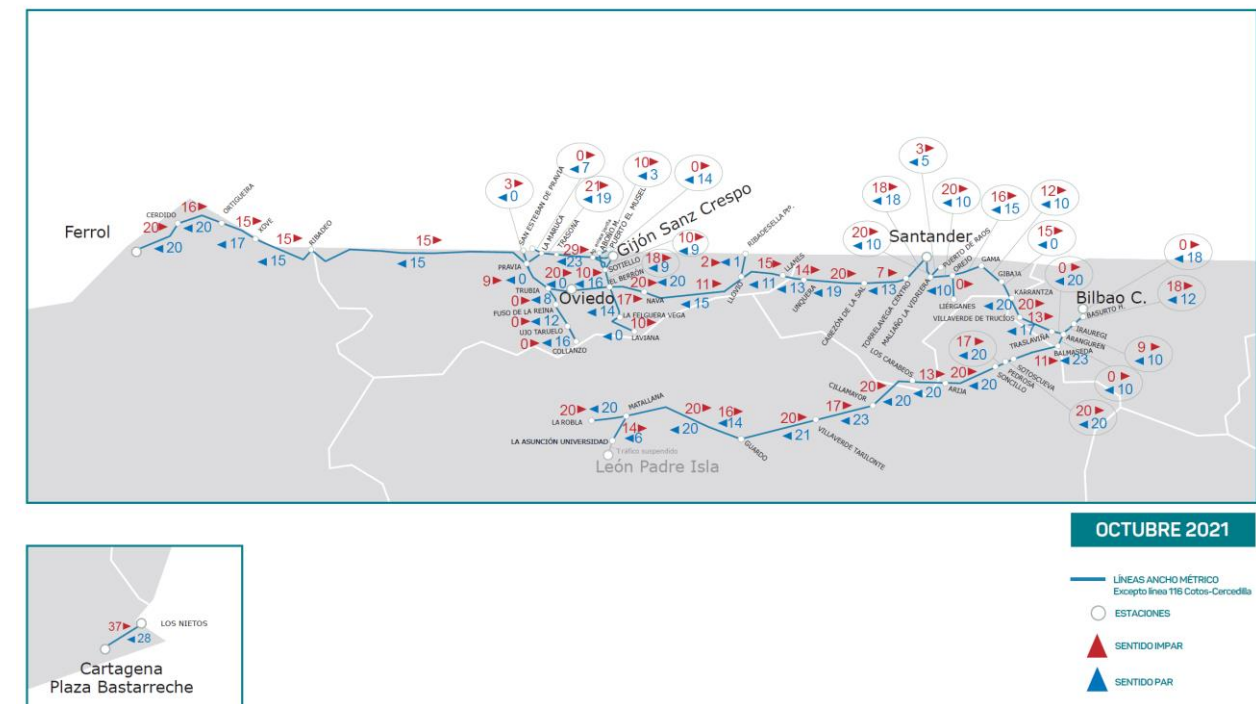
5 MAPA



Perfil longitudinal de la línea de ancho métrico 08-780-Santander-Bilbao La concordia

De acuerdo a la Declaración sobre la Red de ADIF de 2022, el trayecto entre las estaciones de Irauregui y Basurto cuenta con una rampa característica de 18 milésimas en el sentido Bilbao, siendo la rampa característica de la línea de 20 milésimas, alcanzada en algunos trayectos, como el que va desde Carranza hasta Villaverde de Trucíos en ambos sentidos de circulación. A continuación se muestra una imagen con las rampas características de la línea.

Rampa características (milésimas) de las Líneas de Ancho Métrico



Rampas características en la línea de ancho métrico 08-780-Santander-Bilbao La concordia

4.4 Tráfico ferroviario

La línea 08-780-Santander-Bilbao La concordia en el ámbito de estudio soporta tráfico de viajeros y mercancías. Las circulaciones con tránsito por la estación de Zorrotza para un día laborable (mayor número de circulaciones que en fin de semana) son la que se indican a continuación:

Tráfico de viajeros:

Las circulaciones actuales para un día laborable de los trenes de viajeros son:

- Servicios de cercanías entre Bilbao y Balmaseda: 54 circulaciones al día, 28 de ellas en el sentido Bilbao-Balmaseda y 26 en el sentido Balmaseda-Bilbao. Se prestan con unidades eléctricas de la serie 436 (composición M-M y longitud de tren 35,3 metros).
- Servicios de media distancia hacia Santander y León: en total 9 circulaciones al día, 5 de ellas hacia Bilbao, 3 hacia Santander y 1 hacia León. Se prestan con unidades diésel de las series 524 y 527 (composición M-M y longitud de tren 35 metros).

Por otra parte, de acuerdo a la Declaración de ADIF de 2022, la longitud máxima autorizada de los trenes de viajeros que circulan en el entorno de Zorrotza es de 72 m y 250 m (básica y especial, respectivamente).

Tráfico de mercancías:

Los trenes de mercancías que circulan actualmente a través de la estación de Zorrotza son:

- 4 trenes diarios, 2 por sentido de circulación, con unas longitudes máximas de 255 metros.

De acuerdo a la Declaración de ADIF de 2022, la longitud máxima autorizada de los trenes de mercancías que circulan en el entorno de Zorrotza es de 210 m y 380 m (básica y especial, respectivamente).

Todas las circulaciones de viajeros realizan parada en la estación de Zorrotza, mientras que para los trenes de mercancías se trata de una estación de paso. En el “Anejo Nº 5: Estudio funcional” se adjuntan las mallas de circulación de la línea.

4.5 Pasos a nivel

En el ámbito de estudio existen tres pasos a nivel, denominados según kilometración creciente como de Fábrica Profusa, Zorrozgoiti y Zorrotza.

Junto a la estación de Santa Águeda existe un paso a nivel denominado “**Fábrica Profusa**” (P.K. 111+400 y P.K. 642+470 según nueva kilometración) de titularidad el Ayuntamiento de Bilbao, el cual soporta un tráfico de 60 trenes y de 852 vehículos según datos de ADIF de 2018, resultando un momento de circulación de $AxT= 51.120$.

El nivel de protección del paso es de clase C, disponiendo barreras de seguridad y señalización luminosa y acústica. La velocidad máxima permitida del paso del tren es de 70 km/h, siendo la distancia de visibilidad técnica de 221 metros.

Antes de llegar a la estación de Zorrotza, la línea férrea cuenta con el **paso a nivel de Zorrozgoiti** (P.K. 112+856 y P.K. 643+926 según nueva kilometración) que resulta por el cruce del camino del mismo nombre y es titularidad del Ayuntamiento de Bilbao. El tráfico soportado por el paso es de 60 trenes y 1294 vehículos según datos de ADIF de 2018 ($AxT=77.640$).

El nivel de protección del paso es de clase C, disponiendo barreras de seguridad y señalización luminosa y acústica. La velocidad máxima permitida del paso del tren es de 60 km/h, siendo la distancia de visibilidad técnica de 190 metros.

Finalmente, el **paso a nivel de Zorrotza** (P.K. 113+088 y P.K. 644+160 según nueva kilometración) de titularidad la Comunidad Autónoma del País Vasco, está situado junto a la estación de FEVE de Zorrotza, resultado del cruce de la línea férrea con la carretera BI-3742. Está situado en pleno casco urbano, bajo el viaducto de la autopista A-8 y cerca de dos colegios, en una zona muy transitada. Por tanto, no sólo supone un riesgo, sino que provoca importantes afecciones al tráfico

y ralentiza el servicio de autobuses. El tráfico soportado por el paso es de 60 trenes y 2.006 vehículos según datos de ADIF de 2018 ($AxT=120.360$).

El nivel de protección del paso es de clase C, disponiendo barreras de seguridad y señalización luminosa y acústica. La velocidad máxima permitida del paso del tren es de 60 km/h, siendo la distancia de visibilidad técnica de 190 metros. El acceso peatonal a la estación y el paso entre andenes se realiza por el propio paso a nivel.

4.6 Señalización

La estación de Zorrotza dispone de un **enclavamiento electrónico** para la gestión de las circulaciones a su paso por la estación. Dicho enclavamiento actual se ubica en el cuarto de Señalización y Comunicaciones, que está ubicado en un edificio anexo a la estación.

En cuanto a la señalización del tramo, la estación de Zorrotza establece Bloqueo Automático de Vía Doble Banalizada (B.A.B.) con los enclavamientos colaterales de Irauregi y Basurto Hospital.

En cuanto al **sistema de detección**, se disponen de circuitos de vía para las instalaciones controladas. Los equipos interiores se encuentran ubicados en el cuarto de Señalización y Comunicaciones de Zorrotza.

Las señales de entrada, de avanzada y salida disponen de sistemas de protección ASFA mediante balizas. Concretamente, las señales de entrada y avanzada poseen tanto baliza previa como la baliza de la propia señal. En el caso de las señales de salida, éstas disponen de balizas junto a la señal.

El **enclavamiento de la estación** está preparado para su telemando desde el CTC de Bilbao, desde donde se pueden dar órdenes y recibir las indicaciones correspondientes. Adicionalmente, se dispone de un puesto de mando local en el propio cuarto técnico.

El **sistema de Telecomunicaciones móviles** a lo largo del tramo objeto del presente Estudio Informativo se encuentra comunicado actualmente mediante el sistema de comunicación digital GSM-R.

El **Sistema de Telecomunicaciones Fijas** de la estación de Zorrotza se encuentra conectado con las estaciones colaterales de Irauregi y Basurto Hospital. La red del CTC consta de dos canales redundantes:

- Canal principal: Basado en una red SHDSL sobre cobre.
- Canal secundario: Basado en una red MPLS-IP sobre fibra óptica.

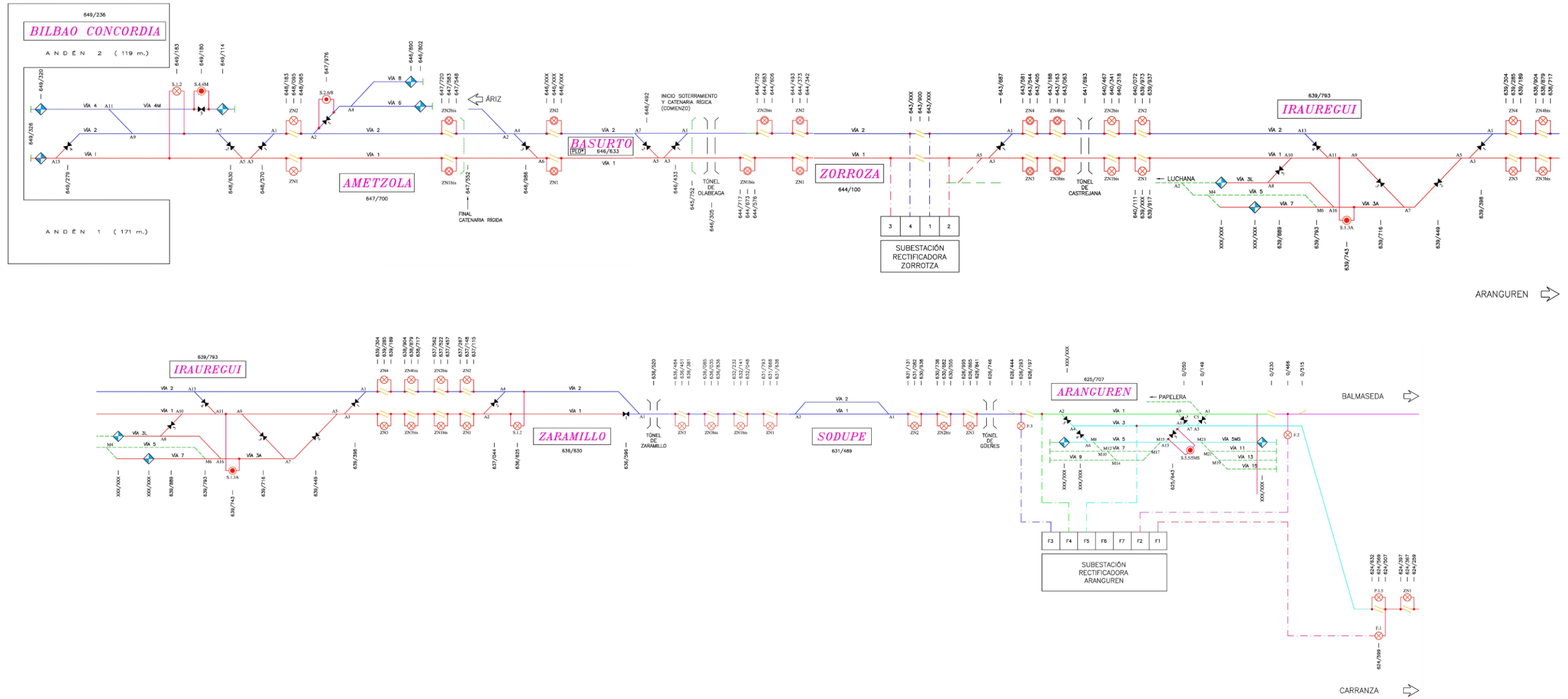
4.7 Electrificación

La línea entre Aranguren y Bilbao La Concordia de la Red de Ancho Métrico (RAM) de ADIF, dispone de **vía doble electrificada a 1.500 VCC**. La vía existente se encuentra electrificada con catenaria compensada compuesta por dos hilos de contacto y sustentador. El pendolado existente es de tipo varilla.

La línea dispone de **dos subestaciones eléctricas de tracción** (Aranguren y Zorrotza). Desde la subestación de Zorrotza se alimenta la línea en ménsula hasta el final de línea en Bilbao Concordia. La distancia desde la Subestación de Zorrotza (P.K. 643/900) hasta el final de línea (P.K. 649/326) es de 5.426 metros.

La SET de Zorrotza dispone de dos grupos de 1.250 kW de potencia cada uno.

A continuación, se adjunta el esquema de electrificación del tramo Bilbao-Aranguren.



Esquema de electrificación del tramo Bilbao-Aranguren

4.8 Instalaciones auxiliares: Subestación eléctrica y Base de Mantenimiento de catenaria

En la margen izquierda de la plataforma ferroviaria, junto al paso a nivel del camino de Zorrozgoiti, existe una **subestación eléctrica** de la línea de Ancho Métrico, así como una **Base de Mantenimiento de Catenaria**, dotada de una vía con nave-almacén, zona de acopio de materiales de vía, aparcamiento y zona de oficinas.

La vía de acceso a la base de mantenimiento parte de un tramo recto situado en la línea férrea antes de la estación de Zorrotza, donde el trazado cuenta con un escape y desvío que permiten el acceso a dichas instalaciones.



Instalaciones auxiliares existentes de la línea de ancho métrico

5. CONDICIONANTES DE DISEÑO

5.1 Geometría en planta y alzado de la línea actual y orografía de Zorrotza

El ámbito de estudio en el que se desarrollan las alternativas de trazado se localiza entre la estación de Santa Águeda y el túnel de Olabeaga.

El trazado en planta a su paso por la estación de Zorrotza se caracteriza por una geometría en forma de herradura con un radio de 277,8 metros (velocidad de paso de 60 km/h). Pero este radio no es el mínimo que adopta el trazado en el ámbito de estudio, ya que una vez rebasada la estación de Santa Águeda, poco antes de la estación de Zorrotza, el trazado actual cuenta con una curva compuesta a derechas de radios 140,8 y 163,9 m, seguida de otra a izquierdas con un valor de 200 metros (velocidad de paso de 50 km/h para estas tres curvas), justo antes del punto de cruce con la tubería del Consorcio de Aguas de Bilbao. En esta zona el trazado actual cuenta con una alineación recta, seguida de una curva amplia a izquierdas de radio 769,2 m y otra recta anterior a la curva en la que se ubica la estación. Es en esta última recta en la que se ubica el escape y desvío que permiten el acceso a la base de mantenimiento de catenaria.

Cuando la línea ferroviaria se dispone en paralelo a la Avenida de Montevideo (N-634) una vez rebasada la estación de Zorrotza, el trazado en planta presenta una curva a derechas de radio 370,4 metros, seguida de otra a izquierdas de radio 1.250 metros justo antes del túnel de Olabeaga. Esto permite que la velocidad de paso en todo este tramo se aumente hasta los 80 km/h.

En cuanto al trazado en alzado, la rampa longitudinal máxima se da en la zona del barrio de Zorrotza, entre las rectas anterior y posterior a la curva de radio 277,8 metros donde se ubica la estación, con un valor de 18 milésimas.

El principal condicionante de trazado se encuentra en la definición de una rasante que, por un lado, sea compatible con el tráfico existente de mercancías, y por otro lado, permita ir lo suficientemente profundos para evitar la afección a las edificaciones existentes.

La pendiente máxima no debería superar las Rampas Características recogidas en la Declaración sobre la Red de ADIF. De acuerdo a este documento la línea de ancho métrico 08-780-Santander-Bilbao La concordia cuenta con una rampa característica máxima de 20 milésimas en el tramo Karrantza-Villaverde de Trucíos, mientras que en el tramo de actuación Irauregi-Basurto Hospital, la rampa característica es de 18 milésimas en el sentido Bilbao (ver apartado 4.3).

5.2 Densidad de ocupación de suelo por edificaciones residenciales e industriales

Zorrotza es un barrio de Bilbao que se localiza en el extremo oeste de la ciudad. Se encuentra bastante constreñido, al ser atravesado por infraestructuras de transporte como la Autopista A-8 y dos líneas de ferrocarril, y estar delimitado por los ríos Cadagua y el río Nervión-Ibaizabal.

En el barrio de Zorrotza residen un total de 11.540 habitantes. El barrio está dividido a su vez en tres zonas: Siete campas, Zorrotza y La base-El puntal.

Con este condicionante, se ha intentado evitar la ejecución de túneles con monteras reducidas bajo edificios de viviendas, buscando pasillos en planta y alzado de mínima afectación. Además, la ubicación en superficie de los cañones de acceso y ventilación y salidas de emergencia de la estación de Zorrotza han estado marcados por la disponibilidad de espacio sin afectar a edificaciones actuales o futuras.

5.3 Cruces con otras infraestructuras

Son varias las infraestructuras que podrán tener que ser cruzadas por las distintas alternativas a estudiar: la Autopista A-8, la carretera BI-3742 y la Variante Sur Ferroviaria de Bilbao (actualmente en fase de Estudio Informativo).

Dada su elevada IMD, se ha de procurar evitar afectar a la **Autopista A-8** en la zona de cruce durante las obras. Por tanto, se ha de resolver el cruce bajo la misma en túnel, lo cual condicionará el trazado en planta, al ser necesario disponer de montera suficiente.

Para el cruce bajo la **Carretera BI-3742** la situación es diferente, dado que el tráfico soportado por ésta es mucho menor. Se pueden plantear situaciones provisionales en la carretera durante las obras, si resulta necesario ocupar temporalmente este vial para la ejecución del inicio del túnel en las soluciones que se plantean.

Actualmente está en fase de estudio informativo la **Variante Sur Ferroviaria de Bilbao** en sus fases 1 y 2. Las alternativas objeto del presente estudio han de considerar los posibles corredores en estudio para dicha Variante Sur. En el momento de redacción de este documento, las alternativas de trazado que están contempladas cruzan el trazado de la línea de ferrocarril Santander-Bilbao La concordia a la altura del P.K. 642+918, no viéndose afectado por tanto por el trazado de las soluciones que se plantean en este Estudio.

5.4 Existencia de elementos de patrimonio arquitectónico en el entorno de la actuación

De los elementos pertenecientes al **patrimonio arquitectónico** en la zona de estudio, por su proximidad a las alternativas objeto de este estudio cabe destacar los siguientes elementos:

Nombre	Tipo de protección propuesta
Cooperativa de obreros de La Jabonera Tapia	Inmueble propuesto para su declaración como Bien Cultural de Protección Media por la Dirección Patrimonio Cultural del Departamento de Cultura y Política Lingüística del Gobierno Vasco
Cooperativa Obreros de Kastrexana	Inmueble propuesto para su declaración como Bien Cultural de Protección Media por la Dirección Patrimonio Cultural del Departamento de Cultura y Política Lingüística del Gobierno Vasco
Flex S.A.	Inmueble que cuenta con una propuesta de declaración como Bien Cultural de Protección Básica del Centro de Patrimonio Cultural del Gobierno Vasco para su inclusión en los Catálogos de la normativa urbanística de Bilbao
La Amistad	Inmueble propuesto para su declaración como Bien Cultural de Protección Media por la Dirección Patrimonio Cultural del Departamento de Cultura y Política Lingüística del Gobierno Vasco
Puente viario BI-3742	Inmueble que cuenta con una propuesta de declaración como Bien Cultural de Protección Básica del Centro de Patrimonio Cultural del Gobierno Vasco para su inclusión en los Catálogos de la normativa urbanística de Bilbao



Elementos de Patrimonio Arquitectónico

5.5 Condicionantes funcionales

Con el fin de que el tráfico de mercancías se segregue del de viajeros por un lateral a su paso por la nueva estación de Zorrotza, se precisa la disposición de aparatos de vía antes y después de la caverna de la estación que permitan los movimientos de vía necesarios. Esto obliga a disponer tramos de alineación recta en el trazado en planta, implicando una reducción en el radio de las curvas con las que enlazan y en la velocidad de paso de las circulaciones.

5.6 Instalaciones ferroviarias existentes a mantener o reponer

Junto al paso a nivel del camino de Zorrozoiti existe una **subestación eléctrica** de la línea de Ancho Métrico, así como una **Base de Mantenimiento de Catenaria**, dotada de una vía con nave-almacén, zona de acopio de materiales de vía, aparcamiento y zona de oficinas.

En las alternativas planteadas, el espacio ocupado por las vías actuales que quedan fuera de servicio se libera, debiéndose prever un espacio en el que reubicar las instalaciones existentes.

La parcela en la que reubicar la subestación eléctrica y la base de mantenimiento ha de cumplir:

- Ha de tener acceso rodado.
- Ha de tener acceso ferroviario.
- Ha de tener una superficie (la parcela actual tiene una superficie total de 2.500 m²) que albergue:
 - Edificio de subestación: el actual tiene dimensiones 26x11 metros, a lo que hay que añadir espacio para pórticos de salida de feederes de 8x9 metros.
 - Nave-cochera de catenaria. La actual tiene 11x13 metros.
 - Edificio de oficinas. El actual tiene dos plantas, con una superficie cada una de 20x6 metros.
 - Zona de aparcamiento y acopio de materiales. La actual tiene una superficie de unos 300 m² de acopio y 425 m² de aparcamiento.

5.7 Condicionantes geotécnicos

Uno de los objetivos del estudio geológico-geotécnico realizado es el de ayudar a seleccionar los trazados más favorables para la línea ferroviaria. Para ello, es valioso conocer cuáles son las zonas más complejas, desde el punto de vista geotécnico, que podrían afectar a los diferentes trazados, de forma que puedan evitarse, o valorar su efecto en las diferentes alternativas.

Con este objetivo, se han seleccionado los condicionantes geotécnicos con los siguientes criterios:

- Que puedan ser evitados por los trazados, total o parcialmente.
- Que afecten a los sistemas constructivos a emplear.
- Que tengan un importante impacto económico.

Con estos criterios, los condicionantes geotécnicos existentes son los siguientes:

- Filones de cuarzo junto al emboquille de entrada del túnel.
- Zonas de falla.
- Cruces de vaguadas.

En el apartado de riesgos y problemas geotécnicos singulares del “Anejo Nº 3: Geología y geotecnia” y “Anejo Nº 9: Túneles y obras subterráneas” respectivamente se trata en detalle cada uno de ellos, analizando su problemática y dando posibles soluciones constructivas a cada caso si fuera necesario.

6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

El Estudio Informativo propone **dos alternativas** de trazado, además de la alternativa "0" que supondría mantener la situación actual y no hacer ninguna actuación.

Las alternativas que se proponen cuentan con un nuevo trazado subterráneo bajo la zona de Siete Campas del barrio de Zorrotza, que permite la supresión de los dos pasos a nivel de Zorrotza y Zorrozoiti situados en los PP.KK. 643+926 y 644+180 de la línea de ancho métrico 08-780 Santander-Bilbao La Concordia, y cuentan además con una nueva estación subterránea para mantener el servicio de la estación actual.

El punto de inicio y fin de las dos alternativas de trazado es el mismo, realizándose el inicio una vez rebasada la tubería del Consorcio de Aguas de Bilbao (P.K. 643+250) y produciéndose el punto final justo antes del túnel de Olabeaga (P.K. 645+209). Además, en las dos alternativas que se proponen el tráfico de mercancías se segrega del de viajeros a su paso por la estación y discurre por un lateral.

6.1 Alternativa 0

Se opta por no incorporar la alternativa 0 en el análisis comparativo que se describe en el punto 10 de este documento al ser precisamente ésta el origen de la actuación y no cumplir con el objetivo del estudio, que no es otro que desarrollar la integración ferroviaria en Zorrotza mediante la supresión de los pasos a nivel situados en el entorno de la estación, con el consiguiente beneficio social y medioambiental para los vecinos del barrio de Zorrotza.

En caso de no realizarse las actuaciones contempladas en el presente Estudio, se mantendría la línea de ferrocarril actual y los pasos a nivel existentes en el entorno de la estación de Zorrotza, con las siguientes desventajas:

- Peligro para las circulaciones ferroviarias y viarias, además de para los peatones que diariamente cruzan los pasos a nivel.
- División territorial del núcleo urbano de Zorrotza provocado por la línea de ferrocarril actual, cuyo trazado se desarrolla a nivel del terreno.
- Serias afecciones a los vecinos del barrio de Zorrotza, provocadas principalmente por ruido y vibraciones de las circulaciones ferroviarias.

Las únicas ventajas que presenta la alternativa de no actuación son:

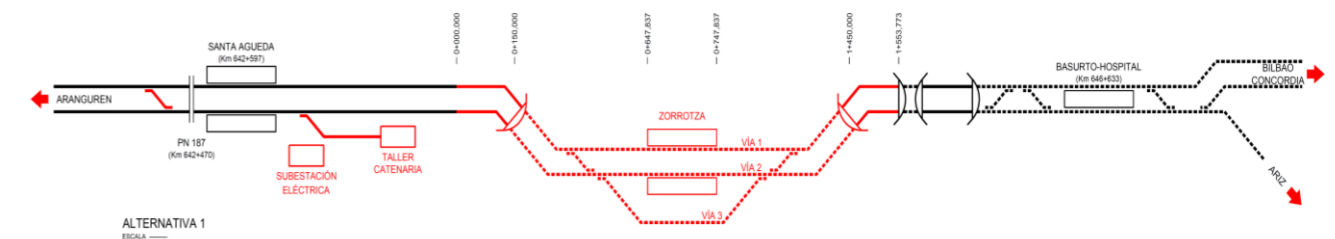
- La no actuación tiene un coste cero desde el punto de vista del gasto.
- No requiere el uso de materiales ni consumo de recursos naturales ni de mano de obra, puesto que se opta por no actuar.
- No genera nuevos impactos ambientales negativos más allá de los existentes.

Es por ello que el Análisis Multicriterio que se desarrolla en detalle en el "Anejo Nº 20: Análisis multicriterio" se centra en comparar entre sí las **dos alternativas planteadas** al corredor ferroviario existente, descartando de partida al actual trazado en el análisis por no cumplir ninguno de los objetivos perseguidos por la actuación.

6.2 Alternativa 1

En la alternativa 1 se diseña una estación en caverna de vía doble y túnel de vía única de uso exclusivo de mercancías (By-pass), que cizallando la doble vía principal en los trayectos colaterales discurre al sur de la caverna de la estación de viajeros.

Consiste por tanto en una variante ferroviaria de 1.553 metros de longitud que consta de un túnel de vía doble a lo largo de 1.300 metros, con una estación en caverna de vía doble bajo el barrio de Siete Campas, y un segundo túnel de vía única de mercancías de 430 metros de longitud que se bifurca del anterior y sortea la caverna de la estación por el sur a modo de By-pass. El esquema ferroviario es el siguiente:



Esquema funcional de la Alternativa 1

Entre el túnel de vía doble y los dos túneles independientes a la altura de la estación, existe una caverna de bifurcación con tres vías.

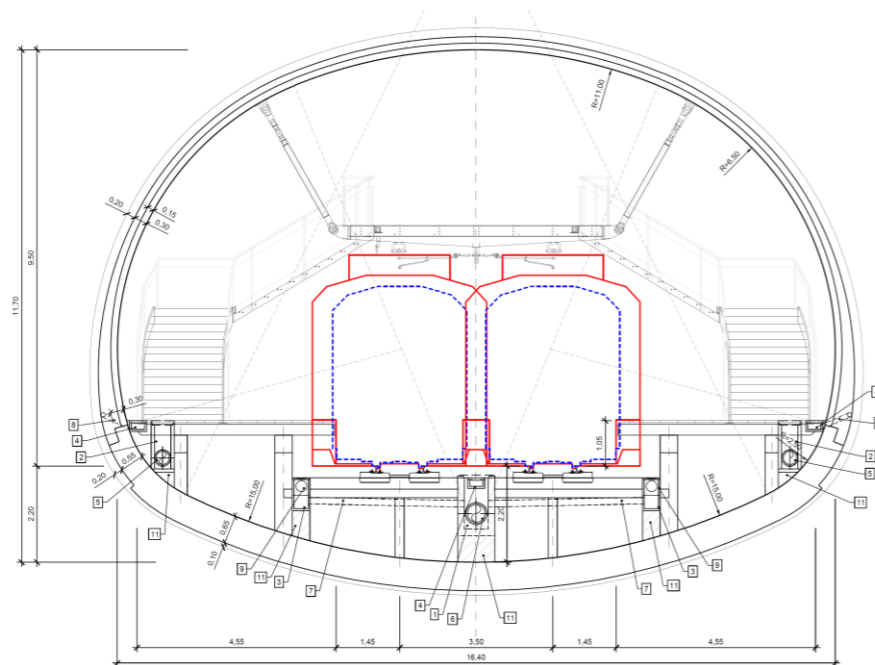
Esta alternativa implica una reducción de recorrido entre las estaciones de Santa Águeda y Hospital de Basurto de 406 metros, pasando de los 4.083 metros actuales a 3.677 metros por la variante.

Vía de viajeros y mercancías (vías 1 y 2)

El trazado de la variante se inicia justo después del punto de cruce con la tubería del Consorcio de Aguas de Bilbao (P.K. 643+250 de la línea actual) con un eje de vía doble que representa las vías 1 y 2. Comienza con una curva a derechas de radio 300 metros para adentrarse en el lado montaña mediante un túnel de vía doble, cuyo emboquille se realiza en el P.K. 0+150, justo antes del punto de cruce con la carretera BI-3742.

Antes de llegar a la caverna en la que se ubica la estación de Zorrotza, el trazado en planta cuenta con una curva a izquierdas y una curva a derechas de radios 180 y 160 metros respectivamente, separadas por una alineación recta en la que se ubican el escape y desvío que permiten el acceso hacia la vía exclusiva de mercancías (vía 3), siendo en todos los casos los aparatos de vía del tipo DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D.

A continuación se localiza la estación en caverna de Zorrotza, cuyos andenes se han diseñado en alineación recta tanto en planta como en alzado, y cuentan con una longitud útil de 100 metros entre los PP.KK. 0+647,837 y 0+747,837.



Sección tipo caverna de la estación de Zorrotza en la Alternativa 1

La estación se emplaza soterrada a considerable profundidad bajo el barrio de Zorrotza, siendo la diferencia de cotas con el terreno sobre el eje de la misma de entre 25 y 31 metros. Los cañones de acceso resultan por ello de considerable longitud.

Cuenta con un total de tres accesos desde el exterior, dos cañones y una batería de ascensores, los cuales comunican la calle con el vestíbulo a cota de mezzanina de la estación. Estos accesos se realizan desde el parque Alazne López Etxebarria, el barrio Ignacio Miranda y la batería de ascensores desde la calle Zorrotzgana.

La caverna engloba las zonas de andenes y de vías, y a nivel superior, la plataforma de las mezzaninas y sus conexiones con los cañones de acceso. La ocupan también las zonas de instalaciones y de cuartos técnicos. La zona pública se ha diseñado de forma que sea un espacio limpio de recorridos sencillos. La comunicación entre el nivel de andenes y el de mezzanina se realiza mediante escaleras

abiertas de tipo imperial y el recorrido accesible se resuelve mediante ascensores panorámicos en punta oeste de andenes.

La estación cuenta con salidas de emergencia a nivel de andenes, de mezzanina y en los cañones de acceso, que permiten a los ocupantes realizar la evacuación en condiciones de seguridad hasta el espacio exterior seguro final en la calle. Para ello se ha diseñado una red de galerías (incluyendo zonas de refugio para personas con discapacidad) que conectan las salidas de emergencia con dos pozos verticales, situados en cada lado de la estación, los cuales conducen finalmente a los viajeros a dos espacios abiertos disponibles en el denso entorno urbano exterior, canchas de Zazpilanda y el Grupo Aldapeta.

La ventilación proyectada en la estación de Zorrotza se compone de dos ventilaciones de emergencia, anterior y posterior a la caverna de la estación:

- Ventilación de emergencia sur: esta ventilación de emergencia entronca con el túnel de vía doble en el P.K. 0+578, realizándose la salida a superficie mediante una arqueta de ventilación a la altura de la Cooperativa de Obreros de Castrejana.
- Ventilación de emergencia norte: esta ventilación de emergencia entronca con el túnel de vía doble en el P.K. 0+815, realizándose la salida a superficie mediante una arqueta de ventilación en la carretera BI-636.

Una vez rebasada la estación, el trazado cuenta con una curva a derechas de radio 160 metros para ubicarse en paralelo a la Autopista A-8 y poder realizar más adelante el cruce bajo la misma con tapada suficiente. En esta zona se ha encajado de nuevo una alineación recta para situar los aparatos de vía de acceso a la vía exclusiva de mercancías (vía 3), siendo en todos los casos del tipo DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-I.

Mediante una curva a izquierdas de radio 300 metros se produce el cruce bajo la Autopista A-8 y finalmente el trazado en planta adopta una curva a derechas para conectar con la vía actual en el P.K. 1+553,773 (P.K. 645+209 de la línea actual) justo antes del inicio del túnel de Olabeaga.

El emboquille de salida del túnel de vía doble se realiza en el P.K. 1+450.

En cuanto al trazado en alzado, la rasante es en todo momento ascendente, con un valor máximo de 18 milésimas, tanto en el tramo inicial como en el final de la variante. En la zona de andenes de la estación se reduce el valor hasta las 2 milésimas, y una vez rebasada la misma el trazado adopta una rampa de 11 milésimas.

Vía exclusiva de mercancías (vía 3)

El túnel de mercancías de vía única se ubica al sur del de viajeros de vía doble, y su trazado cuenta con unos radios mínimos de valor 140 metros. La separación entre este eje y el de viajeros a la altura de la caverna de la estación es de 32 metros.

La vía exclusiva de mercancías (vía 3) cuenta con una rampa de 11 milésimas, a excepción de los puntos de conexión con la de viajeros, donde se tienen que adoptar los mismos valores con la que cuenta aquella.

Los datos más relevantes de esta solución son los que se incluyen a continuación:

- Longitud de variante: 1.553 metros.
- Longitud de túnel de vía doble: 1.300 metros (incluidas cavernas).
- Longitud túnel de vía única: 430 metros (excluidas cavernas).
- Radio mínimo viajeros (vías 1 y 2): 160 metros.
- Radio mínimo mercancías (vía 3): 140 metros.
- Rampa máxima: 18 milésimas.
- Pendiente en estación: 2,0 milésimas.
- Radio en estación: recta
- Longitud de andén: 100 metros.
- Profundidad máxima de andén: 29,8 metros.
- Distancia de caverna a estación actual: 200 metros.
- Montera mínima bajo edificios: 11,2 m (P.K. 0+330 vías 1 y 2) y 13,0 m (P.K. 0+140 vía 3).
- Reducción de recorrido: 406 metros.

6.2.1 Obras en superficie

Asociadas a la estación subterránea de Zorrotza se diseñan las siguientes obras en superficie:

Accesos a la estación

- Acceso desde el Barrio Ignacio Miranda: cañón que emerge a superficie en la calle Barrio Ignacio Miranda, donde se ubicaría una tronera de acceso. Este acceso permite extender el servicio a la parte baja de Zorrotza. Durante la ejecución de las obras se utilizará este cañón para el ataque de los túneles.
- Acceso desde el Parque Alazne Lopez Etxebarria: se accede mediante un cañón que sale a superficie en una pequeña plaza existente en el encuentro de la Carretera BI-636, donde se ubicaría una escalinata de acceso. Este acceso permite extender el servicio a la parte central de Zorrotza.

- Batería de ascensores de la calle Zorrotzagana: se dispondrían dos ascensores, de gran capacidad, para comunicar de manera directa el nivel de mezzanina con la zona más alta del barrio.

Salidas de emergencia

- Salida de emergencia canchas de Zazpilanda: las escaleras de evacuación se ubican en un pozo vertical con un diámetro de 6,40 metros, estando prevista su ejecución mediante Raise-Boring. La salida a nivel de superficie se resuelve mediante puertas tipo Van Der Putten enrasadas con el pavimento de urbanización.
- Salida de emergencia Grupo Aldapeta: al igual que la anterior, las escaleras de evacuación se ubican en un pozo vertical con un diámetro de 6,40 metros, estando prevista su ejecución mediante Raise-Boring. La salida a nivel de superficie se resuelve mediante puertas tipo Van Der Putten enrasadas con el pavimento de urbanización.

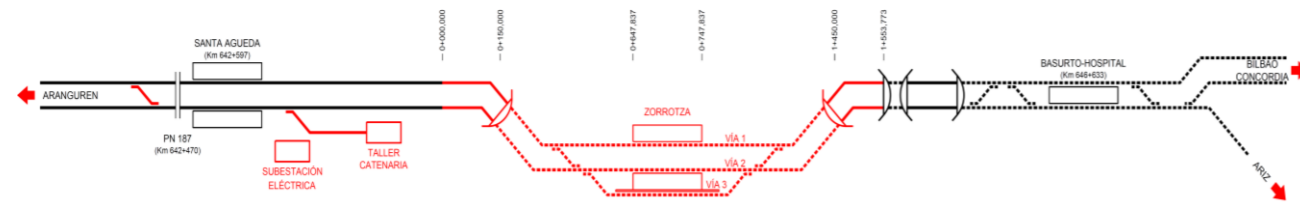
Ventilación de emergencia

- Ventilación de emergencia Sur: se ubica en el tramo de túnel anterior a la Estación de Zorrotza, entroncando con el P.K. 0+578 aproximadamente. En ese punto se genera una galería lateral en el hastial izquierdo (según PP.KK. crecientes) donde irán alojados dos ventiladores. Esta galería conecta con la superficie a través de dos pozos circulares de 3 m de diámetro interior excavados en mina mediante la técnica de Raise-Boring. La salida a superficie se articula mediante una arqueta de ventilación con rejilla tramex de dimensiones 7.600 x 3.000 mm, en un terreno no ocupado junto a la calle Grupo Jardín de Zorroza.
- Ventilación de emergencia Norte: esta ventilación de emergencia entronca con el túnel en el entorno del P.K. 0+815. La cámara de ventiladores se ubica en una galería horizontal perpendicular al túnel, conectada con la superficie mediante dos pozos verticales de sección circular y diámetro interior 3 metros. La salida a superficie se articula mediante una arqueta de ventilación con rejilla tramex de dimensiones 7.600 x 3.000 mm, en la calle Grupo Zazpilanda.

6.3 Alternativa 2

En el caso de la alternativa 2 se diseña una estación en caverna común para los trenes de viajeros y de mercancías, discurriendo estos últimos por una vía lateral que está separada por un muro vertical de la zona de andenes de viajeros.

La solución consiste en una variante ferroviaria de 1.553 metros de longitud, que discurre en túnel a lo largo de 1.300 metros, correspondiendo 602 metros a un túnel de vía doble y 698 metros a uno de vía triple. El esquema ferroviario es el siguiente:



Esquema funcional de la Alternativa 2

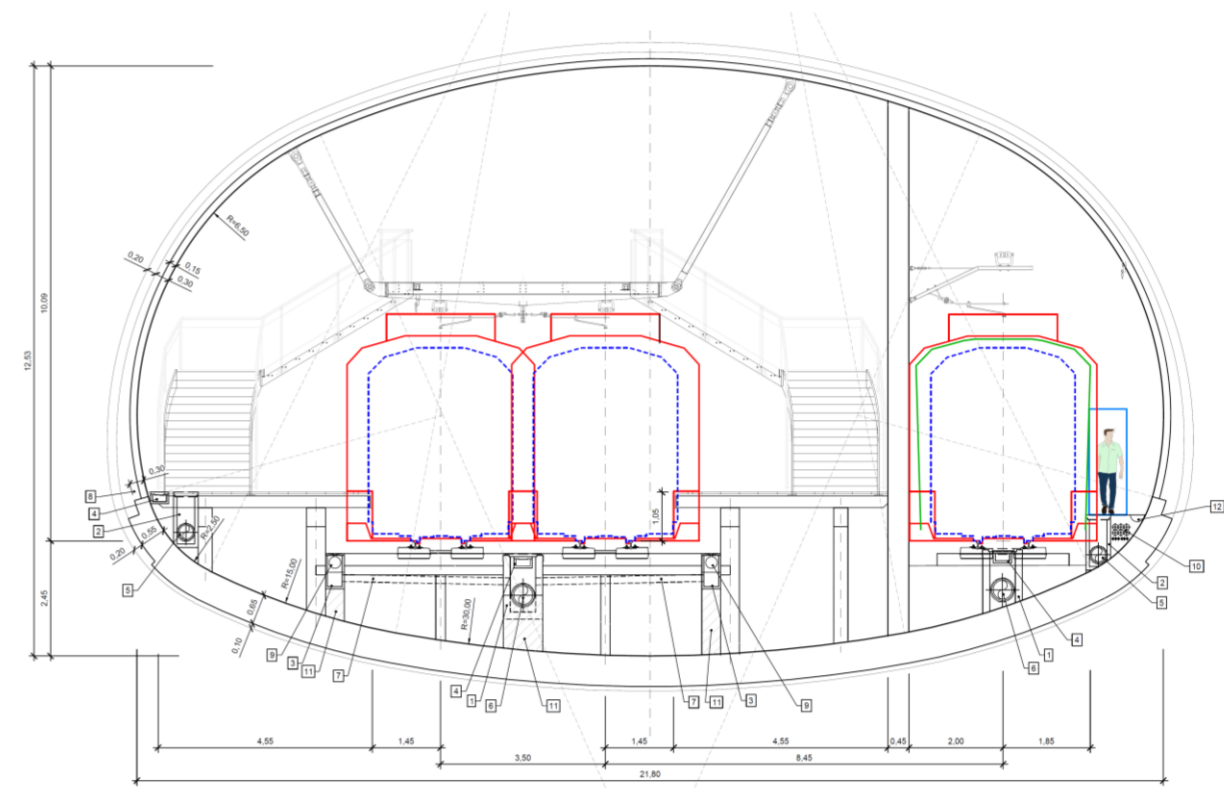
Al igual que en la alternativa 1, esta solución implica una reducción de recorrido entre las estaciones de Santa Águeda y Hospital de Basurto de 406 metros, pasando de los 4.083 metros actuales a 3.677 metros por la variante.

Vía de viajeros y mercancías (vías 1 y 2)

El trazado en planta de la vía de viajeros+mercancías (vías 1 y 2) es el mismo que el de la Alternativa 1, proyectándose los mismos aparatos de vía para el acceso a la vía exclusiva de mercancías (vía 3).

La pequeña diferencia se produce en alzado. Para que la vía exclusiva de mercancías no cuente con pendientes superiores a las 18 milésimas, la rampa de inicio de este eje es de 17,9 milésimas, (a diferencia de las 18 milésimas de la alternativa 1).

Los andenes de la estación también cuentan con una longitud útil de 100 metros entre los PP.KK. 0+647,837 y 0+747,837. A diferencia de la alternativa 1, se trata de una caverna de vía triple donde la vía de mercancías está separada de los andenes de viajeros mediante un muro vertical.



Sección tipo caverna de la estación de Zorrotza en la Alternativa 2

Como en la alternativa 1, la estación se emplaza soterrada a considerable profundidad bajo el barrio de Zorrotza, siendo la diferencia de cotas con el terreno sobre el eje de la misma de entre 25 y 31 metros. Los cañones de acceso resultan por ello de considerable longitud.

Cuenta con un total de tres accesos desde el exterior, dos cañones y una batería de ascensores, los cuales comunican la calle con el vestíbulo a cota de mezzanina de la estación. Estos accesos se realizan desde el parque Alazne López Etxebarria, el barrio Ignacio Miranda y la batería de ascensores desde la calle Zorrotzguna.

La caverna engloba las zonas de andenes y de vías, y a nivel superior, la plataforma de las mezzaninas y sus conexiones con los cañones de acceso. La ocupan también las zonas de instalaciones y de cuartos técnicos. La zona pública se ha diseñado de forma que sea un espacio limpio de recorridos sencillos. La comunicación entre el nivel de andenes y el de mezzanina se realiza mediante escaleras abiertas de tipo imperial y el recorrido accesible se resuelve mediante ascensores panorámicos en punta oeste de andenes.

La estación cuenta con salidas de emergencia a nivel de andenes, de mezzanina y en los cañones de acceso, que permiten a los ocupantes realizar la evacuación en condiciones de seguridad hasta el espacio exterior seguro final en la calle. Para ello se ha diseñado una red de galerías (incluyendo zonas de refugio para personas con discapacidad) que conectan las salidas de emergencia con dos pozos verticales, situados en cada lado de la estación, los cuales conducen finalmente a los viajeros

a dos espacios abiertos disponibles en el denso entorno urbano exterior, canchas de Zazpilanda y el Grupo Aldapeta.

La ventilación proyectada en la estación de Zorrotza se compone de dos ventilaciones de emergencia, anterior y posterior a la caverna de la estación:

- Ventilación de emergencia sur: esta ventilación de emergencia entronca con el túnel de vía doble en el P.K. 0+578, realizándose la salida a superficie mediante una arqueta de ventilación a la altura de la Cooperativa de Obreros de Castrejana.
- Ventilación de emergencia norte: esta ventilación de emergencia entronca con el túnel de vía doble en el P.K. 0+815, realizándose la salida a superficie mediante una arqueta de ventilación en la carretera BI-636.

Vía exclusiva de mercancías (vía 3)

En este caso la vía exclusiva de mercancías (vía 3) discurre en todo momento en paralelo a la de viajeros, con una distancia de 3,5 metros con respecto a la vía par (vía 2), aumentándose este valor a medida que se acerca a la estación, para permitir la construcción del andén y muro vertical que separa ambas vías.

Este condicionante hace que el trazado en planta de esta vía se haya que diseñar con dos curvas compuestas con un radio mínimo de valor 125 metros, inferior al de la alternativa 1 (140 metros).

El trazado en alzado de este eje (vía 3) es dependiente del eje de viajeros+mercancías (vías 1 y 2), debiéndose adoptar las pendientes de 18, 2 y 11,4 milésimas según kilometración creciente.

Los datos más relevantes de esta solución son los que se incluyen a continuación:

- Longitud de variante: 1.553 metros.
- Longitud de túnel de vía doble: 602 metros.
- Longitud túnel de vía triple: 698 metros (incluida caverna).
- Radio mínimo viajeros (vías 1 y 2): 160 metros.
- Radio mínimo mercancías (vía 3): 125 metros.
- Rampa máxima: 18 milésimas.
- Pendiente en estación: 2,0 milésimas.
- Radio en estación: recta
- Longitud de andén: 100 metros.
- Profundidad máxima de andén: 29,8 metros.
- Distancia de caverna a estación actual: 200 metros.
- Montera mínima bajo edificios: 11,2 m (P.K. 0+330 vías 1 y 2).
- Reducción de recorrido: 406 metros.

6.3.1 Obras en superficie

Los elementos en superficie son los mismos que los de la Alternativa 1. La única diferencia se encuentra en la ubicación en planta de las salidas de emergencia, que salen en superficie en la misma zona pero ligeramente desplazadas con respecto a la otra solución (desplazamiento máximo de 5,2 metros para la salida en canchas de Zazpilanda).

6.4 Actuaciones comunes en ambas alternativas

6.4.1 Reubicación de la subestación eléctrica y base de mantenimiento de catenaria de ADIF

Debido a la liberación de los terrenos ferroviarios en el tramo de la línea actual que queda fuera de servicio tras la construcción del soterramiento, es necesario la reposición de la subestación eléctrica y de la base de mantenimiento de catenaria que se localizan junto al paso a nivel del camino de Zorrozoiti.

Para la reubicación de estas instalaciones se ha elegido una parcela situada junto a la estación de Santa Águeda, entre la línea del ferrocarril y la carretera BI-3742. Con el fin de que la parcela se sitúe a la cota de la línea férrea actual, se precisa la construcción de un muro perimetral.

En la parcela, que se ha diseñado con un acceso viario, se han ubicado los siguientes elementos:

- Subestación eléctrica: el edificio ocupa una superficie de 269 m² y la zona de pórticos de 217 m².
- Nave-cochera de catenaria con una superficie de 143 m².
- Edificio de oficinas de dos plantas con una superficie de 120 m² cada una.
- Zona para viales, aparcamiento y acopio de materiales con una superficie de 2.548 m².

Se contempla además el trazado de la línea de acometida eléctrica en Alta Tensión (30 kV) a la nueva subestación. El punto de conexión propuesto por el grupo Iberdrola para la alimentación a la nueva subestación eléctrica se corresponde con el apoyo 9027 de la Línea Larraskitu-Burceña 1 y 2.

6.4.1.1 Vía de acceso a la base de mantenimiento

Para garantizar el acceso a la base de mantenimiento de catenaria se ha diseñado un escape situado antes del Paso a Nivel de Santa Águeda y un desvío ubicado a continuación del andén de la vía 2 de la Estación de Santa Águeda. Todos los aparatos de vía son del tipo DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D y se ubican en dos zonas en las que el trazado en planta y alzado cuenta con alineaciones rectas.

El eje que define el acceso a la base de mantenimiento (eje 9) tiene una longitud de 76,118 metros y el trazado en planta cuenta con alineaciones rectas y un radio de 100 metros. En alzado el acceso tiene dos pendientes de 1,3 y 0 milésimas.

6.4.1.2 Vial de acceso a la parcela

La parcela en la que se ubica la subestación eléctrica y base de mantenimiento de catenaria tiene que contar con un acceso rodado. Para ello se aprovecha el vial existente de acceso a una vivienda de Productos de Fundación S.A. desde el vial de acceso al paso a nivel de Santa Águeda.

El trazado de este vial, definido por el eje 10, tiene una longitud de 129,831 metros. Cuenta con un radio mínimo en planta de 120 metros. En alzado, la pendiente longitudinal máxima es de 11,5 %.

La reposición del vial de acceso a la vivienda se materializa con el eje 12, que cuenta con una longitud de 95 metros. El trazado en planta es una alineación recta y la pendiente longitudinal máxima en alzado es del 4,5 %.

Las capas de la sección de firme de ambos viales, de acuerdo a la Norma 6.1-IC “Secciones de firme” son las siguientes:

- 5 cm de mezclas bituminosas en capa de rodadura.
- 35 cm de zahorra artificial.

Entre ambas capas deberá efectuarse un riego de imprimación.

6.4.2 Puntos de evacuación y rescate

Para dar cumplimiento a la especificación técnica de interoperabilidad relativa a la “seguridad en los túneles ferroviarios” se han previsto puntos de evacuación y rescate (PER) en las bocas de entrada y salida del túnel de ambas alternativas, los cuales estarán equipados con suministro de agua, tal y como se establece en las ETI.

El PER-1 situado junto a la boca de entrada se localiza entre la línea de ferrocarril actual y el río Cadagua y se accede a él a través del paso superior que salva la línea férrea desde la carretera BI-3742 y del “Camino de acceso a ZIA-1”. La superficie elegida para esta instalación no afecta a la zona de servidumbre de protección del Dominio Público Marítimo Terrestre (DPMT).

En el PER-2, asociado a la boca de salida del túnel, el espacio con superficie de 500 m² se localiza en la carretera N-634 (Avenida de Montevideo), mientras que el depósito de agua de 100 m³ se ha situado junto al emboquille de salida.

7. PRINCIPALES ESTUDIOS TEMÁTICOS

7.1 Cartografía y topografía

Una de las primeras actividades que se abordaron cuando se inició la redacción de este Estudio fue la obtención de los datos básicos del terreno para definir las obras, entre los que se encuentra la topografía del entorno de la traza.

Como antecedentes se dispone de la siguiente información:

- Cartografías a escala 1:500 y 1:2000 del Ayuntamiento de Bilbao, del año 2018.
- Cartografía a escala 1:5000 de la diputación Foral de Bizkaia, del año 2013.
- Ortofotos a escala 1:5000 del Gobierno Vasco, del año 2021.
- Modelo digital del terreno procedente de vuelos LiDAR realizados por el Gobierno Vasco en 2017. Malla de 1x1 m.
- Red de bases implantadas por el Ayuntamiento de Bilbao.

Esta información hubo que completarla con una serie de trabajos topográficos que se realizaron expresamente para la redacción del presente estudio. Los trabajos fueron; i) actualización de la cartografía empleada, ii) observación y comprobación de la red básica existente, iii) levantamientos taquimétricos de detalle. Estos trabajos se han realizado durante los meses de marzo y junio de 2022.

El sistema de referencia a adoptar ha sido el denominado ETRS89 definido sobre el elipsoide GRS80. Las altitudes geodésicas de los vértices, obtenidas desde las líneas de Nivelación de Alta Precisión establecidas por el instituto Geográfico Nacional, quedan referidas al nivel medio del mar definido por el Mareógrafo fundamental de Alicante para Península. El sistema de representación para la cartografía oficial es la proyección conforme Universal Transversal Mercator (U.T.M) referida en su huso 30.

El ayuntamiento de Bilbao dispone de una red densa de bases de replanteo distribuidas por todo el municipio. De esta red se han seleccionado 20 bases cercanas al área de estudio, de las cuales 3 han sido observadas mediante técnicas GPS-GPRS para obtener la bondad de la red.

Combinando técnicas GPS-GMS/GPRS en tiempo real (RTK), topografía clásica, y láser escáner terrestre, se procedió a la toma de la nube de puntos para representar las líneas de ruptura de bordes de carretera, bordillos, vías ferroviarias, rigolas, ejes de carretera, cabezas y pies de taludes, divisorias, aceras, muros, edificaciones y demás elementos de interés.

Se han tomado un total de 2 hectáreas de levantamiento taquimétrico de detalle a escala 1:500, repartidas en varias zonas de interés para este estudio: zonas de conexión del trazado diseñado con

la línea de ferrocarril existente Santander-Bilbao La Concordia, zonas urbanas donde salen en superficie los cañones de acceso de la estación, ventilación y salidas de emergencia, etc.

A continuación se incluye un listado de coordenadas de la red de bases del Ayuntamiento de Bilbao, más cercanas al área de estudio y que constituyen la red de apoyo.

BASE	UTM-ETRS89 HUSO 30		
	X	Y	Z
Z10	502174,844	4789971,985	27,027
Z102	502132,727	4791258,555	17,094
Z104	502070,846	4790944,444	21,280
Z105	502106,606	4790800,500	22,588
Z11	502320,322	4789830,938	22,481
Z12	502378,681	4789789,580	22,515
Z164	502304,954	4791267,935	33,585
Z167	502504,592	4791061,783	65,944
Z279	502476,027	4791047,533	68,476
Z286	502252,491	4789765,788	8,976
Z304	503038,388	4790396,869	32,678
Z305	502946,547	4790587,657	29,958
Z306	502846,536	4790728,315	26,745
Z307	502659,242	4791093,011	21,059
Z311	502154,394	4790680,767	23,695
Z312	502196,463	4790511,579	24,978
Z313	502215,092	4790319,621	26,556
Z314	502124,267	4790144,498	28,018
Z316	502115,715	4790065,301	28,470

BASE	UTM-ETRS89 HUSO 30		
	X	Y	Z
Z55	502434,485	4791175,195	50,855

7.2 Geología y geotecnia

7.2.1 Geología

En el presente apartado se analizan los condicionantes geológicos de la zona de estudio. Para ello, se lleva a cabo una caracterización geológica-geotécnica de los materiales afectados por el trazado, lo que permitirá un análisis más concreto de las soluciones proyectadas.

La zona de estudio se enmarca íntegramente en la denominada unidad de Yurre del Cretácico Inferior. Esta unidad está formada por materiales de edad Aptiense que pertenecen al complejo Urganiano. Más concretamente, el ámbito donde se enmarca el trazado propuesto se encuentra en el flanco norte del Anticlinorio de Bilbao, que está delimitado al Norte por la falla de Bilbao-Alsasua y al Sur por la falla de Villaro.

Los materiales presentes en el área de estudio son principalmente de edad Aptiense. Estas litologías pertenecen a un conjunto sedimentario de origen mixto calcáreo-detritico que tuvo como principal característica y elemento diferenciador la presencia casi constante de cemento carbonatado.

El trazado propuesto afecta principalmente a tres unidades litológicas:

- **Areniscas y limolitas calcáreas (Formación Ereza – Aptiense inferior):**

Esta unidad está formada por areniscas de grano fino, a veces desorganizadas y a veces en estratos netos, con buena granoclasificación, y limolitas masivas, calcáreas o decalcificadas. Es frecuente encontrar nódulos carbonatados o septariformes.

- **Limolitas calcáreas (Formación Tejera – Aptiense superior)**

Corresponde con una serie de limolitas calcáreas o margas de color gris y gris oscuro, que toman un color pardo amarillento cuando se meteorizan. Con frecuencia presentan un cierto componente arenoso de grano fino. Se caracterizan por desarrollar una esquistosidad incipiente, cuyo grado de penetración en la roca es muy variable: en algunas zonas constituye un auténtico plano de discontinuidad, mientras que en otras apenas es perceptible, exhibiendo una fractura irregular, de tendencias esféricas.

- **Filones de cuarzo (Rocas filonianas)**

Son de origen hidrotermal y la mayor parte de los cartografiados en esta zona encajan en la formación Ereza, en fracturas con direcciones N 115ºE a N 145ºE y buzamientos subverticales, tanto en un sentido como en el otro. No se tiene una certeza sobre la edad de estos filones, y en consecuencia no puede descartarse una intrusión muy temprana para ellos, en estrecha relación con las mineralizaciones de hierro conocidas en las proximidades.

7.2.2 Hidrogeología

La zona de actuación del presente estudio se incluye en la definición de una gran masa de agua conocida como Masa de Agua Subterránea del Anticlinorio Sur.

Dicha masa se corresponde con una banda que en dirección NO-SE atraviesa el territorio de la Comunidad Autónoma del País Vasco desde el Valle de Karrantza (Bizkaia), en su extremo occidental, hasta la Sierra de Aralar (Gipuzkoa) en el oriental, incluyendo terrenos alaveses y el enclave cántabro de Villaverde de Trucios. Los límites de esta banda se han elegido con criterios geológicos.

La definición de la masa atiende más a criterios hidrológicos que hidrogeológicos, dado que la inmensa mayoría de los materiales existentes (limolitas y areniscas) constituyen formaciones de baja permeabilidad. A lo largo de este sector, los materiales considerados como más permeables son los pertenecientes a las series carbonatadas, tales como las calizas arrecifales, calcarenitas y brechas.

A nivel litológico de detalle, la traza discurre fundamentalmente a través de materiales aptienses conocidos como formación Ereza (Areniscas y Limolitas) y Tejera (limolitas calcáreas con pasadas areniscosas).

7.2.3 Sismicidad

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

En este apartado se toma como referencia dicha norma, cuya aplicación se extiende a todos los proyectos y obras de construcción relativos a edificación, y en lo que corresponda, a los demás tipos de construcciones, en tanto no se aprueben para los mismos normas o disposiciones específicas con prescripciones de contenido sismorresistente.

La norma sismorresistente no es de aplicación en el presente estudio.

7.2.4 Riesgos geológicos

Uno de los objetivos del estudio geológico-geotécnico en un estudio informativo es ayudar a seleccionar los trazados más favorables para la línea ferroviaria. Para ello, es valioso conocer cuáles son las zonas más complejas, desde el punto de vista geotécnico, que podrían afectar a los diferentes trazados, de forma que puedan evitarse las zonas más complejas, o valorar su efecto en las diferentes alternativas.

Con este objetivo, los riesgos geotécnicos detectados en el área de estudio son los siguientes:

- Filones de cuarzo
- Zonas de falla.
- Cruces de vaguadas

- **Filones de cuarzo**

Al inicio del trazado, justo en el emboquille de entrada del túnel, se atraviesa uno de los filones de cuarzo (Unidad F) que existen cercanos al trazado. Se trata de una familia de filones con dirección NW-SE y buzamiento cuasi vertical. Estos filones son de origen hidrotermal y están encajados en la formación Ereza.

Estos diques de cuarzo pueden alcanzar varios metros de potencia, que se pueden desdoblar rápidamente en varios filones de potencia decimétrica que se entrecruzan entre sí formando una estructura anastomosada con una caja de varios metros de potencia.

- **Zonas de falla**

A lo largo de las dos alternativas estudiadas se intersecarán varias posibles zonas de falla, todas ellas de pequeña entidad, pero que supondrán un riesgo durante la construcción del túnel. Atravesar una zona de falla implica, generalmente, un sostenimiento más pesado e, incluso, algún tratamiento especial del terreno en la zona. En todo caso, estas soluciones deberán tratarse en fases posteriores al estudio informativo.

- **Cruces de vaguadas**

A lo largo del trazado proyectado se cruzan dos vaguadas, que constituyen zonas de baja montera (inferior a 10 metros) sobre el túnel.

Estas zonas suelen estar asociadas a tramos de falla más alterados, de mayor acumulación de suelos o roca meteorizada, existencia de rellenos si se cruzan zonas urbanas o con posibilidad de presencia de agua bien favorecida por las fallas o por cruzar cauces fluviales. Estas condiciones, sumadas a la

reducción de montera sobre la clave del túnel, hacen que constituyan un riesgo potencial de inestabilidad por derrumbes en la bóveda y el frente de los túneles.

Las zonas detectadas como cruces de vaguadas con baja cobertera en ambas alternativas son:

- Cruce bajo un saliente de la carretera Zorrotza-Kastrexana (P.K. 0+340). La montera en este tramo tiene un punto mínimo de 9 metros.
- Cruce bajo Grupo Jardín de Zorrotza (P.K. 0+560). El cruce se produce justo antes de la entrada a la Estación. En la Alternativa 2, el cruce bajo la vaguada se produce con una sección tipo de grandes dimensiones. La montera alcanza un valor mínimo de 6 metros.
- Cruce tras Pinadia Etxetaldea (P.K. 1+000 a 1+060). Justo antes del paso bajo la AP-8 se cruza la última zona de baja montera. Se extiende a lo largo de 60 metros y tiene una montera media de 6-8 metros. En la Alternativa 1, este cruce ocurre en la transición telescópica de sección tipo de vía triple a vía doble.

7.2.5 Geotecnia

Las unidades litológicas afectadas por el trazado son unidades muy presentes en otros proyectos de la zona en los cuales se han llevado a cabo amplias campañas de investigación. Debido a esto, para el presente Estudio se ha optado por realizar una campaña geotécnica orientada a las cuestiones geológicas (contactos entre unidades, detección de fallas, etc.) y puntos singulares del trazado, realizando algunos ensayos de contraste en cada unidad geotécnica para poder comparar los resultados con los de estudios anteriores. Los reconocimientos de investigación realizados se recogen en las siguientes tablas:

SONDEOS								
DENOMINACIÓN	PPKK	UNIDAD	PROFUNDIDAD	OBJETIVO	MI	SPT	TP	MA
S-01	0+340	AR-LIFE y F	6,20	Reconocimiento para caracterización de dique de cuarzo.	0	0	0	0
S-02	0+530	AR-LIFE	20,00	Zona de falla y escaso recubrimiento sobre el túnel	1	1	5	0
S-03	0+760	AR-LIFE y LIFT	25,90	Zona de falla y escaso recubrimiento sobre el túnel	0	0	5	0
S-04	0+890	LIFT	35,10	Caracterización de material en la caverna	1	1	6	0
S-05	1+120	LIFT	30,50	Zona cercana a la A-8	1	1	5	0
TOTAL			117,70	-	3	3	21	0

Sondeos realizados para el Estudio Informativo

PERFILES GEOFÍSICOS				
DENOMINACIÓN	PPKK*	UNIDAD	PROFUNDIDAD/ LONGITUD	OBJETIVO
TE-01	0+340	AR-LIFE y F	69	Detección de dique de cuarzo y contacto con AR-LIFE
TE-02	0+530	AR-LIFE	69	Zona de falla y escaso recubrimiento sobre el túnel
TE-03	0+760	AR-LIFE y LIFT	69	Zona de falla y contacto entre formaciones Ereza y Tejera
TOTAL			207	-

Perfiles geofísicos realizados para el Estudio Informativo

Con las muestras obtenidas en los sondeos y los ensayos realizados sobre las mismas, se ha llevado a cabo una caracterización geotécnica de las tres unidades afectadas por el trazado.

- Areniscas y limolitas calcáreas (AR-LIFE)
- Limolitas calcáreas (LIFT)
- Filones de cuarzo (F)

Las tres unidades y sus correspondientes parámetros se detallan en la siguiente tabla:

Parámetro geotécnico	AR-LIFE	LIFT	F
Densidad aparente (t/m ³)	2,7	2,7	2,7
Resistencia a compresión simple (MPa)	40,0	22,0	35,0
Resistencia a tracción (MPa)	4,4	3,9	5,4
Módulo de deformación (GPa)	26,2	17,0	
Coeficiente de Poisson	0,23	0,28	
Abrasividad Cerchar	0,31	0,05	4,1
Índice Schimazek (kN/m)	0,06	0,06	2,2
Parámetro mi	17,0	7,0	
Contenido en carbonatos (%)	16,8	26,4	

Parámetro geotécnico	AR-LIFE	LIFT	F
Contenido en sulfatos (%)	0,12	0,05	
Velocidad de ondas sísmicas (m/s)	4963	4628	
Índice SDT (%)	94,96	98,0	

Parámetros asociados a las unidades afectadas por el trazado

A partir de los parámetros anteriores, de los datos obtenidos de otros proyectos cercanos y de la información bibliográfica recogida en el EVE, se ha realizado el análisis estructural del macizo rocoso.

Como resultado del mismo, se realiza una diferenciación según dominios estructurales de similares características, a los que se asocia una serie de orientaciones principales para las discontinuidades existentes. Esta diferenciación servirá como base para la corrección de la orientación estructural respecto a la excavación de los túneles.

Se han diferenciado tres dominios estructurales a lo largo del trazado:

DOMINIO	PK INICIO	PK FINAL	LONGITUD (m)	LITOLOGIA	TIPO	BUZAMIENTO (°)	DIRECCIÓN DE BUZAMIENTO (°)
D-1	0+000	0+300	300	AR-LIFE	Eo	50	290
					J1	85	214
					J2	89	069
					J3	70	138
D-2	0+300	0+760	460	AR-LIFE	Eo	26	220
					J1	08	014
					J2	85	345
D-3	0+760	1+554	794	LIFT	Eo	53	326

Dominios estructurales afectados por el trazado

A partir de las apreciaciones geológico-geotécnicas observadas en las estaciones geomecánicas, así como de los resultados de los reconocimientos, el estudio de los testigos de sondeo y los ensayos de laboratorio se ha determinado la clasificación geomecánica del macizo rocoso a lo largo del túnel.

Para este estudio se ha aplicado el sistema más utilizado en la práctica habitual: el RMR (Rock Mass Rating System) de Bieniawski, estableciéndose cuatro clases de calidad del terreno según su RMR:

TIPO DE TERRENO	RMR
Bueno	> 60
Regular	46 – 60
Malo	31 – 45
Muy malo	≤ 30

En resumen, tras el análisis de cada una de las Unidades geotécnicas afectadas por los trazados de ambas alternativas, los valores en porcentaje de RMR corregido quedan de la siguiente manera.

% RMR Corregido POR RANGOS Y LITOLOGÍAS				
Unidad Geotécnica	> 60	46-60	31-45	< 31
AR-LIFE	42	40	6	12
LIFT	58	14	13	15
F	0	0	100	0

A partir de los datos expuestos en apartados anteriores, se ha realizado una tramificación del trazado para cada alternativa, que se presenta en las siguientes tablas:

TRAMIFICACIÓN ALTERNATIVA 1											
Eje	Tramo	PK Inicio	PK Final	Longitud (m)	Montera sobre clave (m)	Litología	Dom. Estr.	RCS	RMR corregido	Sección tipo	Observaciones
EJE 1	1	0+150	0+160	10	Min: 5	F	D1	35	-	VD 3-4	Cruce bajo BI-3742
	2	0+160	0+320	160	Min: 5	AR-LIFE	D1-D2	40	RMR > 60 42%, RMR 46-60 40%, RMR 31-45 6%, RMR < 31 12%	VD 3-4	Cruce bajo BI-3742
	3	0+320	0+370	50	Min: 9	AR-LIFE	D2	40	RMR > 60 42%, RMR 46-60 40%, RMR 31-45 6%, RMR < 31 12%	VD 3-4	Cruce bajo vaguada
	4	0+370	0+540	170	Min: 10	AR-LIFE	D2	40	RMR > 60 42%, RMR 46-60 40%, RMR 31-45 6%, RMR < 31 12%	VD 3-4, VT 7, VT 8, VT 9, VT 10	
	5	0+540	0+580	40	Min: 6	AR-LIFE	D2	40	RMR > 60 42%, RMR 46-60 40%, RMR 31-45 6%, RMR < 31 12%	VD 3-4	Cruce bajo vaguada
	6	0+580	0+780	200	Min: 13	AR-LIFE	D2-D3	40	RMR > 60 42%, RMR 46-60 40%, RMR 31-45 6%, RMR < 31 12%	VD 3-4, CAVERNA	
	7	0+780	0+830	50	Min: 21	FALLA	D2-D3	-	20-35 100%	VD 3-4	Inestabilidad por falla
	8	0+830	0+980	150	Min: 17	LIFT	D3	22	RMR > 60 58%, RMR 46-60 14%, RMR 31-45 13%, RMR < 31 15%	VD 3-4, VT 10	
	9	0+980	1+220	240	Min: 5	LIFT	D3	22	RMR > 60 58%, RMR 46-60 14%, RMR 31-45 13%, RMR < 31 15%	VT 10, VT 9, VT 8, VT 7, VD 3-4	Zona escasa montera. Paso junto a A-8
	10	1+220	1+390	170	Min: 5 (Hombro izq)	LIFT	D3	22	RMR > 60 58%, RMR 46-60 14%, RMR 31-45 13%, RMR < 31 15%	VD 3-4	
	11	1+390	1+450	60	Min: 5	LIFT	D3	22	RMR > 60 58%, RMR 46-60 14%, RMR 31-45 13%, RMR < 31 15%	VD 3-4	
EJE 2	12	0+000	0+120	120		AR-LIFE	D2	40	RMR > 60 42%, RMR 46-60 40%, RMR 31-45 6%, RMR < 31 12%	VT 7, VT 8, VT 9, VT 10, VU 5-6	
	13	0+120	0+170	50		AR-LIFE	D2	40	RMR > 60 42%, RMR 46-60 40%, RMR 31-45 6%, RMR < 31 12%	VU 5-6	
	14	0+170	0+385	215		AR-LIFE	D2	40	RMR > 60 42%, RMR 46-60 40%, RMR 31-45 6%, RMR < 31 12%	VU 5-6	
	15	0+385	0+420	35		FALLA	D2-D3	-	20-35 100%	VU 5-6	Inestabilidad por falla
	16	0+420	0+664	244		LIFT	D3	22	RMR > 60 58%, RMR 46-60 14%, RMR 31-45 13%, RMR < 31 15%	VU 5-6, VT 10, VT 9, VT 8, VT 7	

TRAMIFICACIÓN ALTERNATIVA 2											
Eje	Tramo	PK Inicio	PK Final	Longitud (m)	Montera sobre clave (m)	Litología	Dom. Estr.	RCS	RMR corregido	Sección tipo	Observaciones
EJE 5 – EJE 6	1	0+150	0+160	10	Min: 5	F	D1	35	-	VD 3-4	Cruce bajo BI-3742
	2	0+160	0+320	160	Min: 5	AR-LIFE	D1-D2	40	RMR > 60 42%, RMR 46-60 40%, RMR 31-45 6%, RMR < 31 12%	VD 3-4	Cruce bajo BI-3742
	3	0+320	0+370	50	Min: 9	AR-LIFE	D2	40	RMR > 60 42%, RMR 46-60 40%, RMR 31-45 6%, RMR < 31 12%	VD 3-4	Cruce bajo vaguada
	4	0+370	0+540	170	Min: 10	AR-LIFE	D2	40	RMR > 60 42%, RMR 46-60 40%, RMR 31-45 6%, RMR < 31 12%	VD 3-4, VT 11, VT 12, VT 13	
	5	0+540	0+580	40	Min: 6	AR-LIFE	D2	40	RMR > 60 42%, RMR 46-60 40%, RMR 31-45 6%, RMR < 31 12%	VT 13, VT 14	Cruce bajo vaguada
	6	0+580	0+780	200	Min: 13	AR-LIFE	D2-D3	40	RMR > 60 42%, RMR 46-60 40%, RMR 31-45 6%, RMR < 31 12%	VT 14, VT 15, CAVERNA, VT 15	
	7	0+780	0+830	50	Min: 21	FALLA	D2-D3	-	20-35 100%	VT 15, VT 14, VT 13	Inestabilidad por falla
	8	0+830	0+980	150	Min: 17	LIFT	D3	22	RMR > 60 58%, RMR 46-60 14%, RMR 31-45 13%, RMR < 31 15%	VT 13, VT 12	
	9	0+980	1+220	240	Min: 5	LIFT	D3	22	RMR > 60 58%, RMR 46-60 14%, RMR 31-45 13%, RMR < 31 15%	VT 12, VT 11 VD 3-4	Zona escasa montera. Paso junto a A-8
	10	1+220	1+390	170	Min: 5 (Hombro izq)	LIFT	D3	22	RMR > 60 58%, RMR 46-60 14%, RMR 31-45 13%, RMR < 31 15%	VD 3-4	
	11	1+390	1+450	60	Min: 5	LIFT	D3	22	RMR > 60 58%, RMR 46-60 14%, RMR 31-45 13%, RMR < 31 15%	VD 3-4	

Las actuaciones para la construcción de la nueva base de mantenimiento y de la nueva subestación eléctrica se van a llevar a cabo en una parcela junto al apeadero de Santa Águeda.

Dichas actuaciones sólo afectarán a la unidad geotécnica AR-LI_{FE}, formada por areniscas de grano fino. Según se ha podido observar en afloramientos, estos niveles areniscos presentan generalmente un grado bajo-medio de alteración (GM II-III). Si la alteración ha afectado de manera evidente a la roca a través de su diaclasado, el grado de alteración suele clasificarse como GM III-IV. Como es normal, este grado de alteración aumenta cuando se encuentran cerca de zonas de falla o actividad tectónica, pudiendo encontrarse zonas completamente arenizadas.

En el aspecto geotécnico, la unidad AR-LI_{FE} está compuesta por unas areniscas con un valor de resistencia a compresión simple de 40,0 MPa, considerándose como una roca moderadamente dura y con buena capacidad portante.

Finalmente, se ha analizado la excavabilidad de los materiales afectados con el fin de obtener el método de excavación más adecuado para la construcción del túnel proyectado.

A lo largo del capítulo 5 del “Anejo Nº 3: Geología y geotecnia” se ha llevado a cabo un análisis completo de todos los parámetros que afectan a la excavabilidad del macizo rocoso. Concretamente, las características que más afectan a la excavabilidad del macizo son las resistencias mecánicas y la abrasividad.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos a través de los distintos criterios analizados, se considera que el método de excavación más adecuado para la construcción del túnel proyectado es mediante perforación y voladura.

Otro método de excavación que se adapta correctamente a las unidades afectadas es mediante rozadora. Si bien, al tratarse de rocas de muy buena calidad geotécnica deberá disponerse de una rozadora de gran potencia y grandes dimensiones, suponiendo un descenso del rendimiento de la excavación.

Por último, para zonas de pobre calidad geotécnica, se puede ejecutar la excavación mediante medios mecánicos. Si bien, este método disminuye aún más el rendimiento de la excavación, aunque aumenta la seguridad de la misma en puntos donde el macizo no tiene la suficiente calidad geotécnica.

7.2.6 Estructuras

Las estructuras proyectadas en el presente Estudio Informativo son las mismas para ambas alternativas. En total se han proyectado nueve estructuras, de las cuales seis son de carácter definitivo y las tres restantes de carácter provisional.

Todas las estructuras, junto con las unidades geotécnicas afectadas por cada una de ellas y la tipología de cimentación propuesta, se detallan en la tabla presentada a continuación:

ESTRUCTURA	TIPOLOGÍA	LOCALIZACIÓN	ALTURA MÁXIMA (M)	OBJETIVO	CARÁCTER	UNIDAD GEOTÉCNICA	TIPO DE CIMENTACIÓN
Muro M-0.0 (D)	Muro ménsula convencional	0+000 a 0+110	7,0	Acceso a emboquille de entrada	Definitivo	AR-LIFE y F	Cimentación directa
	Pantalla de micropilotes anclada	0+110 a 0+150	13,0				-
Muro M-0.0 (I)	Muro ménsula convencional	0+030 a 0+110	80	Evitar afectación al río Cadagua	Definitivo	AR-LIFE	Cimentación directa
Muro M-1.4 (D)	Muro por bataches anclado	1+450 (Margen derecho)	19,0	Emboquille de salida	Definitivo	LIFT	
Muro M-1.4 (I)	Muro ménsula	1+450 (Margen izquierdo)	3,5	Sostener acera de servicio del túnel	Definitivo	LIFT	Cimentación directa
Muro M-0.1 (D) / Base de mantenimiento	Pantalla de micropilotes anclada	Base de mantenimiento	16,0		Definitivo	AR-LIFE	
Muro M-0.0 (I) / Base de mantenimiento	Muro ménsula	Base de mantenimiento	4,5	Contener pie de talud del nuevo vial de acceso a la base de mantenimiento	Definitivo	AR-LIFE	Cimentación directa
Muro M-0.0 (D) / Camino de acceso a plataforma ferroviaria	Muro ménsula prefabricado	Emboquille de salida	4,0	Acceso a plataforma ferroviaria	Provisional	LIFT	Cimentación directa
Muro M-0.0 (D) / Camino de acceso a emboquille de salida	Muro de escollera	Emboquille de salida	8,0	Acceso a emboquille de salida	Provisional	LIFT	Posible refuerzo de muro existente
Muro M-0.0 / Camino de acceso a ventilación de emergencia sur	Pantalla de micropilotes anclada	Pozo de ventilación	6,0	Camino de acceso a perforación de pozo de ventilación	Provisional	LIFT	

7.2.7 Estudio de materiales

El presente estudio es excedentario en tierras, y el volumen de materiales externos necesarios es de poca entidad. Únicamente la capa de forma, el subbalasto, balasto y las zahorras se obtendrán de canteras externas.

De esta manera para el nivel del presente estudio se proponen canteras en explotación, autorizadas y con planes de restauración aprobados. Para la propuesta de las canteras se ha tenido en cuenta la distancia de las mismas al ámbito de estudio y que el material suministrado cumpla con las necesidades del proyecto.

El balasto a emplear deberá cumplir lo establecido en la Orden FOM/1269/2006 de 17 de abril y publicado en el Boletín Oficial del Estado número 103 de 1 de mayo de 2006, en el que se establece la aprobación del capítulo 6 - Balasto, del Pliego de prescripciones técnicas generales de materiales ferroviarios, que será de aplicación en el proyecto, construcción y mantenimiento de infraestructuras ferroviarias integradas en la Red Ferroviaria de Interés General.

De la misma manera que el suministro de materiales, para el presente proyecto se prevé la necesidad de un aporte externo de hormigón. Para ello, se ha realizado un estudio de las plantas de suministro de hormigón ubicadas en el entorno del ámbito de estudio en el "Anejo N°3: Geología y geotecnia".

7.3 Climatología, hidrología y drenaje

Este apartado 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.

7.3.1 Climatología

El estudio de Climatología consiste en analizar todas las variables climáticas disponibles representativas de la zona con el fin de poder clasificar el clima característico, determinando como puede afectar a la obra.

Para la realización del estudio se han considerado los datos correspondientes a aquellas estaciones meteorológicas completas, integradas en la red de puntos de control de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). La estación de "Bilbao (Aeropuerto)", que, aun no siendo la estación más cercana al ámbito de proyecto, es la que presenta mayor número de datos.

ESTACIÓN		Longitud	Latitud	Altitud	Provincia	Periodo Fun.	AÑOS CON DATOS		Serie completa más larga
Código	Denominación						Compl.	Incompl.	
1082	Bilbao (Aeropuerto)	2º54'21"W	43º17'53"N	42	Bizkaia	1947-2022	61	3	1979-2021

Estación meteorológica seleccionada

Cabe señalar que, aunque las series de datos de esta estación es de suficiente continuidad, alguno de los años no está completo. Además, no se han tenido en cuenta los datos del año 1983, ya que la inundación histórica ocurrida en agosto de ese año altera los resultados y no representa la situación climatológica real. En cualquier caso, el cálculo de los valores característicos mensuales de los diversos factores climáticos se ha realizado a partir de la totalidad de los datos disponibles de cada mes, mientras que los valores anuales se han obtenido a partir de los valores mensuales resultantes.

A continuación, se presenta un resumen de los principales parámetros climatológicos obtenidos para este estudio:

VALORES CLIMÁTICOS	VALOR MENSUAL												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación máxima diaria (mm)	82,1	79,8	83,8	92,4	92,5	108,1	67,7	67,3	90,1	84,6	85,2	66,2	252,6
Precipitación media (mm)	137,4	104,0	96,2	101,5	76,9	60,1	48,6	51,6	69,7	109,9	163,0	127,2	1129,0
Precipitación máxima mensual (mm)	312,1	345,0	215,3	259,9	178,9	239,8	117,2	155,2	199,7	432,2	371,0	293,5	1647,5
Temperatura media (°C)	9,3	9,8	11,4	12,8	15,7	18,4	20,5	21,0	19,4	16,5	12,5	10,1	14,8
Temperatura media de mínimas (°C)	5,1	5,2	6,4	7,9	10,6	13,5	15,5	15,8	14,0	11,5	8,2	6,1	10,0
Temperatura media de máximas (°C)	13,4	14,3	16,4	17,8	20,7	23,3	25,4	26,1	24,8	21,6	16,7	14,2	19,6
Temperatura máxima absoluta (°C)	23,4	26,9	29,8	33,1	36,4	41,0	41,5	41,9	41,7	33,4	27,7	24,3	41,9
Temperatura mínima absoluta (°C)	-6,6	-5,7	-3,9	-1,2	2,7	4,4	8,2	8,0	5,1	1,4	-6,2	-6,0	-6,6
Evapotranspiración potencial (mm)	24,3	25,7	40,0	51,0	76,7	98,9	117,8	114,2	89,3	65,9	37,7	26,7	768,2
Horas de sol mensuales	81,0	93,8	128,0	135,1	166,9	171,9	183,7	178,8	160,1	128,1	87,4	79,4	1540,4
Humedad relativa	78,7	77,3	76,9	78,0	80,9	82,5	82,9	83,4	82,8	79,4	79,1	77,5	80,0
Máximo nro. De días de lluvia	26,0	21,0	23,0	28,0	26,0	20,0	24,0	25,0	23,0	28,0	24,0	27,0	209,0
Máximo nro. de días de nieve	7,0	6,0	2,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	3,0	9,0
Días de niebla	1,5	2,0	1,6	1,7	1,3	1,2	1,0	1,7	2,8	28	1,9	1,9	21,3
Días de helada	3,0	2,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,5	8,5
Días de tormenta	1,4	1,3	0,9	1,8	2,3	2,0	2,1	2,3	1,6	1,1	1,3	0,9	18,9
Días de granizo	1,0	1,4	1,1	0,8	0,4	0,2	0,3	0,1	0,0	0,2	0,7	0,8	7,0
Días despejados	2,3	2,7	2,5	2,0	2,1	2,9	4,0	3,4	3,8	2,8	2,4	2,9	33,5
Días nubosos	13,8	12,5	15,0	13,2	15,3	14,5	16,0	17,0	16,8	16,5	13,5	14,0	176,3
Días de precipitación apreciable	17,0	14,7	14,7	16,3	15,1	12,4	12,1	12,2	11,8	14,2	16,3	16,1	171,0
Días de precipitación >1 mm	13,3	11,2	11,0	12,1	10,4	7,5	7,1	7,6	8,2	10,5	12,9	12,5	123,0
Días de precipitación >10 mm	4,6	3,9	3,3	3,5	2,4	1,7	1,4	1,7	2,0	3,7	5,8	4,3	37,2
Días de precipitación >30 mm	0,7	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,6	1,0	0,6	5,0

VALORES CLIMÁTICOS	VALOR MENSUAL												ANUAL
PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Días de temperatura mínima $T^{\circ} \leq 0^{\circ}\text{C}$	3,0	2,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	2,5	8,5
Días de temperatura máxima $T^{\circ} \geq 30^{\circ}\text{C}$	0,0	0,0	0,0	0,3	1,1	2,1	3,7	4,4	4,3	0,9	0,0	0,0	16,9

Datos climáticos de la estación 1082 – Bilbao “Aeropuerto”

El cuadro resumen de la clasificación de Papadakis para la estación seleccionada es el siguiente:

CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE PAPADAKIS	
ESTACIÓN "Bilbao (Aeropuerto)"	
Tipo de invierno	Av- Avena cálido
Tipo de verano	M - Maize (maiz)
Régimen térmico	MA – marítimo cálido
Régimen de humedad	Hu – Húmedo
Tipo climático	Marítimo cálido

Resumen de la clasificación climática

La determinación de los días aprovechables para ejecutar las unidades y tipos de obra más significativos del estudio se realiza en el apartado 2.5 del "Anejo Nº 4: Climatología, hidrología y drenaje". En la siguiente tabla se resumen los coeficientes de reducción del tiempo para las unidades de obra más dependientes de la climatología:

TIPO DE OBRA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Explanaciones	0,64	0,68	0,75	0,74	0,79	0,85	0,86	0,85	0,83	0,77	0,67	0,67	0,76
Hormigones	0,77	0,80	0,88	0,88	0,92	0,94	0,95	0,94	0,93	0,88	0,79	0,79	0,88
Producción de áridos	0,85	0,86	0,89	0,88	0,92	0,94	0,95	0,94	0,93	0,88	0,81	0,86	0,90
Riegos y tratamientos sup.	0,17	0,16	0,32	0,50	0,65	0,75	0,77	0,75	0,73	0,59	0,33	0,26	0,50
Mezclas bituminosas	0,39	0,45	0,64	0,60	0,66	0,75	0,77	0,75	0,73	0,66	0,46	0,30	0,60

Días útiles de obra

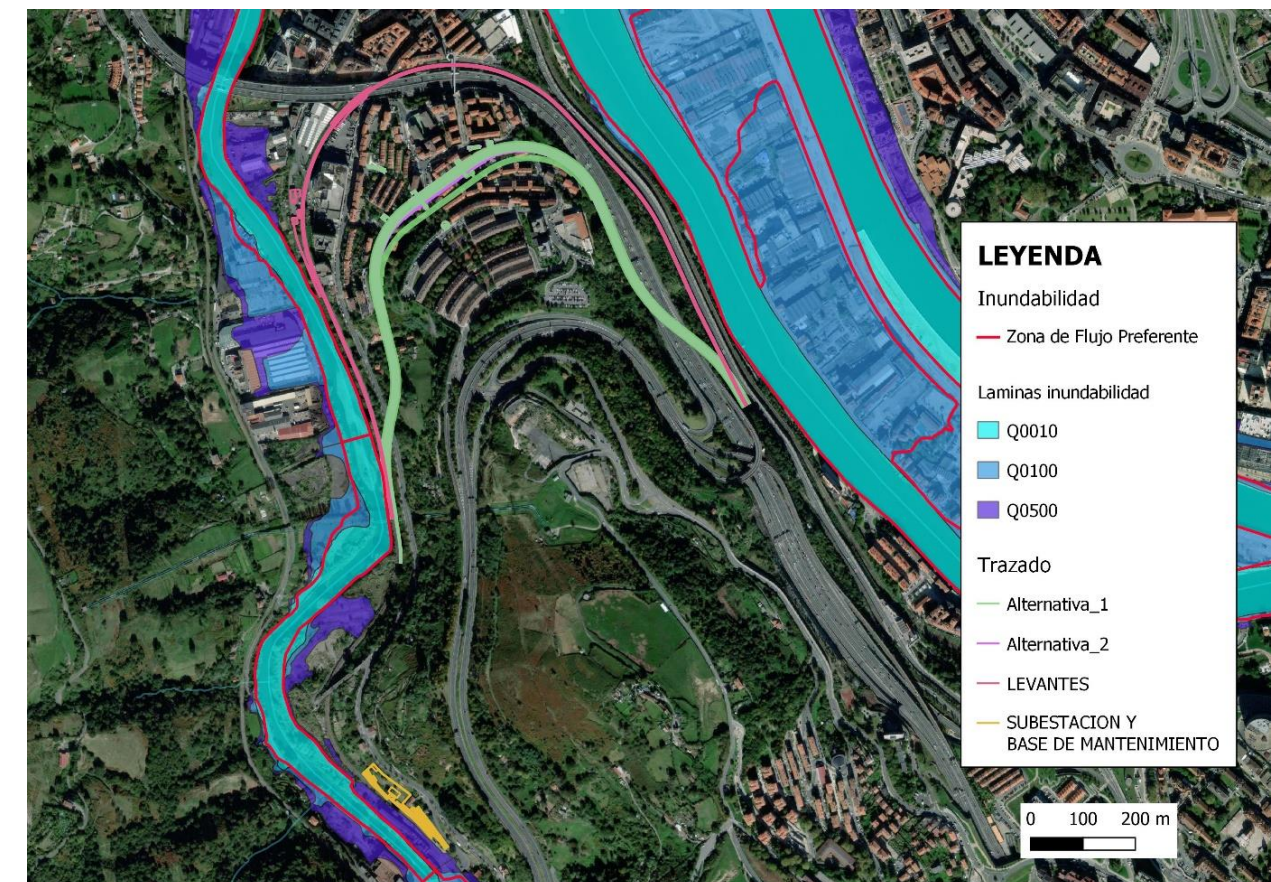
7.3.2 Hidrología

En el caso particular de este Estudio Informativo, no es necesario realizar un estudio hidrometeorológico por no identificarse cuencas importantes con la traza. La mayor parte del trazado de ambas alternativas transcurre en túnel y no se considera necesario realizar un estudio de caudales.

Sin embargo, si será necesario el cálculo de caudales de aportación de pequeñas áreas de la plataforma para definir algunos elementos de drenaje. Para ello se seguirá la metodología aplicable según se muestra en el apartado 3 del "Anejo Nº 4: Climatología, hidrología y drenaje".

7.3.2.1 Áreas de inundación

En cuanto al área de inundación de la zona de estudio, se ha consultado el "Visor de información geográfica de la Agencia Vasca del Agua". Se comprueba que ambas alternativas quedan fuera de las manchas de inundación para los periodos de retorno de 100 y 500 años.



Mapa de manchas de inundación de la zona de estudio

En el tramo inicial de ambas alternativas en estudio se diseña un muro situado en la margen izquierda de la traza para evitar la afección en el río Cadagua provocados por los derrames de la plataforma.

7.3.2.2 Hidrogeología

La presencia de agua en los túneles en forma de filtraciones o humedades incide negativamente tanto en la fase de construcción como durante la vida útil de la obra, por lo que es conveniente disponer una red de drenaje efectiva, así como sistemas de impermeabilización fiables, seguros y de larga duración.

En este caso se ha diseñado un sistema que consta de un drenaje primario durante la perforación del túnel y una impermeabilización principal una vez ejecutado el sostenimiento.

La impermeabilización principal está constituida por una lámina impermeable de PVC o similar junto con una lámina de geotextil fijadas al sostenimiento, que quedarán finalmente situadas entre el sostenimiento y el revestimiento final del túnel. La función del geotextil es doble: por un lado, protege la lámina de PVC del punzonamiento debido a irregularidades en el contorno de excavación del túnel; por otro, su carácter drenante permite recoger las pequeñas humedades dispersas a lo largo de todo el contorno y conducir las al tubo dren de trasdós situado en la base del revestimiento.

Sin embargo, el estudio de caudales de infiltración del túnel se realizará en fases de proyecto posteriores y diseñándose una red de drenaje convencional acorde a la Normativa de ADIF y según se identifica en las secciones tipo del presente Estudio Informativo.

7.3.3 Drenaje

El objeto de este punto es definir las obras necesarias para dar continuidad a las escorrentías asociadas a las superficies de aportación por la traza de las dos alternativas en estudio y su sistema de drenaje de plataforma.

Para este Estudio Informativo se analizan dos alternativas, siendo la única variación importante la que hace referencia a la situación de la vía de mercancías a su paso por la estación de viajeros.

7.3.3.1 Drenaje transversal

En este Estudio Informativo no se prevén obras principales de drenaje transversal ya que no se identifican cuencas naturales interceptadas por la plataforma ferroviaria.

Simplemente se diseñan colectores procedentes del drenaje longitudinal que cruzan la plataforma ferroviaria para ser desviados a puntos de vertido próximos, concretamente el río Cadagua y el depósito de aguas sucias localizado en el PER-1.

Los colectores transversales que se localizan bajo la traza son los siguientes:

- Las aguas limpias procedentes de los colectores de 300 mm en ambas márgenes del túnel se recogen transversalmente en el P.K. 0+147 con un tubo de 400 mm para ser vertidos en la margen izquierda directamente al río Cadagua.
- Las aguas sucias procedentes del túnel se dirigen por un colector central y cruzan la traza en el P.K. 0+145 con un tubo de 400 mm hacia la margen derecha para ser canalizado bajo la acera de evacuación del ferrocarril. Este vuelve a cruzar la traza a la altura del PER-1 para ingresar en el depósito de vertidos.
- Se coloca un colector transversal de 500 mm en el P.K. 0+000 aproximadamente para aliviar la escorrentía recogida por la cuneta longitudinal localizada en la margen derecha, al inicio de la traza. La escorrentía de agua de lluvia se vierte directamente al río Cadagua.

7.3.3.2 Drenaje longitudinal

Las principales dificultades que presenta el drenaje longitudinal del Estudio Informativo están vinculadas al túnel. Se describen los principales elementos de drenaje para evacuar el agua de escorrentía e infiltración recogidas en el interior del mismo.

El sistema de drenaje principalmente se diseña separativo. Los colectores de infiltración o aguas limpias se localizan en los laterales del túnel, bajo los andenes y aceras de evacuación. Los colectores centrales se encargan de las aguas sucias procedentes de vertidos en la propia vía.

En zonas donde la plataforma queda a cielo abierto se dispone de una cuneta longitudinal de hormigón prefabricado con dimensiones 40 cm de ancho y 45 cm de alto.

La red de colectores dispondrá de arquetas de registro cada 50 m de longitud, igualmente en los cruces transversales. Estos registros sirven de recogida de agua de los caces, colectores y drenes, asegurando, a la vez, la inspección y conservación de los dispositivos de desagüe enterrados.

Drenaje del túnel

Para ambas alternativas el sistema de drenaje es idéntico, únicamente varía lo siguiente:

- En la alternativa 1 la vía de mercancías y la vía de viajeros transcurren en dos túneles en la zona de la estación de viajeros, por lo tanto, cada túnel tendrá sus propios colectores siendo uno de doble vía y otro de vía única.

- En la alternativa 2 la vía de mercancías y la vía de viajeros transcurren en un mismo túnel, separamos por un muro, por lo que el sistema de drenaje será de vía triple al igual que en vía doble.

El sistema de drenaje del túnel es separativo recogiendo las aguas de escorrentía de la plataforma a través de canaletas y sumideros sifónicos cada 50 m que desaguan en un colector de 400 mm. Las aguas de infiltración se recogen en los colectores laterales de 300 mm con arquetas de registro cada 50 m situados localizados en los laterales del túnel. Los colectores generalmente serán en hormigón prefabricado.

El sistema descrito se define de la siguiente forma:

- Las aguas de infiltración del terreno recogidas por la lámina impermeabilizante y las medias cañas se recogen en dos drenes de diámetro 110 mm situados en la base de los hastiales del revestimiento. A través de tubos de PVC transversales se recoge en las arquetas laterales y se canaliza por medio de los colectores laterales de diámetro 300 mm situados bajo las aceras o andenes, los cuales conducirán el caudal por gravedad hacia la salida del túnel.
- En cuanto al drenaje de plataforma de vía doble y triple en el túnel, el agua se capta a través de canaletas con rejilla y caces ranurados (25 cm) y se recoge en arquetas sifónicas cada 50 m, conectadas al colector central de 400 mm de diámetro. Se desagua hacia la misma salida del túnel por gravedad con diámetro suficiente para evacuar 150 l/s. La posición de los caces variará del lado izquierdo o derecho del túnel según el peralte de la vía en placa y conectan con el colector central a través de sumideros de 30 cm y tubos de 200 mm.

El caudal de aguas sucias, procedente de vertidos de zonas de tránsito de trenes de viajeros y de mercancías, se acumula en un depósito en la zona del Punto de Evacuación y Rescate (PER-1) para posteriormente ser retirados y gestionados por empresa autorizada.

El caudal de aguas limpias será desaguado en el medio receptor natural (rio Cadagua) a la salida del túnel en el P.K. 0+147. Para ello se dispone de un colector transversal de hormigón que recoge ambas márgenes.

Cabe destacar que la caverna de la estación se diseña con una sección mayor a la del túnel en mina ferroviario y afecta al encaje de la rasante de los colectores entre los PP.KK. 0+635 y 0+770. Se plantea la solución de incorporar macizos de hormigón que sirvan de apoyo a los colectores longitudinales para salvar la diferencia de altura para hacer posible la conexión aguas arriba y aguas abajo de la zona de la estación.

La ubicación de todos los elementos de drenaje está representada en las secciones tipo del "Documento Nº 2: Planos".

Drenaje de los accesos

Se realizan dos cañones de acceso a la estación; dos túneles con rampas y escaleras mecánicas, y otra entrada mediante el pozo del ascensor.

En las bocas de entrada de los accesos se colocará una canaleta con rejilla transversal a la sección y se realizará su desagüe por gravedad hacia el colector de infiltración del túnel. Además, los accesos dispondrán de colectores de 110 mm de PVC y canaletas con pendiente hacia el túnel principal. Igualmente estarán conectados los fosos de las escaleras y rampas mecánicas.

Las aguas recogidas en el foso del ascensor desaguan al exterior a través de una línea de impulsión por el hueco del ascensor, salvando la diferencia de altura hasta una arqueta de rotura de carga, para su posterior evacuación a la red municipal cercana. La línea de impulsión estará dotada de una válvula antirretorno, un carrete de desmontaje y válvula compuerta que impide el retorno de caudal una vez parada la bomba, además de impedir la eventual entrada de agua procedente del exterior en la arqueta de bombeo.

El drenaje del hueco de ventilación conectado al exterior se resuelve con una canaleta contra bordillo en la parte alta, desaguando mediante un tubo bajante de 110 mm de PVC a conectar con el colector de 300 mm de aguas limpias en la caverna de la estación.

En el acceso a la subestación eléctrica se prevé una cuneta tipo rectangular de hormigón de 0,40 x 0,45 m, misma sección que junto a la plataforma de vía para evitar el encharcamiento en la zona de vía.

7.3.3.3 Depósitos de vertido

El objeto del depósito es almacenar los vertidos líquidos de limpieza y extinción de incendios con el fin de dotar a la red de un sistema separativo en la plataforma de vía en placa.

Con el fin de minimizar la ocupación, en las dos alternativas el depósito se sitúa en el exterior al túnel en el Punto de Evacuación y Rescate (PER-1).

Se proyecta soterrado de dimensión rectangular 10 x 5 m y altura de nivel de agua de 3 m para recoger las aguas sucias procedentes del túnel.

El recinto de hormigón armado es visitable mediante trampilla y pates de acceso desde la cota superior con espacio suficiente para maniobrar en su interior.

7.4 Estudio funcional

En el presente apartado se analiza la viabilidad funcional de las configuraciones de vías correspondientes a las alternativas propuestas para la integración urbana de la Red de Ancho Métrico en el barrio de Zorrotza, de forma que se pueda verificar el cumplimiento de las necesidades operativas de ésta, así como la identificación de ventajas e inconvenientes de cada una de ellas para dar servicio a las necesidades futuras de tráfico de viajeros y mercancías por la variante.

7.4.1 Operativa actual de la estación

La línea de ancho métrico 08-780 Santander-Bilbao La Concordia atraviesa en superficie el barrio de Zorrotza, dividiéndolo físicamente, y concentrando la permeabilidad transversal en dos pasos a nivel urbanos.

Por el paso a nivel de Zorrotza (P.K. 113+088 según kilometración antigua y P.K. 644+160 según nueva kilometración), situado junto a la estación de FEVE de Zorrotza, discurre la carretera BI-3742. Está situado en pleno casco urbano, bajo el viaducto de la autopista A-8 y cerca de dos colegios, en una zona muy transitada. Por el paso a nivel de Zorrozgoiti (P.K. 112+856 según kilometración antigua y P.K. 643+926 según nueva kilometración) cruza el camino del mismo nombre.

La estación de ADIF de ancho métrico de Zorrotza es servida por trenes de Cercanías que operan entre Bilbao y Balmaseda y por trenes de Media Distancia hacia Santander y León. También transitan a través de la estación trenes de mercancías que circulan entre Aranguren y Ariz, provenientes tanto desde la estación de Balmaseda Mercancías como de la propia línea Santander-Bilbao.

En la actualidad se cuenta con 63 trenes diarios de viajeros y 4 trenes diarios de mercancías entre ambos sentidos de circulación.

Estación de viajeros

La explotación comercial de los servicios de Cercanías y Media Distancia se efectúa sobre las dos vías de la estación (vías 1 y 2) con uso diferenciado:

- Vía 1: servicios que operan en sentido Bilbao.
- Vía 2: servicios que operan en sentido Santander.

De forma ordinaria no se realizan servicios con dobles composiciones, sólo en circunstancias especiales.

Mercancías

Al igual que en el caso de los viajeros, la explotación de servicios de mercancías se efectúa sobre las dos vías de la estación (vías 1 y 2) con uso diferenciado:

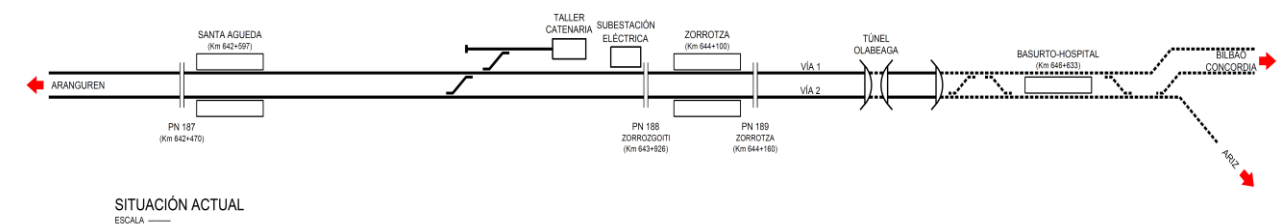
- Vía 1: servicios que operan en sentido Bilbao.
- Vía 2: servicios que operan en sentido Santander.

Los servicios de mercancías son pasantes, no realizan parada en la estación.

Otras dependencias

Junto al paso a nivel del camino de Zorrozgoiti existe una subestación eléctrica de la línea de Ancho Métrico, así como una Base de Mantenimiento de Catenaria, dotada de una vía con nave-almacén, zona de acopio de materiales, aparcamiento y zona de oficinas.

La configuración de vías actual de la estación de Zorrotza es la siguiente:



Esquema de vías actual

7.4.2 Infraestructura de referencia proyectada

El soterramiento necesario para la supresión de los pasos a nivel situados en el barrio de Zorrotza obliga a proyectar una reposición de la estación, de forma que esta permita mantener el funcionamiento actual.

Además, debido a la liberación de los terrenos ferroviarios en la línea actual que queda fuera de servicio, es necesario la reposición de la subestación eléctrica y de la base de mantenimiento de catenaria actual.

Con este fin se describen a continuación las características generales de carácter funcional que definen las soluciones propuestas. En este sentido, se han desarrollado dos alternativas para la estación y tramo soterrado, mientras que para la reposición de la base de mantenimiento de catenaria y subestación eléctrica la solución es única para ambas alternativas.

Alternativa 1. Vía de mercancías segregada de la estación de viajeros en túnel independiente

En la variante de trazado de la Alternativa 1 se diseña una nueva estación de viajeros en caverna que cuenta con doble vía y dos andenes laterales. A la altura de la estación se construye un túnel independiente de vía única para el tránsito de trenes de mercancías.

La longitud de los andenes es de 100 metros, permitiendo así el estacionamiento de trenes de viajeros de las series 524/527 de Renfe (media distancia) y de la serie 436 de Renfe (cercanías) en doble composición.

A ambos lados de la estación se ha proyectado un desvío y un escape entre las vías 1 y 2.

Alternativa 2. Vía de mercancías segregada de la estación de viajeros por muro vertical

En la variante de trazado de la Alternativa 2 se diseña una nueva estación de viajeros en caverna, que al igual que en la alternativa 1, cuenta con doble vía y dos andenes laterales. La diferencia con respecto a la alternativa 1 se produce en que la vía de mercancías está integrada en el mismo túnel en caverna, pero separada de la estación de viajeros por un muro vertical.

Como en la alternativa 1, la longitud de los andenes es de 100 metros, permitiendo así el estacionamiento de trenes de viajeros de las series 524/527 de Renfe (media distancia) y de la serie 436 de Renfe (cercanías) en doble composición.

Igualmente, a ambos lados de la estación se ha proyectado un desvío y un escape entre las vías 1 y 2.

Base de mantenimiento de catenaria y subestación eléctrica

Debido a la liberación de los terrenos ferroviarios en el tramo de la línea actual que queda fuera de servicio tras la construcción del soterramiento (del P.K. 643+250 al P.K. 645+209), es necesario la reposición de la subestación eléctrica y de la base de mantenimiento de catenaria que se localizan junto al paso a nivel del camino de Zorrozoiti.

Para la reubicación de estas instalaciones, se ha elegido una parcela situada junto a la estación de Santa Águeda, entre la línea del ferrocarril y la carretera BI-3742.

El acceso a la base de mantenimiento se realiza a través de un escape situado antes del Paso a Nivel de Santa Águeda y un desvío ubicado a continuación del andén de la vía 2 de la Estación de Santa Águeda.

7.4.3 Definición del escenario de referencia (tráficos)

En el estudio no se prevé un incremento de las circulaciones actuales, al ser obligaciones de servicio público (OSP) reguladas por el contrato entre la Administración General del Estado y RENFE para el período 2018-2027. Se describen a continuación las circulaciones con tránsito por la estación de Zorrotza.

Viajeros:

Las circulaciones para un día laborable son:

- Servicios de cercanías entre Bilbao y Balmaseda: 54 circulaciones al día, 28 de ellas en el sentido Bilbao-Balmaseda y 26 en el sentido Balmaseda-Bilbao. Se prestan con unidades eléctricas de la serie 436 (composición M-M y longitud de 35,3 metros).
- Servicios de media distancia hacia Santander y León: 9 circulaciones al día, 5 de ellas hacia Bilbao, 3 hacia Santander y 1 hacia León. Se prestan con unidades diésel de las series 524 y 527 (composición M-M y longitud de 35 metros).

Por otra parte, de acuerdo a la Declaración de ADIF de 2022, la longitud máxima autorizada de los trenes de viajeros que circulan en el entorno de Zorrotza es de 72 m y 250 m (básica y especial, respectivamente).

Mercancías:

Los trenes de mercancías que circulan actualmente a través de la estación de Zorrotza son:

- 4 trenes diarios, 2 por sentido de circulación, con unas longitudes máximas de 255 metros.

De acuerdo a la Declaración de ADIF de 2022, la longitud máxima autorizada de los trenes de mercancías que circulan en el entorno de Zorrotza es de 210 m y 380 m (básica y especial, respectivamente).

7.4.4 Operativa de la estación propuesta

Las alternativas que se proponen en este estudio consideran una estación subterránea en la que la vía dedicada a la circulación de los trenes de mercancías está separada físicamente y discurre por un lateral de las zonas de andén. Con esta configuración se consiguen las siguientes ventajas:

- Permite considerar en el estudio de evacuación de la estación en caso de incendio una potencia máxima de 15 MW (en lugar de los 30 MW para tráfico mixto), dando como resultado unas instalaciones más económicas y unos menores riesgos asociados a esta situación de emergencia.

- Por otro lado, la vía de mercancías lateral permite en la futura estación de viajeros la perspectiva de los dos andenes, asimilándola a una funcionalidad más acorde al resto de estaciones de transporte público ferroviario de Bilbao, y mejorando su confortabilidad.

Alternativa 1. Vía de mercancías segregada de la estación de viajeros en túnel independiente

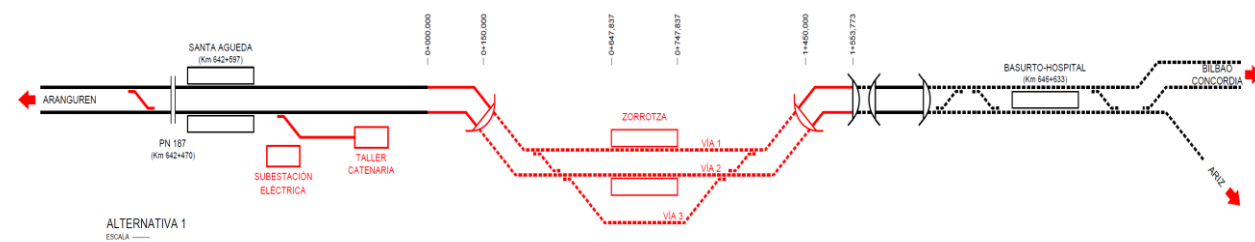
Con esta solución se evita que los tráficos de mercancías atraviesen la caverna de la estación diseñando un segundo túnel independiente de vía única de uso exclusivo de mercancías (By-pass), que cizallando la doble vía principal en los trayectos colaterales discurre al sur de la caverna de la Estación de viajeros.

La estación dispone de doble vía (vías 1 y 2) y dos andenes laterales de 100 metros de longitud útil. Por las vías de andén de la estación discurren exclusivamente trenes de viajeros:

- Vía 1: servicios que operan en sentido Bilbao.
- Vía 2: servicios que operan en sentido Santander.

Por otro lado, la vía 3 se reservará para los pasos directos de trenes de mercancías.

A ambos de la estación se ha proyectado un desvío y un escape entre las vías 1 y 2, permitiendo así el acceso a la vía 3. A continuación se incluye el esquema funcional de la solución:



Esquema funcional de la Alternativa 1

El esquema funcional de esta alternativa implica que los trenes de mercancías sentido Bilbao tengan que cizallar la vía de viajeros sentido Balmaseda para sortear el tramo de Estación por el túnel de mercancías sur.

A esto hay que añadir que el túnel de mercancías es de vía única, lo cual es condicionante en la configuración de mallas de circulación y podría limitar la capacidad.

Tal y como se ha indicado en el apartado anterior, los tráficos futuros serán iguales a los actuales. En este sentido, se han analizado las mallas de circulación de la situación actual de un día tipo y se puede concluir que no se reduce la capacidad de la línea en este tramo, siendo necesario únicamente retrasar la espera del tren de mercancías 73565 en la estación de Aranguren durante

unos minutos, para que no se produzca su cruce con el tren de viajeros 71534 a la altura de la estación de Zorrotza.

La longitud útil de la vía de mercancías es de 580 metros.

Alternativa 2. Vía de mercancías segregada de la estación de viajeros por muro vertical

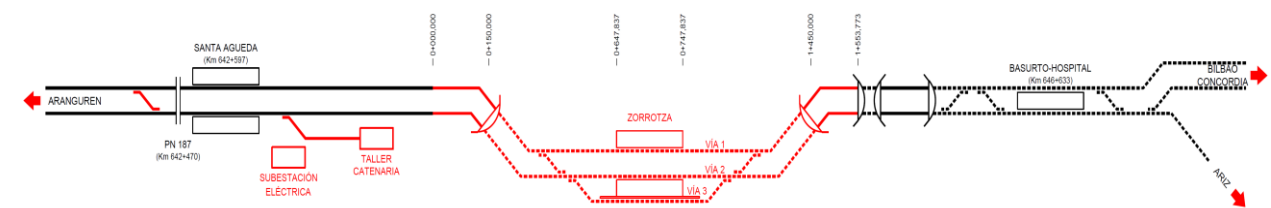
En este caso se ha estudiado una solución de estación en caverna común para los trenes de viajeros y de mercancías, discurrendo los trenes de mercancías por una vía lateral que está separada por un muro vertical de la estación de viajeros.

La caverna de la estación dispone de triple vía y dos andenes de 100 metros de longitud útil, que dan servicio a las dos vías de viajeros:

- Vía 1 (vía lateral norte): servicios que operan en sentido Bilbao.
- Vía 2 (vía central): servicios que operan en sentido Santander.

La vía lateral sur (vía 3) es de uso exclusivo de mercancías y está separada de los dos andenes y vías de viajeros mediante un muro vertical dentro del tramo de caverna de la estación.

A ambos de la estación se ha proyectado un desvío y un escape entre las vías 1 y 2, permitiendo así el acceso a la vía 3. A continuación se incluye el esquema funcional de la solución:



Esquema funcional de la Alternativa 2

El esquema funcional es el mismo que el de la Alternativa 1. Los trenes de mercancías sentido Bilbao tienen que cizallar la vía de viajeros sentido Balmaseda para sortear las vías de viajeros en la estación por el lateral sur. La longitud de cizallamiento es prácticamente la misma debido a que los aparatos de vía están situados en casi la misma posición (hay una diferencia de 2,0 metros con respecto al desvío de la cabecera de entrada en la estación).

Al igual que en la Alternativa 1, la vía de mercancías es de vía única, lo cual es condicionante en la configuración de mallas de circulación y podría limitar la capacidad.

Tal y como se ha indicado en el apartado anterior, los tráficos futuros serán iguales a los actuales. En este sentido, se han analizado las mallas de circulación de la situación actual de un día tipo y se puede concluir que no se reduce la capacidad de la línea en este tramo, siendo necesario

únicamente retrasar la espera del tren de mercancías 73565 en la estación de Aranguren durante unos minutos, para que no se produzca su cruce con el tren de viajeros 71534 a la altura de la estación de Zorrotza.

La longitud útil de la vía de mercancías es de 595 metros.

7.4.5 Conclusiones

La funcionalidad ferroviaria de las dos alternativas es la misma.

En ambos casos, los trenes de mercancías sentido Bilbao tienen que cizallar la vía de viajeros sentido Balmaseda para sortear las vías de viajeros por uno de los laterales.

Además, la vía de mercancías de vía única, con una longitud útil de 580 y 595 metros para las alternativas 1 y 2 respectivamente, condiciona la configuración de mallas de circulación. No obstante, se permite satisfacer las necesidades de transporte ferroviario actuales, considerando el número de servicios prestados bajo los mismos horarios, con la única salvedad de tener que retrasar la espera del tren de mercancías 73565 en la estación de Aranguren durante unos minutos, para que no se produzca su cruce con el tren de viajeros 71534 a la altura de la estación de Zorrotza.

7.5 Trazado, plataforma y superestructura

7.5.1 Trazado

7.5.1.1 Marco normativo

La normativa de referencia para el diseño del trazado de una línea de ancho métrico es la siguiente:

- La Norma NFI VIA 002 de FEVE (1999).
- La Norma NFI ANDENES 002 de FEVE (1999).
- La norma NAP 1-2-1.0 "METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DEL TRAZADO FERROVIARIO" de ADIF (1ª edición de enero de 2021).

En base a esto, los parámetros de diseño adoptados en el estudio se describen detalladamente en el "Anejo Nº 6: Trazado, plataforma y superestructura".

7.5.1.2 Velocidades

Las velocidades objetivo se establecen atendiendo a la proximidad o lejanía de la estación, así como en función del carácter de la vía.

En este sentido, la velocidad se encuentra enormemente condicionada por el trazado en forma de herradura de la línea ferroviaria actual y la necesidad de implantar alineaciones rectas para ubicar los andenes de la estación subterránea de Zorrotza y los aparatos de vía de acceso a la vía exclusiva de mercancías, provocando que los radios de entrada y salida de la estación sean muy reducidos, y por lo tanto sus velocidades. No obstante, debido a la parada de todas las circulaciones de viajeros en la estación, este hecho no resultará un problema.

A continuación se incluye una tabla con la velocidades de diseño alcanzadas para cada una de las vías, en ambas alternativas:

ALTERNATIVA	EJE	VÍAS	P.K. INICIAL	P.K. FINAL	VELOCIDAD (KM/H)
1	1	1 y 2	0+000,000	0+200,575	75
			0+200,575	1+080,063	55
			1+080,063	1+553,773	75
	2	3	0+000,000	0+663,938	50
2	5	1 y 2	0+000,000	0+200,575	75
			0+200,575	1+080,063	55
			1+080,063	1+553,773	75
	6	3	0+000,000	0+698,030	45

Tal y como se desprende de la tabla anterior, las alternativas 1 y 2 cuentan con las mismas velocidades para el trazado de las vías de viajeros (vías 1 y 2), existiendo la única diferencia en la velocidad de la vía exclusiva para mercancías (vía 3), que en el caso de la alternativa 2 es de 5 km/h inferior.

Para la vía de acceso a la base de mantenimiento de catenaria, la velocidad está determinada por la única curva de que consta este acceso, siendo de 29 km/h. Debido a la escasa longitud de esta vía con topera en su punto final, este valor tan reducido no resultará un inconveniente.

7.5.1.3 Secciones tipo

Vía doble en balasto

- Entrevía: 3,5 m.
- Ancho de plataforma: 11,5 m.
- Espesor de balasto: 25 cm (bajo traviesa)
- Hombro de balasto: 0,9 metros
- Talud de hombro de balasto: 5H:4V
- Espesor de subbalasto: 20 cm
- Espesor de capa de forma: 35 cm
- Distancia horizontal de eje de vía a poste: 2,5 metros
- Distancia horizontal de eje a canaleta: 3 m.
- Cuneta de desmonte: rectangular de 0,4 x 0,4 metros y 0,1 metros de espesor.
- Talud de desmonte: 3H:2V
- Talud de terraplén: 2H:1V

Vía única en balasto (acceso a la base de mantenimiento de catenaria)

- Ancho de plataforma: 7,5 m
- Espesor de balasto: 25 cm (bajo traviesa)
- Hombro de balasto: 0,9 m
- Talud de hombro de balasto: 5H:4V
- Espesor de subbalasto: 20 cm
- Espesor de capa de forma: 35 cm
- Distancia horizontal de eje de vía a poste: 2,5 m
- Distancia horizontal de eje a canaleta: 3 m
- Cuneta de desmonte: rectangular de 0,4 x 0,4 metros y 0,1 metros de espesor.
- Talud de desmonte: 3H:2V
- Talud de terraplén: 2H:1V

Vía doble en placa en túnel en mina

- Entrevía: 3,5 m
- Sistema de vía en placa: Stedef
- Anchura de paseo: 1,56 metros a derecha e izquierda
- Distancia de eje de vía a borde de paseo: 1,82 metros a derecha e izquierda
- Anchura máxima de la sección de túnel: 10,28 metros

Vía única en placa en túnel en mina (túnel de mercancías)

- Sistema de vía en placa: Stedef

- Anchura de paseo: 1,56 metros a derecha e izquierda. El izquierdo es utilizado para evacuación.
- Distancia de eje de vía a borde de paseo: 1,82 metros a izquierda y 1,76 metros a derecha
- Anchura máxima de la sección de túnel: 6,81 metros

Vía triple en placa en túnel en mina

- Entrevía para ejes de viajeros: 3,5 m
- Entrevía para ejes de viajeros-mercancías: variable
- Sistema de vía en placa: Stedef
- Anchura de paseo: 1,57 metros a derecha e izquierda y variable para central
- Distancia de eje de vía a borde de paseo: 1,81 metros en eje de viajeros y derecho de mercancías, siendo de 1,75 metros para el izquierdo de mercancías.
- Anchura máxima de la sección de túnel: Variable 12,03-22,03 metros.

Vía doble en placa en caverna de estación (Alternativa 1)

- Entrevía: 3,5 m
- Sistema de vía en placa: Stedef
- Distancia horizontal de eje de vía a borde de andén: 1,45 metros
- Distancia vertical de cota de carril a bordillo de andén: 1,05 metros
- Anchura de andén: 4,55 metros
- Anchura máxima de la sección de caverna: 16,4 metros

Vía triple en placa en caverna de estación (Alternativa 2)

- Entrevía para ejes de viajeros: 3,5 m
- Sistema de vía en placa: Stedef
- Distancia horizontal de eje de vía de viajeros a borde de andén: 1,45 metros
- Distancia vertical de cota de carril de viajeros a bordillo de andén: 1,05 metros
- Anchura de andén: 4,55 metros
- Distancia de eje de vía de mercancías a borde de paseo: 1,75 metros
- Anchura máxima de la sección de caverna: 21,8 metros

7.5.1.4 Justificación del cumplimiento de la normativa

7.5.1.4.1 Trazado en planta

Variante de trazado ferroviario. Alternativas 1 y 2

Tal y como se ha indicado en apartados anteriores, para radios inferiores a los 200 metros es necesario que la vía cuente con un sobreebanco. A continuación se incluye una tabla con los anchos de vía necesarios en función del radio diseñado en las dos alternativas:

RADIO (m)	ANCHO DE VÍA (mm)
125	1.010
140	1.010
155	1.005
160	1.005
180	1.005

El trazado en planta de la vía de viajeros+mercancías (vías 1 y 2) de las alternativas 1 y 2 es el mismo. Cuenta con un radio mínimo de 160 metros en la entrada y salida de la estación, que cumple para una velocidad de 55 km/h para valores de referencia de la norma. El resto del trazado, más alejado de la estación, cumple para 75 km/h.

En cuanto a la vía exclusiva de mercancías (vía 3), el radio mínimo adoptado es de 140 m para la alternativa 1 y de 125 m para la alternativa 2. Con estos valores, las velocidades que se pueden alcanzar son de 50 y 45 km/h para las alternativas 1 y 2 respectivamente, en ambos casos para los valores de referencia de la normativa. Estas velocidades son superiores a las que permite el desvío de acceso a esta vía (DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D/I), que es de 40 km/h.

Acceso a la base de mantenimiento

El acceso a la base de mantenimiento está constituido por un único radio de valor 100 metros y una recta hasta llegar a la nave-almacén, cumpliendo para una velocidad de 29 km/h. Además, la conexión con la vía 2 se lleva a cabo a través de un desvío del tipo DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D, cuya velocidad por vía desviada es de 40 km/h.

7.5.1.4.2 Trazado en alzado

Variante de trazado ferroviario. Alternativas 1 y 2

El trazado en alzado se ha diseñado de manera que no condiciona en ningún momento el trazado en planta, cumpliendo en todo momento para una velocidad superior a 20 km/h los resultados obtenidos del trazado en planta.

Con respecto al trazado en alzado, con las Alternativas 1 y 2 no se incrementa el valor de la rampa característica actual en el trayecto Irauregui-Basurto (20 milésimas), y tampoco el del corredor que cuenta con un valor máximo de 20 milésimas en el trayecto Carranza-Villaverde de Trucíos, de acuerdo a la Declaración sobre la Red de ADIF.

Acceso a la base de mantenimiento

El acceso a la base de mantenimiento cuenta con dos pendientes de 1,3 y 0 milésimas, unidas por un acuerdo vertical de parámetro 15.503 metros. Con estos valores no se condiciona el trazado en planta.

7.5.2 Estudio de gálidos

Gálido de implantación de obstáculos

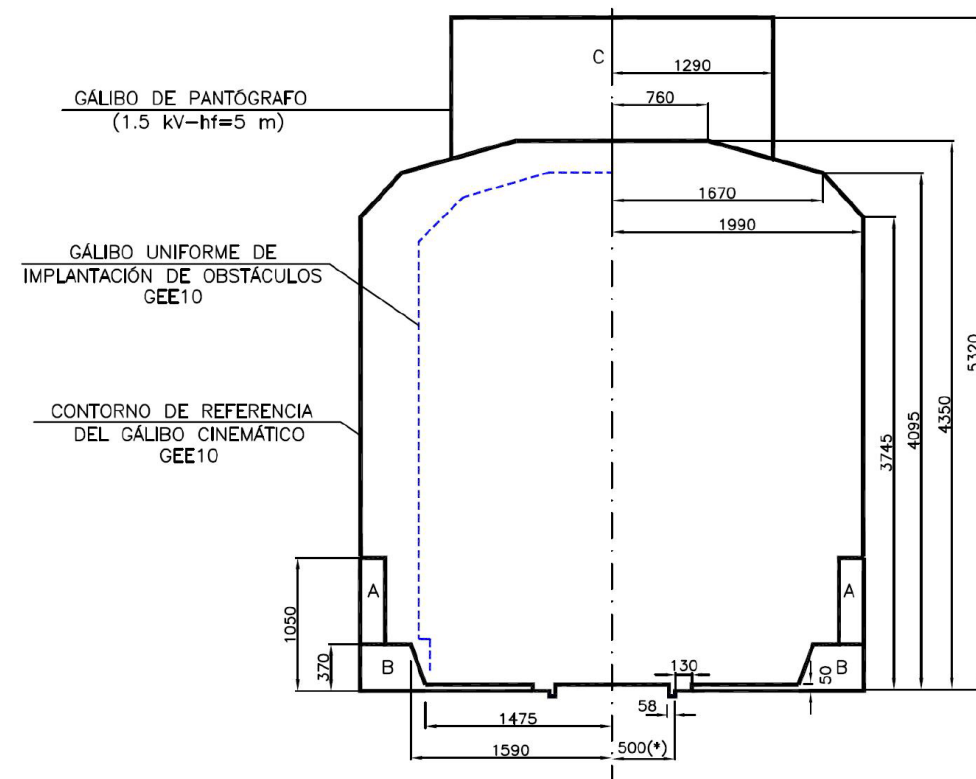
La *Instrucción Ferroviaria de Gálidos* marca que para líneas en las que la explotación se realice en ancho métrico, el gálido a implantar será el GEE10.

Con el fin de establecer el gálido de implantación de obstáculos, se ha considerado lo recogido en el apartado 3.12.7. de la *Instrucción Ferroviaria de Gálidos*. A lo largo de todo el trazado del proyecto de duplicación de vía, se cumplen las siguientes hipótesis:

- Radio mínimo en planta: $R = 100$ m
- Radio mínimo de acuerdo vertical: $R_v = 2.000$ m
- Sobreebanco máximo: 30 mm
- Peralte máximo: $D = 0,110$ m
- Insuficiencia de peralte máxima: $I_{max} = 0,070$ m
- Vía en balasto.

En las secciones tipo en túnel se ha diseñado vía en placa, siendo este caso más favorable que el de balasto para el cálculo del gálido de implantación de obstáculo.

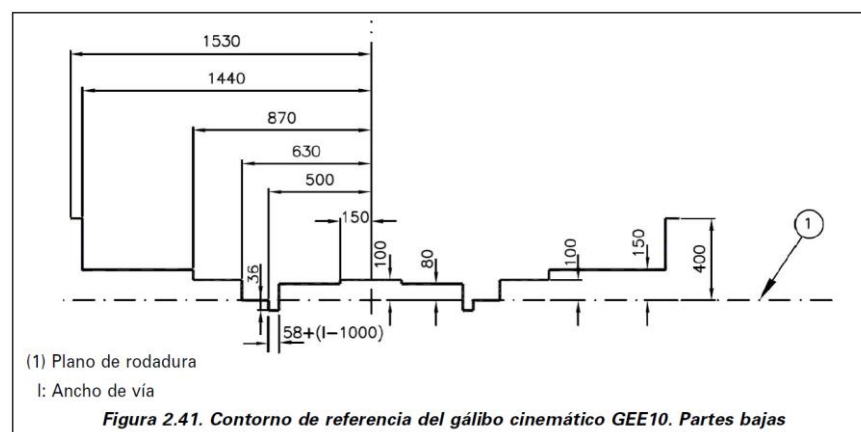
De esta manera, se puede adoptar como gálido uniforme de implantación de obstáculos GEE10 el recogido en la figura 3.35 de la *Instrucción*, el cual se incluye a continuación:



Gálibo uniforme de implantación de obstáculos GEE10 de acuerdo a la Instrucción Ferroviaria de Gálivos

Este gálibo (salvo el del pantógrafo) es el que se ha utilizado para verificar todas las distancias a obstáculos del trazado proyectado.

Para las partes bajas se ha utilizado el contorno de referencia del gálibo cinemático GEE10. A continuación se incluye una imagen de este contorno sacada de la *Instrucción Ferroviaria de Gálivos*.



Contorno de referencia del gálibo cinemático para partes bajas

Gálibo en aceras de evacuación

De acuerdo al apartado 3.7.3. de la Instrucción Ferroviaria de Gálivos, el borde del pasillo de evacuación estará situado en el límite del gálibo nominal de implantación de obstáculos, para la posición más desfavorable del peralte. Los cálculos del gálibo nominal están incluidos en el "Anejo Nº 6: Trazado, plataforma y superestructura".

Gálibo del pantógrafo

Para el cálculo del gálibo del pantógrafo se han considerado dos alturas del hilo de contacto:

- Hc de 4,75 m: de manera general.
- Hc de 4,50 m: en la zona de caverna de la estación. En este tramo se ha reducido la altura del hilo de contacto para poder pasar bajo la mezzanina de la estación y cuartos técnicos.

Todos los cálculos se incluyen en el Apéndice 6 del "Anejo Nº 6: Trazado, plataforma y superestructura".

7.5.3 Plataforma

La plataforma tiene como función proporcionar apoyo a la vía y a los dispositivos destinados a controlar el movimiento de los trenes para que la explotación pueda realizarse eficazmente.

Según la Instrucción para el Proyecto y Construcción de Obras Ferroviarias IF-3, aprobada mediante la Orden FOM/1631/2015 de 14 de julio, no sólo se incluye la calidad del suelo soporte para determinar el espesor mínimo de la capa de forma, sino también la clase portante de la plataforma que se quiera disponer (P1, P2 ó P3) y la calidad del material que la va a conformar (con suelo QS1, QS2 ó QS3).

Debido al carácter definitivo de la actuación y al tráfico esperable durante la vida útil de las vías objeto del presente estudio informativo, se ha propuesto un tipo de plataforma P3.

Al considerar la capa de subbalasto imprescindible para poder tener un adecuado sistema de drenaje en las vías, se opta por disponer:

- 25 cm de balasto bajo traviesa.
- 20 cm de subbalasto.
- 35 cm de capa de forma.

7.5.4 Superestructura

Los objetivos primordiales de los diferentes elementos que constituyen la superestructura de la vía son:

- Por un lado, servir de guía a los trenes durante su desplazamiento.
- Por otro, transmitir las cargas estáticas y dinámicas que soportan las ruedas a la plataforma, a través del conjunto de sus componentes.

Junto a estas dos funciones principales, debe cumplir con otras de muy diferente condición, como las relacionadas con las instalaciones de seguridad (delimita los cantones en que divide la línea) o con la electrificación (sirve como vehículo para el retorno de la corriente eléctrica).

7.5.4.1 Vía en balasto

Balasto tipo 2

El balasto tipo 2 es el empleado para los sistemas ferroviarios de Red Convencional (< 200 km/h) con Coeficiente de Resistencia a la Fragmentación "Los Ángeles" (CLA) no superior a 16%.

Se ha definido la cota de cabeza de carril sobre el eje de la plataforma de manera que permita, como norma general, la colocación de un espesor mínimo de 25 cm de balasto bajo traviesa en el eje de carril.

La piedra partida procederá de la extracción, machaqueo y cribado de bancos sanos de canteras de roca dura de naturaleza silíceo, de origen ígneo o metamórfico, no aceptándose el balasto de naturaleza caliza o dolomítica, o el procedente de rocas sedimentarias o cantos rodados, ni con fragmentos de madera, carbonosos u otras materias orgánicas, ni el que contenga plásticos o metales. Se prohíben los suministros de balasto procedentes de la mezcla de rocas de diferente naturaleza geológica.

Traviesas tipo DW

La traviesa a instalar será tipo DW, para ancho 1.000 mm y carril 54-E1.

Esta traviesa es monobloque de hormigón pretensado con armaduras pretesas o postesas, con 4 casquillos o vainas de anclaje modelo PLASTIRAIL 22-115 para para sujeción HM-PLASTIRAIL o bien vainas SDÜ-21 para sujeción VOSSLOOH-HM, que se colocan en los moldes antes del hormigonado de la traviesa en cualquiera de las modalidades de fabricación para que queden embutidos en la misma.

Entre dos ejes de traviesas contiguas la separación es de 0,6 metros.

Las características geométricas más relevantes de la traviesa tipo DW son las siguientes, y se representan en el Documento Nº 2. Planos:

- Longitud: 1,9 metros.
- Peso aproximado: 177 Kg.
- Anchura máxima en la base: 260 mm.
- Altura en la sección bajo eje de carril: 185 mm.
- Altura en la sección central: 175 mm.
- Altura de la traviesa en el extremo: 209 mm.
- Inclinación del plano de apoyo del carril: 1/20.

Carril 54-E1

El carril es del tipo 54-E1 de calidad 260. Llega a obra en forma de barras elementales de 18 metros laminadas. Una vez en vía se conforman las barras largas soldadas definitivas mediante soldadura aluminotérmica.

Sus características son las siguientes, referidas a la Norma Europea CEN/TC256/WG4 "Flat Bottom symmetrical railway rails 46 kg/m and above" (Carriles simétricos de base plana de 46 kg/m y superiores) de Marzo de 1998:

- Perfil del carril: clase X.
- Enderezado: clase A.
- Grado del acero: 260 (Carbono-Manganeso).
- Resistencia a tracción: $R_m \geq 880 \text{ N/mm}^2$.
- Dureza: 260/300 HBW.
- Alargamiento: $A \geq 10\%$.

7.5.4.2 Vía en placa

Para el tramo de vía que discurre en túnel, se ha previsto la ejecución de vía en placa en lugar de sobre balasto como se proyecta en los tramos a cielo abierto.

De entre todos los sistemas existentes se propone el sistema Stedef con el fin de reducir las vibraciones.

Las traviesas a instalar son del tipo bi-bloque, protegidas por una cazoleta elástica de caucho, y reposando sobre una suela microcelular elástica atenuadora de vibraciones. El conjunto del elastómero y la placa principal realizan las funciones del balasto. Estos bloques presentan una forma más o menos rectangular.

La distancia entre traviesas será de 0,6 m y las sujeciones son elásticas del tipo SKL-1.

7.5.4.3 Transiciones

La configuración de las transiciones entre vía en placa y vía con balasto requerirá un diseño especial por la diferencia de rigideces entre una superestructura y otra.

Esta zona de transición abarcará una longitud mínima de $0,4 V$ (en metros), siendo V la velocidad del tramo en km/h.

En esta zona no deberán efectuarse cruces transversales a la vía para conducciones.

7.5.4.4 Aparatos de vía

A continuación, se listan todos los aparatos empleados en el Estudio, para cada una de las alternativas:

	Número JCA	Matrícula	Configuración	Emplazamiento
ALTERNATIVA 1	1	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D	Escape	Vía 1 (0+327,141)
	2	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D	(entreeje 3,5 m)	Vía 2 (0+377,781)
	5	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D	Desvío simple	Vía 2 (0+385,838)
	6	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-I	Desvío simple	Vía 1 (1+103,160)
	3	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-I	Escape	Vía 2 (1+111,236)
	4	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-I	(entreeje 3,5 m)	Vía 1 (1+161,859)
ALTERNATIVA 2	8	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D	Escape	Vía 1 (0+327,141)
	9	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D	(entreeje 3,5 m)	Vía 2 (0+377,781)
	17	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D	Desvío simple	Vía 2 (0+387,836)
	21	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-I	Desvío simple	Vía 2 (1+103,181)
	10	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-I	Escape	Vía 2 (1+111,236)
	11	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-I	(entreeje 3,5 m)	Vía 1 (1+161,859)
BASE DE MANTENIMIENTO	13	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D	Escape	Vía 1 (642+401,760)
	14	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D	(entreeje 3,5 m)	Vía 2 (642+449,421)
	12	DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-D	Desvío simple	Vía 2 (0+000)

En la tabla anterior, los PP.KK. del escape de acceso a la base de mantenimiento están referidos con respecto a la vía actual. En el resto de los casos se corresponden con los del eje en los que están situados.

Se ha diseñado en todos los casos el mismo aparato de vía, con las siguientes características:

- Matrícula: DSMH-B1-54-190-1:10,5-CR-I/D.
- Longitud total: 22,322 m
- Distancia centro matemático-talón: 15,377 m
- Velocidad por vía directa: 80 km/h
- Velocidad por vía desviada: 40 km/h

Los escapes están constituidos por dos desvíos simples, con un entreeje en todos los casos de 3,5 metros.

7.5.4.5 Toperas de hormigón

En el punto final de la vía de acceso a la base de mantenimiento de catenaria es necesario disponer una topera.

Los materiales empleados para los distintos elementos de la topera de hormigón son:

- Soleras, zapatas y alzados, se ejecutan con hormigón HA-25.
- Estructura metálica mediante carriles de segundo uso.

Las toperas se componen de dos elementos fundamentales, el dado de hormigón y los topes. El dado de hormigón constituye el cuerpo de choque de la topera. La altura de los ejes de los topes medida desde la cara superior de los carriles es de 1,25 m.

7.5.4.6 Piquetes de vía

De acuerdo con la Instrucción Ferroviaria de Gálidos "Orden FOM/1630/2015" de 14 de julio, en el caso de que la velocidad por vía directa sea igual o inferior a 120 km/h, el piquete se podrá situar a una distancia de cada vía, mayor o igual que la correspondiente al punto de intersección del galibo nominal sin márgenes de la vía directa con el galibo nominal sin márgenes de la vía desviada.

Esto es lo que ha considerado para los desvíos de acceso a la vía exclusiva de mercancías (vía 3). En este caso, la curva más restrictiva es de radio 140 m, en la que se obtiene un valor del galibo nominal sin márgenes de 1.659 mm.

Para la vía de acceso a la base de mantenimiento de catenaria, no se han realizado cálculos específicos, considerándose los valores que indica la Instrucción para gálibo GEE10:

- Gálibo GEE10 con $g' = 1,50$ m y $g'' = 1,30$ m, es decir $d'' = 3,80$ m.

En el caso de los escapes, y para entreejes menores a 4,0 m, el piquete se situará en la junta de contraagua.

7.6 Movimiento de tierras

En la siguiente tabla se expresan los volúmenes de tierras de rellenos que se conforman con material de la excavación y el volumen de excavación sobrante:

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
MATERIAL A RELLENO, PROCEDENTE DE LA EXC. (m ³)	7.087,7	7.087,7
MATERIAL EXCAVADO A CIELO ABIERTO (m ³)	50.125,7	50.125,7
MATERIAL EXCAVADO EN OBRAS SUBTERRÁNEAS (m ³)	178.105	172.685
EXCEDENTE TOTAL DE MATERIAL (m ³) sin CP	220.079,8	214.659,8
EXCEDENTE TOTAL DE MATERIAL (m³) con CP	308.111,8	300.523,8

Tabla de materiales sobrantes a vertedero. Alternativas 1 y 2

El material sobrante será trasladado a *Mina Bilbao* – Ortuella, cantera en activo que tiene un plan de restauración aprobado que contempla el empleo de tierras y rocas procedentes de excavación.

Las necesidades de material externo a la traza en el estudio se incluyen en la siguiente tabla:

DENOMINACIÓN	ZAHORRA (m ³)	CAPA FORMA (m ³)	SUBBALASTO (m ³)	BALASTO (m ³)
Grupo Emboquilles y accesos	3.013,3	994,6	565,7	784,8
Grupo subestación	4.316,8	144,6	81,1	95,3
TOTALES	7.330,1	1.139,2	646,8	880,1

Tabla de materiales necesarios de cantera. Alternativas 1 y 2

7.7 Estructuras

Las principales estructuras proyectadas están incluidas en las dos alternativas del trazado y son las siguientes:

- **Muro M-0.0 (D)**

Se trata de un Muro ubicado en la margen derecha de la plataforma desde el inicio del trazado hasta el Emboquille de Entrada.

El primer tramo del muro, hasta el P.K. 0+110 aproximadamente, está previsto que se ejecute desde la propia plataforma ferroviaria, por lo que se ha prediseñado una solución de muro ménsula convencional, que tendrá una altura máxima de unos 7,50 m.

Para el segundo tramo del muro, que va desde el P.K. 0+110 hasta el Emboquille de Entrada, se ha previsto una contención mediante pantallas de micropilotes cuya ejecución se realice desde la coronación del talud accediendo desde la carretera BI-3742. La altura máxima a excavar es de unos 13,50 m y se dispondrán varios niveles de anclajes que se irán ejecutando a medida que se vaya rebajando la cota.

- **Muro M-0.0 (I)**

Se trata de un muro ubicado en la margen izquierda de la plataforma al inicio del trazado antes de llegar emboquille de entrada, siendo su función el sostenimiento de la propia plataforma ferroviaria.

Se ha prediseñado una solución de muro ménsula convencional ejecutado a media ladera, con una longitud de 80 m, que tendrá una altura máxima de unos 7,00 m.

- **Muro M-1.4 (D)**

Se trata de un muro ubicado en el P.K. 1+450 del trazado, en su margen derecha, a continuación del emboquille de salida. Su función es sostener la ladera existente, permitiendo realizar la excavación necesaria para la ejecución del emboquille. La altura máxima de excavación es de aproximadamente 16 m.

Se ha previsto la ejecución de un muro mediante bataches anclados. Para ello, se accederá a la parte alta del talud desde la Avenida de Montevideo mediante el Camino de acceso al Emboquille de Salida proyectado, y se irán ejecutando y anclando los bataches según avance la excavación en sentido descendente. La altura máxima de batache prevista es de 2 metros.

- **Muro M-1.4 (I)**

Se trata de un muro ubicado en el P.K. 1+450 del trazado, en su margen izquierda a continuación del emboquille de salida.

El tramo inicial del muro, correspondiente a la Sección Tipo I, tiene como función la contención del terreno colindante a la plataforma. Para ello se ha diseñado un muro ménsula convencional con una altura máxima de 1,70 m.

El tramo final del muro, correspondiente a la sección Tipo II, tiene como función el sostenimiento de la propia plataforma protegiendo la Avenida de Montevideo. Para ello se ha diseñado un muro ménsula convencional con una altura máxima de 3,85 m.

- **Muro M-0.1 (D) / Base de Mantenimiento**

Se trata del muro perimetral a la parcela en la que se ubica la nueva base de mantenimiento de catenaria y subestación eléctrica, siendo la altura de excavación variable entre 3,80 y 14,80 m aproximadamente.

Se ha previsto una contención mediante pantallas de micropilotes cuya ejecución se realice desde la parte superior de la parcela accediendo desde la carretera BI-3742, y que cuenta con varios niveles de anclajes que se irán ejecutando a medida que se vaya rebajando la cota de la parcela.

- **Muro M-0.0 (I) / Base de Mantenimiento**

Esta estructura tiene como función contener el pie del talud del nuevo vial de acceso a la Base de Mantenimiento y Subestación Eléctrica, evitando que afecte el andén actual de la estación de Santa Águeda. Para ello se ha previsto la ejecución de un muro ménsula convencional que tendrá una altura máxima de aproximadamente 4,50 m.

Además de las anteriores, se ha previsto la ejecución de tres estructuras provisionales incluidas también en las dos alternativas:

- Muro M-0.0 (D) / Camino De Acceso A Plataforma Ferroviaria.
- Muro M-0.0 (D) / Camino De Acceso Al Emboquille De Salida.
- Muro M-0.0 / Camino De Acceso A Ventilación De Emergencia Sur.

7.8 Túneles y obras subterráneas

La mayor parte del trazado para la integración urbana del ferrocarril en Zorrotza es subterráneo, desarrollándose a lo largo de dos túneles en la Alternativa 1 o de un único túnel en el caso de la Alternativa 2.

En ambos casos, las actuaciones en superficie se reducen a los trabajos en los emboquilles de los túneles, infraestructuras auxiliares (salidas de emergencia, pozos de ventilación, etc.) y base de mantenimiento de catenaria y subestación eléctrica.

Las 2 alternativas que se proponen cuentan con un trazado bajo la zona de Siete Campas del barrio de Zorrotza, que permite la supresión de los dos pasos a nivel de Zorrozoiti y Zorrotza.

En las 2 alternativas propuestas el tráfico de mercancías se segrega del de viajeros a su paso por la estación y discurre por un lateral. En el caso de la Alternativa 1, esta segregación se lleva a cabo a través de un túnel independiente al sur de la estación, mientras que en la Alternativa 2, el tráfico de mercancías queda separado de la estación por un muro vertical.

7.8.1 Secciones tipo

Las secciones tipo diseñadas para los túneles proyectados son distintas para cada alternativa, incluyendo la sección tipo para la estación en caverna. Todas las secciones son de ancho de vía métrico.

En la siguiente tabla se definen todas las secciones tipo, dibujadas en el “Documento Nº 2: Planos”:

ALTERNATIVA	SECCIÓN TIPO	TIPO DE VÍA	ANCHURA MÁX (M)
ALTERNATIVA 1	5-6	ÚNICA	7,81
	3-4	DOBLE	11,28
	7	TRIPLE	14,93
	8	TRIPLE	17,63
	9	TRIPLE	20,33
	10	TRIPLE	23,33
	CAVERNA	DOBLE	17,40
ALTERNATIVA 2	3-4	DOBLE	11,28
	11	TRIPLE	13,03
	12	TRIPLE	14,78
	13	TRIPLE	16,43
	14	TRIPLE	18,08
	15	TRIPLE	19,73
	CAVERNA	TRIPLE	22,80

Secciones tipo de túneles

A estas secciones tipo se añaden las correspondientes a los cañones de acceso y salidas de emergencia, ambas comunes a las dos alternativas:

- Cañones de acceso: se usarán para los accesos a la estación. En el caso del cañón de acceso del Barrio Ignacio Miranda, se utilizará también como boca de ataque de los túneles.
- Salidas de emergencia: destinadas solamente a uso peatonal en situaciones de evacuación de emergencia.

Todas las secciones tipo tienen un revestimiento de 30 cm en clave y hastiales, que aumenta progresivamente hasta conectar con las zapatas, de sección 60 x 40 cm.

7.8.2 Proceso constructivo

El método de excavación a emplear estará condicionado por las características de la roca, así como por su coste económico, la existencia de zonas urbanizadas y la disponibilidad de espacios para instalaciones de obra.

Las rocas excavadas son de tipo detrítico de las formaciones Ereza y Tejera, formadas por areniscas y limolitas calcáreas. Sus características permiten utilizar métodos de constructivos de dos tipos:

- Mediante máquinas integrales (TBM-tuneladoras).
- Por medios convencionales, siguiendo el Nuevo Método Austriaco, con excavación mediante voladuras o medios mecánicos.

La disposición de los diferentes túneles y sus múltiples secciones tipo limitan las ventajas de la construcción mediante TBM e incrementan notablemente su coste. Por tanto, la excavación por métodos convencionales resulta más ventajosa desde un punto de vista económico y de ocupación de espacios. Sin embargo, el rendimiento de la excavación del túnel será mucho más bajo.

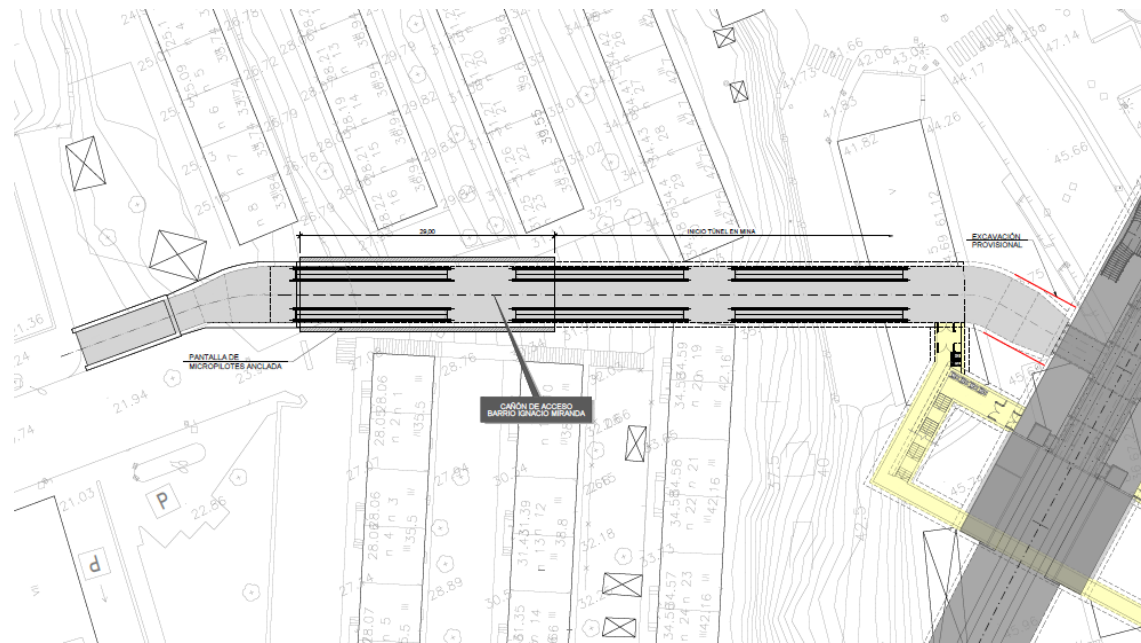
Otro punto a favor de la construcción por métodos convencionales es que permite una mayor presencia de mano de obra en la zona (múltiples frentes de excavación, con 2-3 equipos por frente) frente al uso de tuneladoras (un único frente de excavación), lo que es más favorable como elemento dinamizador de la economía a nivel local y permite compensar otros impactos de las obras en la sociedad.

Por estos motivos, se ha seleccionado la construcción mediante métodos convencionales para la ejecución del túnel y estación en caverna.

Como método de excavación, se considera que el método más adecuado es mediante rozadora debido a condicionantes urbanos y por la reducida montera en muchos tramos de túnel, a pesar del mayor costo económico. Para compensar la pérdida de rendimiento frente al método de perforación y voladura, es necesario disponer de más de una rozadora con varios frentes de excavación.

7.8.3 Estrategia constructiva

La excavación mediante métodos convencionales permite el ataque del túnel a partir de varios frentes una vez excavada la caverna que conformará la futura estación de Zorrotza, utilizándose el cañón de acceso del Barrio Ignacio Miranda como una única boca de ataque, el cual se ha sobredimensionado para este fin.



Boca de ataque en el Barrio Ignacio Miranda

La mayor parte de la estrategia constructiva es común a ambas alternativas, diferenciándose solamente en la excavación del túnel para mercancías de la Alternativa 1.

Desde la caverna se comenzará la excavación del túnel en ambos sentidos de forma simultánea.

Al mismo tiempo que la ejecución del túnel, se ejecutarán el resto de las actuaciones comunes a ambas alternativas:

- Cañón de acceso al Parque Alazne López Etxebarria
- Batería ascensores en c/Zorrotzaga.
- Ventilación de emergencia norte.
- Ventilación de emergencia sur.
- Salida de emergencia canchas de Zazpilanda
- Salida de emergencia Grupo Aldapeta.

Los pozos verticales correspondientes a la batería de ascensores, así como los pozos de ventilación y las salidas de emergencia se ejecutarán mediante la técnica de perforación vertical *raise boring*.

Una vez ejecutadas todas las actuaciones anteriores se procederá a la ejecución de los emboquilles de entrada y salidas.

Las diferencias constructivas entre ambas alternativas son dos:

- Excavación del túnel de vía única separado de la estación para el tráfico de mercancías
- Dimensiones de la caverna de bifurcación

A continuación, se detallan las actuaciones para cada alternativa.

• Estrategia constructiva para la Alternativa 1

Se establece como boca de ataque para la excavación del túnel y la estación de Zorrotza el cañón de acceso del Barrio Ignacio Miranda.

Desde el cañón de acceso se ejecuta la excavación de la caverna para, posteriormente, comenzar la excavación del túnel con dos equipos de trabajo, excavando en ambos sentidos de forma simultánea.

A partir de la caverna se comenzará con la excavación de la vía doble en ambos sentidos hasta alcanzar ambas cavernas de bifurcación.

Las cavernas de bifurcación se excavarán en “telescopio”, ejecutando en primer lugar la sección de vía doble hasta enlazar con el siguiente tramo de vía doble tras la caverna de bifurcación. Una vez alcanzado dicho tramo, se excavará en retroceso el resto del avance hasta el punto de emboquille de la vía única para mercancías.

Posteriormente, se continuará con la excavación de la vía única hasta calar con la segunda caverna de bifurcación ya ejecutada entre la caverna y el emboquille de salida.

Una vez ejecutada la zona central (estación, caverna de bifurcación y túnel para mercancías) se continuará con la excavación de los túneles hacia los emboquilles.

• Estrategia constructiva para la Alternativa 2

Se establece como boca de ataque para la excavación del túnel y la estación de Zorrotza el cañón de acceso del Barrio Ignacio Miranda.

Desde el cañón de acceso se ejecuta la excavación de la caverna para, posteriormente, comenzar la excavación del túnel con dos equipos de trabajo, excavando en ambos sentidos de forma simultánea.

A partir de la caverna se comenzará con la excavación de la vía triple (caverna de bifurcación) en ambos sentidos. La excavación de la caverna de bifurcación se realizará en varias fases, idénticas a las proyectadas para la Alternativa 1.

7.8.4 Sostenimiento

Para llevar a cabo el predimensionamiento del sostenimiento se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Resistencia a compresión simple de la roca intacta.
- Componente friccional de la resistencia de la roca intacta. Se corresponde con la fricción (ϕ') en un modelo de rotura de Mohr-Coulomb o con el parámetro m_i en un modelo de rotura de Hoek y Brown.
- Diaclasado característico.
- Calidad geomecánica del macizo rocoso, expresada mediante una clasificación geomecánica (índices RMR, Q o GSI).
- Estado tensional, dependiente a su vez del recubrimiento.

El sostenimiento se ha dimensionado siguiendo la filosofía del llamado Nuevo Método Austríaco (NATM, New Austrian Tunneling Method, según la terminología Internacional). Este método prevé la instalación de un sostenimiento primario que sigue inmediatamente a la excavación y saneo del avance. La finalidad de este sostenimiento no es la de impedir la deformación de la cavidad, lo que conduciría, en general, a soportar grandes empujes, sino a preservar y aumentar en lo necesario las propias características resistentes del macizo. De esta forma, la cavidad puede alcanzar un nuevo estado de equilibrio aprovechando la totalidad de sus propios recursos.

Para realizar una primera estimación de las necesidades de sostenimiento que presentará la excavación se ha recurrido a métodos empíricos de diseño, como son las recomendaciones de Bieniawski y Barton, según sus últimas actualizaciones de 1989 y 1992, respectivamente. También se ha utilizado la clasificación de Romana (2000), que supone una actualización y particularización de las anteriores a las costumbres y usos de los túneles realizados en nuestro país. Las recomendaciones de dichos autores se adjuntan en las páginas siguientes.

• Predimensionamiento según la Clasificación de Bieniawski

El sistema de clasificación RMR (Rock Mass Rating) fue desarrollado por J.T. Bieniawski durante los años 1972 y 1973. Posteriormente ha sido modificado en 1976, 1979 y 1989 en base a casos reales de túneles, cavernas, taludes y cimentaciones.

Las recomendaciones de sostenimiento según Bieniawski son las siguientes:

CLASE DE MACIZO ROCOSO	EXCAVACIÓN	BULONES	HORMIGÓN PROYECTADO	CERCHAS
I – Muy bueno RMR 81 – 100	Sección completa Pases de 3 m	Bulonado ocasional	-	-
II – Bueno RMR 61 – 80	Sección completa Pases de 1,0–1,5 m	L= 3 m Malla de 2,5x2,5 m	5 cm en clave	-
III – Medio	Avance y destroza	L= 4 m	5 – 10 cm en clave;	-

CLASE DE MACIZO ROCOSO	EXCAVACIÓN	BULONES	HORMIGÓN PROYECTADO	CERCHAS
RMR 41 – 60	Pases de 1,5–3,0 m en avance	Malla de 1,5x1,5m a 2,0x2,0 m	3 cm en hastiales	
IV – Malo RMR 21 – 40	Avance y destroza Pases de 1,0–1,5 m en avance	L= 4 – 5 m Malla de 1,0x1,0 m a 1,5x1,5 m	10 – 15 cm en clave; 10 cm en hastiales	Cerchas ligeras cada 1,5 m
V – Muy malo RMR < 20	Excavación en varias fases, con avances 0,5–1,5 m	L= 5 – 6 m Malla de 1,0x1,0 m a 1,5x1,5 m	15 – 20 cm clave; 15 cm en hastiales; 5 cm en frente	Cerchas pesadas cada 0,75 – 1,0 m Cierre en solera

• Predimensionamiento según la Revisión de Romana

En el año 2000 M. Romana publicó unas *Nuevas recomendaciones de excavación y sostenimiento para túneles y boquillas*. En ella establece una nueva clasificación en función del índice RMR, dividiendo cada una de las 5 clases propuestas por Bieniawski en dos subclases.

• Predimensionamiento según la Clasificación de Barton

La clasificación de Barton fue desarrollada en Noruega en 1974 por Barton, Lien y Lunde, y está basada en el análisis numerosos túneles construidos en Escandinavia.

Esta clasificación asigna a cada macizo rocoso un índice de calidad Q, que aumenta con la calidad de la roca. Su variación no es lineal, como la del RMR, sino exponencial, y oscila entre 0.001 para macizos de calidad muy mala y 1000 para macizos de calidad muy buena.

En la tabla siguiente se resumen los sostenimientos recomendados por los autores citados, Barton, Bieniawski y Romana, para las clases de terreno definidas anteriormente. En el caso de las recomendaciones de Bieniawski, con rangos más amplios, se han elegido los valores en función de la proximidad a los límites inferior y superior.

TIPO DE TERRENO	RMR	Q	SOSTENIMIENTO	BIENIAWSKI (1989)	BARTON (1992)	ROMANA (2000)
Bueno	> 60	> 5,7	Bulones	L= 3 m, malla 2,5 x 2,5 m	L= 2,5 m, malla 1,5x1,5 m	L= 3 m, malla 1,5x1,5 a 2,0x2,0 m
			Hormigón proyectado	5 cm	3-5 cm	6-10 cm
			Cerchas	-	-	-
			Longitud de pase	2,0 m	4 m	4-6 m
			Otros	Sección completa	-	Avance y destroza
Regular	46 – 60	1,5 – 5,7	Bulones	L= 4 m, malla 1,5 x 2,0 m	L= 2,5 m, malla 1,0x1,5 m	L= 4 m, malla 1,0 x 1,5 m
			Hormigón proyectado	5-10 cm	5 cm	10-15 cm
			Cerchas	-	-	TH-21 c/1,5 m
			Longitud de pase	2,0 m	2,5-3,0 m	2,0 – 3,0 m
			Otros	Avance y destroza	-	Avance y destroza
Malo	31 – 45	0,36 – 1,5	Bulones	L= 4 m, malla 1,5 x 1,5 m	L= 2,5 m, malla 3,0x3,0 m	L= 4-4,5 m, malla 1,0x1,0 m
			Hormigón proyectado	10-15 cm	8 cm	16-24 cm
			Cerchas	Ligeras, cada 1,5 m	-	TH-29 c/1,0 m
			Longitud de pase	1,5 m	1,5-2,0 m	1,0 – 2,0 m
			Otros	Avance y destroza	-	Avance y destroza
Muy malo	≤ 30	< 0,36	Bulones	L= 5 m, malla 1,0 x 1,0 m a 1,5x1,5 m	L= 2,5 m, malla 2,5x2,5 m	-
			Hormigón proyectado	15 cm	10-15 cm	30 cm
			Cerchas	Pesadas, cada 1,0 m	-	HEB c/1,0 m
			Longitud de pase	1,0 m	1,0 m	1,0 m
			Otros	Excavación en varias fases	-	Paraguas de micropilotes

- Sostenimientos propuestos

Partiendo de estos valores se han diseñado los sostenimientos a aplicar a los túneles de este Estudio Informativo. Los sostenimientos propuestos se muestran en la siguiente tabla:

TIPO DE TERRENO	RMrc	ST	SOSTENIMIENTO	VÍA DOBLE	VÍA ÚNICA	VÍA TRIPLE	CAVERNA	CAÑÓN DE ACCESO	SALIDAS DE EMERGENCIA
Bueno	> 60	ST-I	Bulones	Expansión L= 4,0 m Malla 2,0x2,0 m	Expansión L= 3,6 m Malla 2,0x2,0 m	Expansión L= 4,0 m Malla 2,0x2,0 m	Expansión L= 5,0 m Malla 2,0x2,0 m	Expansión L= 3,0 m Malla 2,0x2,0 m	Expansión L= 2,0 m Malla 2,0x2,0 m
			Hormigón proyectado	10 cm	10 cm	10 cm	15 cm	10 cm	10 cm
			Cerchas	-	-	-	-	-	-
			Longitud de pase	4,0 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m	4,0 m
			Otros	Avance y destroza Destroza en dos fases	Avance y destroza Destroza en dos fases	Avance en dos fases Destroza en tres fases	Avance en tres fases Destroza en tres fases	Sección completa	Sección completa
Regular	46 – 60	ST-II	Bulones	Expansión L= 4,0 m Malla 1,5x1,5 m	Expansión L= 3,6 m Malla 1,5x1,5 m	Expansión L= 4,0 m Malla 1,5x1,5 m	Expansión L= 5,0 m Malla 1,5x1,5 m	Expansión L= 3,0 m Malla 1,5x1,5 m	Expansión L= 2,0 m Malla 1,5x1,5 m
			Hormigón proyectado	16 cm	15 cm	16 cm	20 cm	13 cm	13 cm
			Cerchas	-	-	-	-	-	-
			Longitud de pase	3,0 m	3,0 m	3,0 m	3,0 m	3,0 m	3,0 m
			Otros	Avance y destroza Destroza en dos fases	Avance y destroza Destroza en dos fases	Avance en dos fases Destroza en tres fases	Avance en tres fases Destroza en tres fases	Sección completa	Sección completa
Malo	31 – 45	ST-III	Bulones	Barra L= 4,0 m Malla 1,0x1,5 m	Barra L= 3,6 m Malla 1,0x1,5 m	Barra L= 4,0 m Malla 1,0x1,5 m	Expansión L= 5,0 m Malla 1,0x1,5 m	Expansión L= 3,0 m Malla 1,0x1,5 m	Expansión L= 2,0 m Malla 1,0x1,5 m
			Hormigón proyectado	23 cm	20 cm	23 cm	25 cm	18 cm	18 cm
			Cerchas	TH-29 cada 1,0 m	TH-29 cada 1,0 m	TH-29 cada 1,0 m	TH-29 cada 1,0 m	TH-29 cada 1,0 m	TH-29 cada 1,0 m
			Longitud de pase	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m
			Otros	Avance y destroza Destroza en dos fases	Avance y destroza Destroza en dos fases	Avance en dos fases Destroza en tres fases	Avance en tres fases Destroza en tres fases	Sección completa	Sección completa
Muy malo	≤ 30	ST-IV	Bulones	-	-	-	-	-	-
			Hormigón proyectado	30 cm	25 cm	30 cm	30 cm	20 cm	20 cm
			Cerchas	HEB-180 cada 1,0 m	HEB-180 cada 1,0 m	HEB-180 cada 1,0 m	HEB-180 cada 1,0 m	TH-29 cada 1,0 m	TH-29 cada 1,0 m
			Longitud de pase	1,0 m	1,0 m	1,0 m	1,0 m	1,0 m	1,0 m
			Otros	Pata de elefante	Pata de elefante	Avance en dos fases Destroza en tres fases Pata de elefante	Avance en tres fases Destroza en tres fases Pata de elefante	Sección completa	Sección completa

Debido a que la excavación en avance se ha dividido en varias fases, para las secciones de vía triple y caverna, además del sostenimiento propuesto, se ha diseñado un sostenimiento provisional que asegure las condiciones de la excavación hasta la colocación del sostenimiento definitivo.

El sostenimiento provisional consiste en bulones de fibra de vidrio. Las longitudes y malla se detallan en la siguiente tabla:

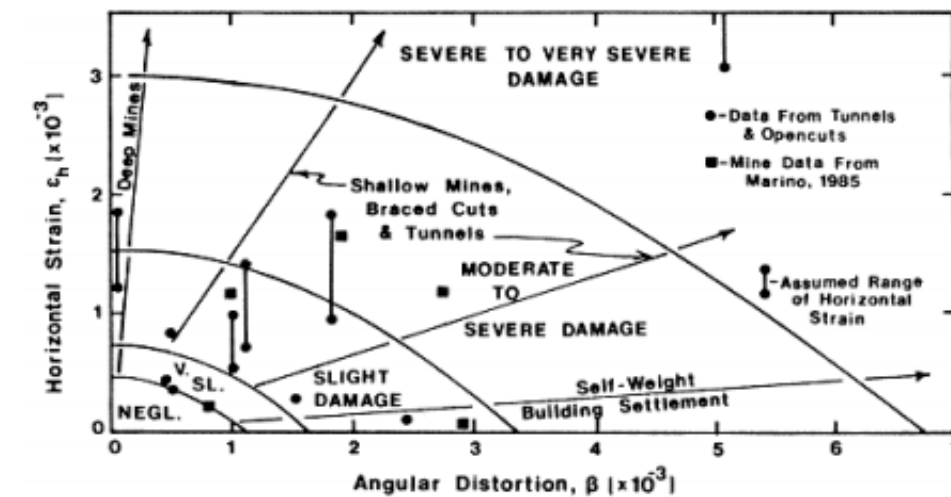
TIPO DE TERRENO	RMR	SOSTENIMIENTO	VÍA TRIPLE	CAVERNA
Bueno	> 60	Bulones	Expansión L= 4,0 m, Malla 2,0x2,0 m	Expansión L= 5,0 m, Malla 2,0x2,0 m
Regular	46 – 60	Bulones	Expansión L= 4,0 m, Malla 1,5x1,5 m	Expansión L= 5,0 m, Malla 1,5x1,5 m
Malo	31 – 45	Bulones	Expansión L= 4,0 m, Malla 1,0x1,5 m	Expansión L= 5,0 m, Malla 1,0x1,5 m
Muy malo	≤ 30	Bulones	Expansión L= 4,0 m, Malla 1,0x1,5 m	Expansión L= 5,0 m, Malla 1,0x1,5 m

7.8.5 Estudio preliminar de afecciones a edificios y estructuras

En obras subterráneas, uno de los parámetros más utilizados para evaluar la posible afección a los edificios es la subsidencia que sufre la superficie. Realmente, el valor de la subsidencia como magnitud absoluta en sí misma no es causa directa de los daños en los edificios, y por ello, se usan otros parámetros como la variación en la inclinación del terreno (asiento diferencial o distorsión angular) y las deformaciones horizontales en el terreno que, asociadas a otros parámetros propios de las edificaciones, permiten establecer unos criterios de daños apropiados.

Uno de los estudios más importantes sobre el tema, y que se ha seguido para el cálculo de subsidencias, es el desarrollado por Boscardin y Cording en 1989, que relaciona los daños en los edificios con la deformación horizontal a tracción y la distorsión angular.

Boscardin y Cording sintetizaron toda la información relacionada con el tema en el siguiente gráfico, en el que se representa el nivel de daño posible en un gráfico X-Y, con la distorsión angular en el eje de abscisas y la deformación horizontal en tracción en el eje de ordenadas.



Category of damage	Normal degree of severity	Limiting tensile strain (ϵ_{lim}) (%)
0	Negligible	0 - 0.05
1	Very Slight	0.05 - 0.075
2	Slight	0.075 - 0.15
3	Moderate	0.15 - 0.3
4 to 5	Severe to Very Severe	> 0.3

Clasificación de daños (Boscardin y Cording., 1989)

Las categorías de daños de los gráficos anteriores y su significado son las siguientes:

- Daños inapreciables (Negligible damage).
- Daños muy ligeros (Very Slight damage). Grietas visibles tras una inspección cuidadosa y fácilmente reparables.
- Daños ligeros (Slight damage). Grietas fácilmente visibles, con apertura entre 1 y 5 mm, pero fácilmente reparables. Daños solamente estéticos, no estructurales.
- Daños moderados (Moderate damage). Grietas con aperturas entre 5 y 15 mm. La reparación de las grietas supone trabajos importantes. Puede haber daños estructurales.
- Daños severos (Severe damage). Intensas reparaciones en los tabiques, puertas y ventanas. Posible pérdida de resistencia estructural. El edificio debe ser desalojado.

Para el análisis preliminar de subsidencias para la Integración del ferrocarril en Zorrotza se han seleccionado las tres secciones más desfavorables a lo largo del trazado de ambas alternativas, indicadas en la siguiente tabla:

CASOS	ALTERNATIVA	P.K.	MONTERA DEL TÚNEL	SECCIÓN DE EXCAVACIÓN	EDIFICIOS/ESTRUCTURAS EN SUPERFICIE
Caso 1a (RMR 35)	Alternativa 1	0+980	18 metros	Vía Triple – Sección Tipo 10	A-8 sobre hombro izquierdo y edificios residenciales sobre clave
Caso 1b (RMR 20)					
Caso 2a (RMR 35)	Alternativa 2	0+540	9,5 metros	Vía triple – Sección Tipo 13	Edificios residenciales
Caso 2b (RMR 20)					
Caso 3a (RMR 35)	Alternativa 2	0+640	15 metros	Vía Triple – Caverna	Edificios residenciales
Caso 3b (RMR 20)					

El cálculo del túnel se efectúa mediante un análisis tenso-deformacional. Se utiliza para ello el programa FLAC 3D 5.01, un programa de diferencias finitas (análisis lagrangiano) desarrollado por la casa Itasca.

La parametrización geotécnica del macizo se realizará con los mismos criterios que en el Estudio Informativo. Las secciones de cálculo se encuentran en diferentes unidades geotécnicas, por lo que se han tenido en cuenta los parámetros tanto de la unidad AR-LI_{FE} como de la unidad LI_{FT}.

Posteriormente se linealiza el criterio de Hoek-Brown para obtener los parámetros de corte de Mohr-Coulomb, utilizando para ello el programa RocLab, de la casa Rocscience.

Los parámetros utilizados en el cálculo han sido los siguientes:

PARÁMETROS DE TERRENO UTILIZADOS EN LOS CÁLCULOS				
PARÁMETRO	LI _{FT} (Casos 1a y 1b)		AR-LI _{FE} (Casos 2a, 2b, 3a y 3b)	
RMR	45	30	45	30
Densidad (T/m ³)	2,7	2,7	2,7	2,7
Resistencia a tracción del macizo (MPa)	0,067	0,038	0,120	0,078
Fricción (°)	50,05	45,03	57,84	53,24
Cohesión (MPa)	0,134	0,075	0,239	0,155
Módulo de deformación (GPa)	3,51	1,48	4,74	2,00
Coefficiente de Poisson	0,28	0,28	0,23	0,23

Los resultados obtenidos en el estudio preliminar se resumen en la siguiente tabla:

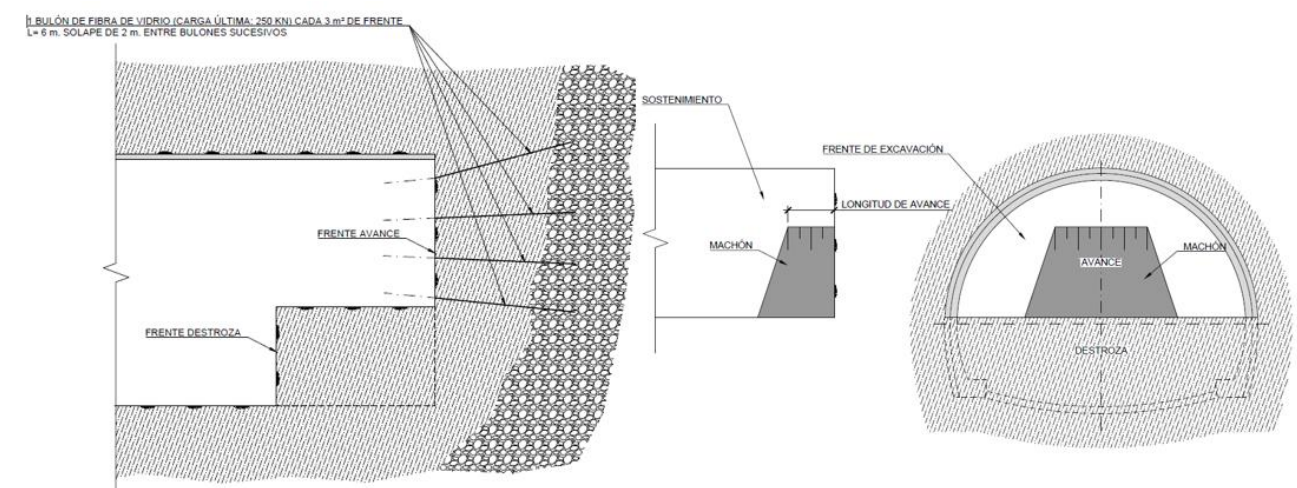
ESTUDIO PRELIMINAR DE SUBSIDENCIAS					
Caso	Desplazamiento máximo X (mm)	Asiento máximo Z (mm)	Distorsión máxima	Deformación horizontal máxima (%)	Daño previsto
1a	0,6	3,8	1/1769	0,03	MUY LIGERO
1b	0,5	4,0	1/1856	0,04	MUY LIGERO
2a	0,4	0,9	1/19695	0,01	DESPRECIABLE
2b	0,5	1,2	1/14018	0,01	DESPRECIABLE
3a	0,7	1,9	1/13951	0,01	DESPRECIABLE
3b	0,7	2,1	1/12096	0,01	DESPRECIABLE

En el apartado 7 del “Anejo Nº 9: Túneles y obras subterráneas”, se detallan todos los resultados obtenidos en este estudio preliminar.

7.8.6 Tratamientos especiales

Para estos túneles se han previsto 5 tratamientos especiales diferentes, que se han reflejado en Planos y Valoración económica. Son los siguientes:

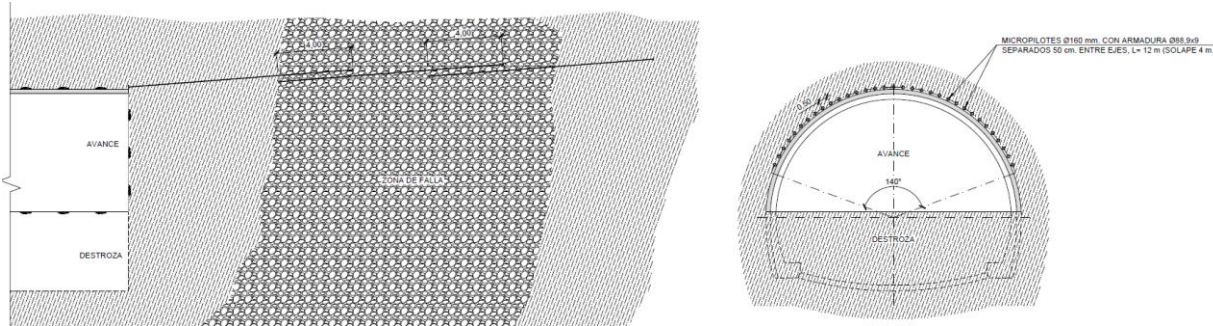
- **TE-01. Medidas de estabilización del frente:** Se incluyen en este tratamiento varias actuaciones encaminadas a evitar inestabilidades en el frente de excavación del túnel, tales como el sellado del frente con hormigón proyectado, machón central o instalación de bulones de fibra de vidrio.



Refuerzo del frente con bulones y estabilización con machón central

- **TE-02. Paraguas de micropilotes:** Este tratamiento se utilizará en terrenos de mala calidad, típicamente en el paso de fallas, zonas de fractura o accidentes geológicos. También cuando la

montera sobre clave es reducida, como varios cruces de vaguadas existentes o el paso junto a la A8.



Paraguas de micropilotes al avance

- **TE-03. Inyecciones de impermeabilización o de consolidación del terreno:** Si bien el macizo rocoso está formado por rocas de baja permeabilidad, no debe descartarse completamente la posibilidad de atravesar zonas con carga de agua que generen un fuerte caudal (zonas de falla, filones de cuarzo, etc). Este hecho afecta negativamente a la construcción del túnel, por lo que deben inyectarse polímeros acuarreactivos para reducir el caudal. En el caso de que se trate de surgencias puntuales (puntos de agua con caudal superior a 2 l/s), no afectando a la globalidad de la sección, se considera suficiente con un tratamiento impermeabilizante con lechada de cemento.

También pueden emplearse inyecciones con lechada de cemento como forma de mejora del terreno hasta conseguir unas características propias de un macizo rocoso de calidad media – mala (RMR>30). Para ello se ha diseñado un tratamiento en 2 fases: una preliminar, con inyecciones perimetrales en la zona que se prevé de mala calidad, y una segunda fase, tras el paso de la excavación, con taladros e inyecciones radiales, que completen la mejora del terreno.

- **TE-04. Soleras provisionales:** Se emplearán cuando se produzcan convergencias fuertes en la excavación que no tiendan a la estabilización. Serán soleras con una ligera curvatura y construidas con hormigón proyectado con fibras y un espesor de 20 cm.
- **TE-05. Sondeos y perforaciones al avance:** Se emplearán en zonas donde se prevea la aparición de terrenos de peor calidad (previsión de fallas). De forma ordinaria, se ejecutarán con el propio jumbo de perforación. Se ejecutarán un mínimo de 3 taladros, para poder tener un conocimiento completo.

Además de estos 5 tratamientos especiales, cuya aplicación está supeditada a que aparezcan anomalías o terrenos problemáticos, se ha diseñado un tratamiento adicional (TE-06) que se aplicará en el cruce entre el túnel de vía única y el cañón de acceso a la batería de ascensores en la c/Zorrotzagana de la Alternativa 1.

7.8.7 Impermeabilización y drenaje

Se ha diseñado un sistema que consta de un drenaje primario durante la perforación del túnel y una impermeabilización principal una vez ejecutado el sostenimiento.

La función del drenaje primario es recoger las filtraciones localizadas y venas de agua por las que aflora la mayor parte del caudal infiltrado al túnel. Para ello se utilizarán tubos de PVC colocados en taladros realizados en el terreno y medias cañas adosadas a la superficie del túnel, que se conectarán posteriormente a la red de drenaje. En el caso de encontrar zonas con elevados caudales afluentes podrán efectuarse labores de impermeabilización mediante tratamientos especiales definidos en el apartado anterior.

La impermeabilización principal está constituida por una lámina impermeable de PVC o similar junto con una lámina de geotextil fijadas al sostenimiento, que quedarán finalmente situadas entre el sostenimiento y el revestimiento final del túnel. La función del geotextil es doble: por un lado, protege la lámina de PVC del punzonamiento debido a irregularidades en el contorno de excavación del túnel, por otro su carácter drenante permite recoger las pequeñas humedades dispersas a lo largo de todo el contorno y conducir las al tubo dren de trasdós situado en la base del revestimiento.

El sistema de drenaje del túnel es separativo recogiendo las aguas de escorrentía de la plataforma a través de canaletas y sumideros sifónicos cada 50 m que desaguan en un colector de 400 mm. Las aguas de infiltración se recogen en los colectores laterales de 300 mm con arquetas de registro cada 50 m situados localizados en los laterales del túnel. Los colectores generalmente serán en hormigón prefabricado.

El sistema descrito se define de la siguiente forma:

- Las aguas de infiltración del terreno recogidas por la lámina impermeabilizante y las medias cañas se recogen en dos drenes de diámetro 110 mm situados en la base de los hastiales del revestimiento. A través de tubos de PVC transversales se recoge en las arquetas laterales y se canaliza por medio de los colectores laterales de diámetro 300 mm situados bajo las aceras o andenes conducirán el caudal por gravedad hacia la salida del túnel.
- En cuanto al drenaje de plataforma de vía doble y triple en el túnel, el agua se capta a través de canaletas con rejilla y caces ranurados (25 cm) y se recoge en arquetas sifónicas cada 50 m, conectadas al colector central de 400 mm de diámetro, desaguan hacia la misma salida del túnel por gravedad con diámetro suficiente para evacuar 150 l/s. La posición de los caces variará del lado izquierdo o derecho del túnel según el peralte de la vía en placa y conectan con el colector central a través de sumideros de 30 cm y tubos de 200 mm.

7.8.8 Puntos singulares

Dentro de este apartado se estudian los puntos que presentan algún tipo de particularidad a lo largo del trazado de los túneles para la integración urbana del ferrocarril en Zorrotza.

En las siguientes tablas se muestran los puntos singulares para cada alternativa.

PUNTOS SINGULARES. ALTERNATIVA 1	
PUNTO SINGULAR	SITUACIÓN
Cavernas de bifurcación	Varios puntos
Cruce entre túnel de mercancías y cañón de acceso	PK 0+250 (Eje 2)
Entronque Caverna – Boca de ataque	PK 0+660 (Eje 1)
Entronque Estación – Cañón de acceso	PK 0+735 (Eje 1)
Cruce bajo vaguada	PK 0+320 a 0+360 (Eje 1)
Cruce bajo Grupo Jardín de Zorroza	PK 0+540 a 0+580 (Eje 1)
Paso junto a A-8	PK 0+980 a 1+210 (Eje 1)
Pozos de ventilación	PK 0+578 y 0+815 (Eje 1)

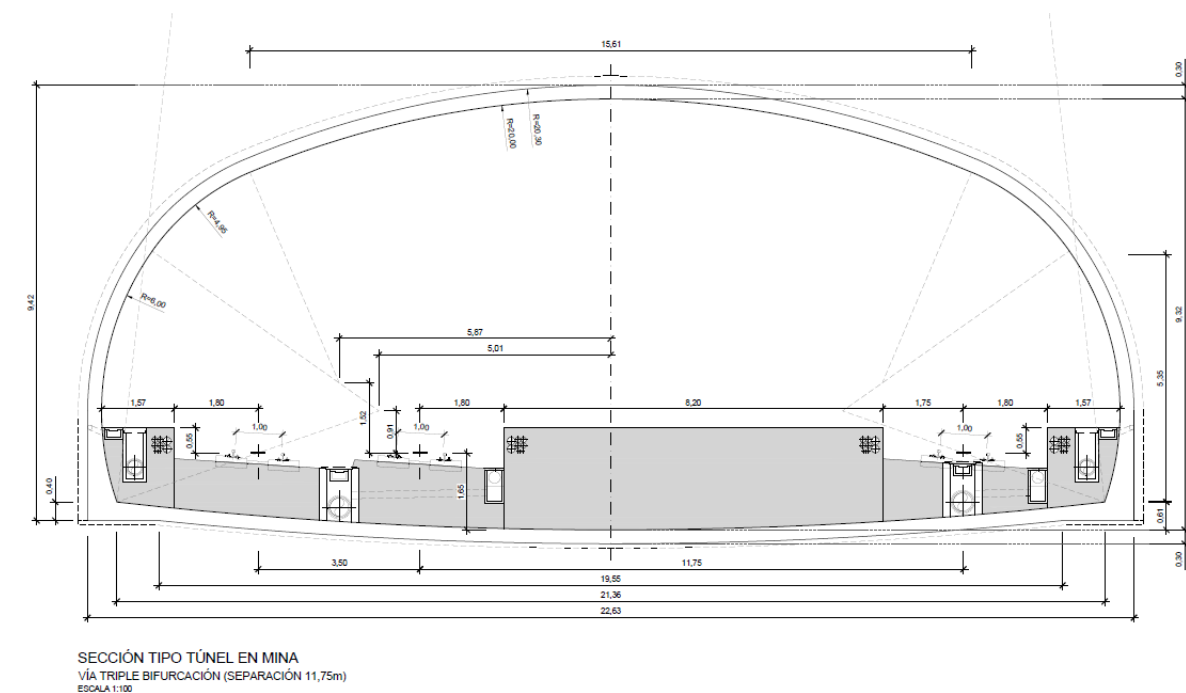
PUNTOS SINGULARES. ALTERNATIVA 2	
PUNTO SINGULAR	SITUACIÓN
Cavernas de bifurcación	Varios puntos
Entronque Caverna – Boca de ataque	PK 0+660 (Eje 5)
Entronque Estación – Cañón de acceso	PK 0+735 (Eje 5)
Cruce bajo vaguada	PK 0+320 a 0+360 (Eje 5)
Cruce bajo Grupo Jardín de Zorroza	PK 0+540 a 0+580 (Eje 5)
Paso junto a A-8	PK 0+980 a 1+210 (Eje 5)
Pozos de ventilación	PK 0+578 y 0+815 (Eje 5)

• Cavernas de bifurcación de túneles

En ambas alternativas se requiere la construcción de 2 cavernas de bifurcación de túneles. Una caverna de bifurcación es, básicamente, un tramo de túnel de transición entre dos secciones tipo de diferentes dimensiones.

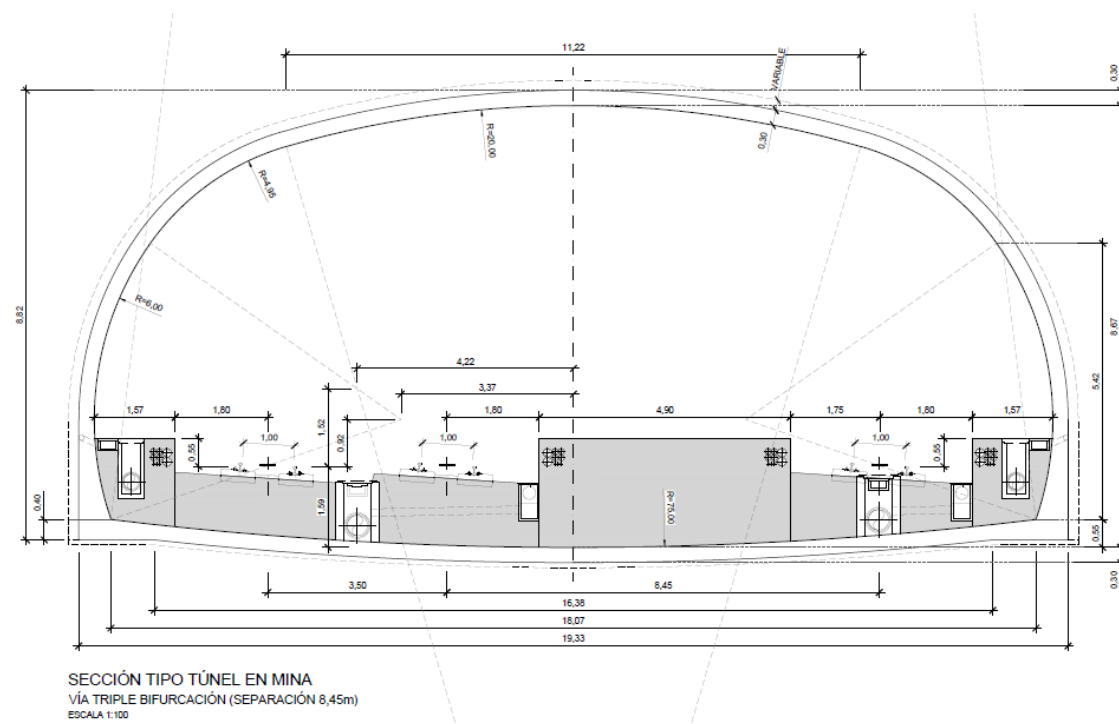
En el caso de los túneles para la integración urbana del ferrocarril en Zorrotza, las cavernas de bifurcación se ejecutarán de forma telescópica, es decir, la transición se realizará en varios tramos con sección constante y de mayores dimensiones que el anterior.

En el caso de la Alternativa 1, la transición se realiza entre un túnel de sección de vía doble y dos túneles de secciones vía doble y vía única. El punto de separación entre túneles se ha fijado en el momento en el que la distancia entre caras interiores de las secciones de los dos túneles sea de 5,0 m. Este condicionante hace que en el punto de separación se generen cavernas de gran magnitud, con un ancho de excavación de 23 metros.



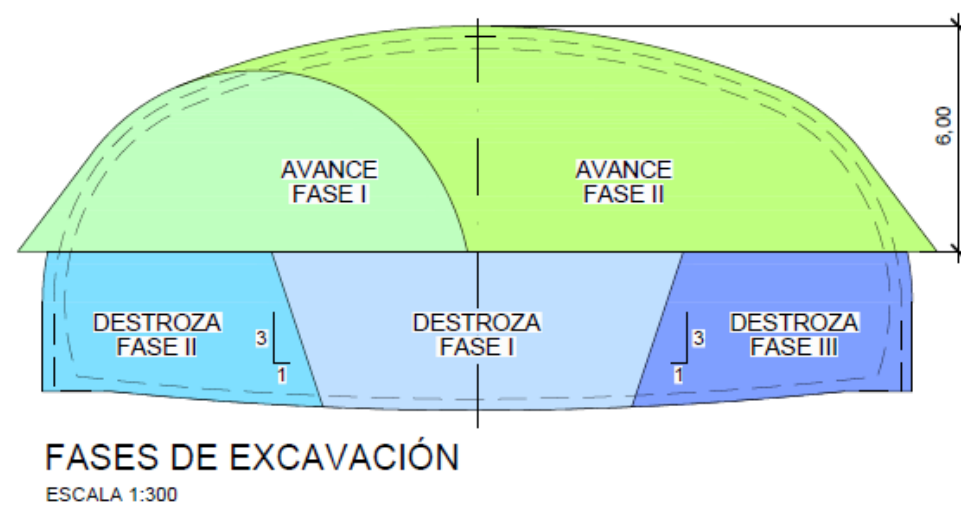
Sección tipo de mayores dimensiones de caverna de bifurcación (Alternativa 1)

Para la Alternativa 2, la transición se realiza entre un túnel de sección de vía doble y la sección tipo caverna, correspondiente a la estación de Zorrotza. En ese caso la caverna generada es menor a la de la Alternativa 1, aunque igualmente de grandes dimensiones.



Sección tipo de mayores dimensiones de caverna de bifurcación (Alternativa 2)

Al tratarse de dimensiones y secciones muy similares, se ha optado por diseñar una única solución común a ambas alternativas. Para asegurar un comportamiento óptimo del terreno es necesario realizar la excavación en varias fases, dividiendo tanto la fase de Avance como la de Destroza en varias subfases, como se muestra en la siguiente figura. También los sostenimientos a aplicar deben ser más pesados que para las secciones convencionales.



Fases de excavación en las cavernas de bifurcación de túneles

- Cruces de túneles a distinto nivel

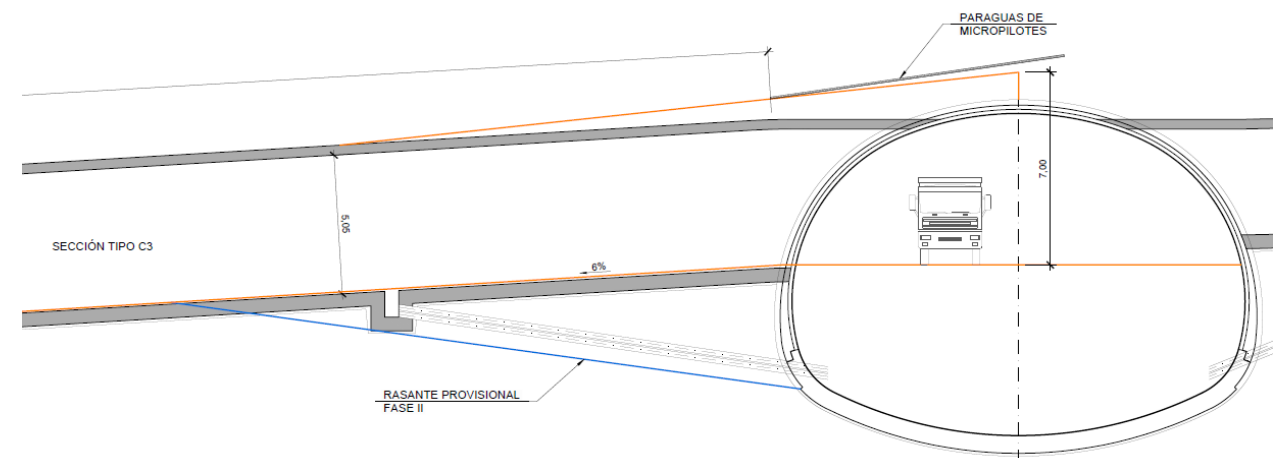
El único caso que se produce con estas características a lo largo del trazado ocurre en la Alternativa 1 y se da entre túneles proyectados dentro del presente Estudio Informativo. Se trata del cruce entre el túnel ferroviario para mercancías (Eje 2) y el cañón de acceso que une la batería de ascensores de la C/Zorrotzaga con la futura estación de Zorrotza.

Al encontrarse ambos túneles secantes (clave del túnel de mercancías y solera del cañón de acceso), se ha proyectado una “estructura” que ayude al terreno a asumir las deformaciones propias tras la excavación y asegurar la estabilidad del punto singular. La estructura en cuestión se detalla en el “Anejo Nº 9: Túneles y obras subterráneas”.

- Entronque Túnel-Boca de ataque

Para la excavación de los túneles se utilizará una única boca de ataque ubicada en el cañón de acceso del Barrio Ignacio Miranda y con acceso directo a la caverna.

Por ello, la sección del cañón de acceso deberá ampliarse conforme se aproxima al punto de conexión con la caverna desde la que posteriormente se pueda emboquillar el túnel ferroviario hacia ambos lados.



Conexión entre galería de ataque y caverna

- Conexiones entre túneles

Ambas alternativas tienen múltiples conexiones de este tipo. Se trata de conexiones mucho más sencillas que las anteriores, ya que pueden ejecutarse desde el interior del túnel ferroviario después de que se haya completado su excavación y sostenimiento.

- **Cruces de vaguadas**

Los cruces bajo vaguadas presentan habitualmente peores condiciones geotécnicas que el resto del túnel, por lo que hay mayor riesgo de hundimiento del terreno. Para solventarlo se recurre al uso de sostenimientos más pesados, complementados en algunos casos con tratamientos especiales, generalmente mediante paraguas de micropilotes, y en los casos más severos mediante inyecciones en el terreno.

- **Tramos con montera mínima**

En ambas alternativas, el túnel discurre junto a la autovía A-8 a lo largo de 240 metros, justo antes de proceder a cruzar bajo la misma con suficiente montera.

La montera mínima se produce sobre el hombro izquierdo, a diferencia de los cruces de vaguadas, donde la montera mínima suele producirse sobre la clave del túnel. Esta situación puede producir una descompensación en el terreno. Para solventar esta situación, se debe dotar al terreno de la capacidad suficiente para absorber las deformaciones producidas por la excavación.

- **Pozos de ventilación**

Ambas alternativas tienen dos pozos de ventilación situados en los mismos puntos (PP.KK. 0+578 y 0+815). Ambos pozos se configuran como una doble chimenea vertical, de 3,6 metros de diámetro cada una.

7.8.9 Salidas de emergencia

Con respecto a las salidas de emergencia, y cumpliendo las indicaciones recogidas en la ETI de Seguridad en Túneles, se han proyectado salidas de emergencia en la estación subterránea de Zorrotza, tanto en la Alternativa 1 como en la Alternativa 2.

En ambas alternativas se sitúan dos salidas de emergencia en los extremos de los andenes de la estación, los cuales se sitúan entre los PP.KK. 0+647,837 y 0+747,837. De esta manera se da cumplimiento a que la distancia entre salidas de emergencia no supere los 1.000 metros.

7.8.10 Emboquilles

Los emboquilles proyectados son comunes a ambas alternativas. En total, se han planteado tres emboquilles: dos de ellos correspondientes a emboquilles de entrada y salida del túnel principal y el restante el correspondiente al Cañón de Acceso al barrio Ignacio Miranda, que será utilizado como boca de ataque para la excavación de la caverna y los túneles.

En la siguiente tabla se indican los emboquilles de este Estudio Informativo:

Emboquille	Localización	Tipo	PK Trazado
Entrada	Carretera BI-3742	Túnel principal	0+150
Salida	Carretera N-634	Túnel principal	1+450
Acceso Bo. Ignacio Miranda	Barrio Ignacio Miranda	Cañón de acceso	-

Debido al poco espacio disponible en las zonas donde están situados los emboquilles, para todos los emboquilles se ha diseñado una excavación al abrigo de estructuras de contención.

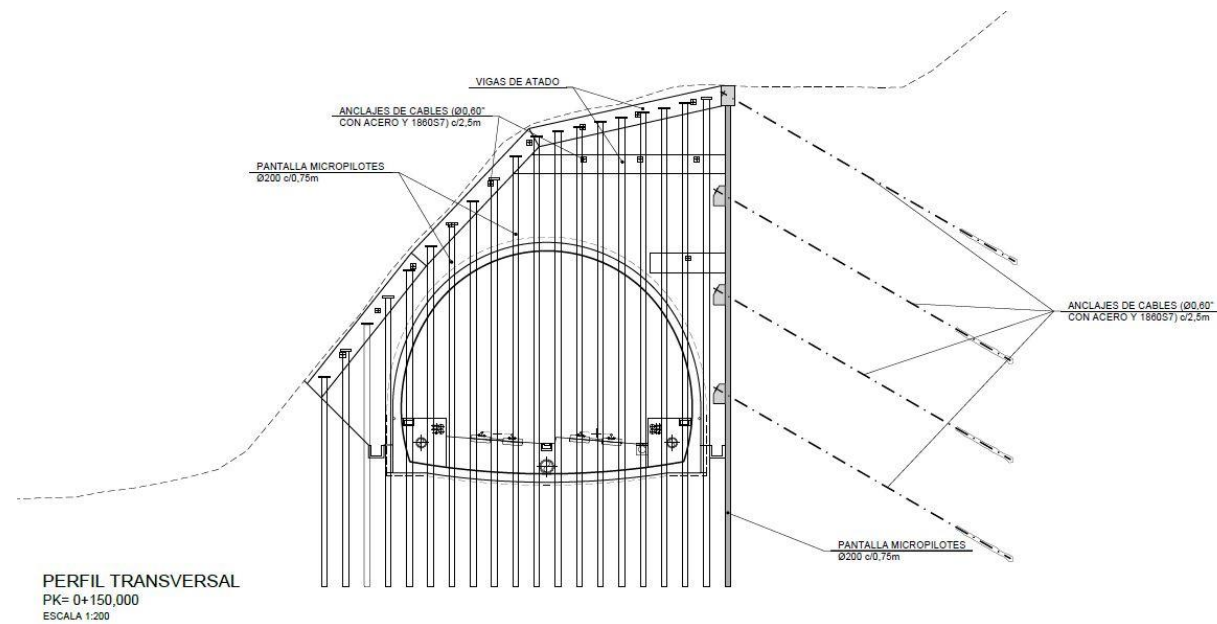
Emboquille	Estructura externa afectada	Estructura de contención
Entrada	Carretera BI-3742	Pantalla de micropilotes anclada
Salida	Carretera N-634 y A-8	Muro por bataches anclado
Acceso Bo. Ignacio Miranda	Edificaciones	Excavación entre pantallas

- **Emboquille de entrada (Bajo carretera BI-3742)**

El emboquille de entrada se excava bajo la carretera BI-3742, accediendo por el camino de acceso a la ZIA-1.

Principalmente, el emboquille se excavará en la unidad F, definida como un terreno con una abrasividad muy alta y complejo de excavar. En superficie se encuentra con un grado de alteración alto.

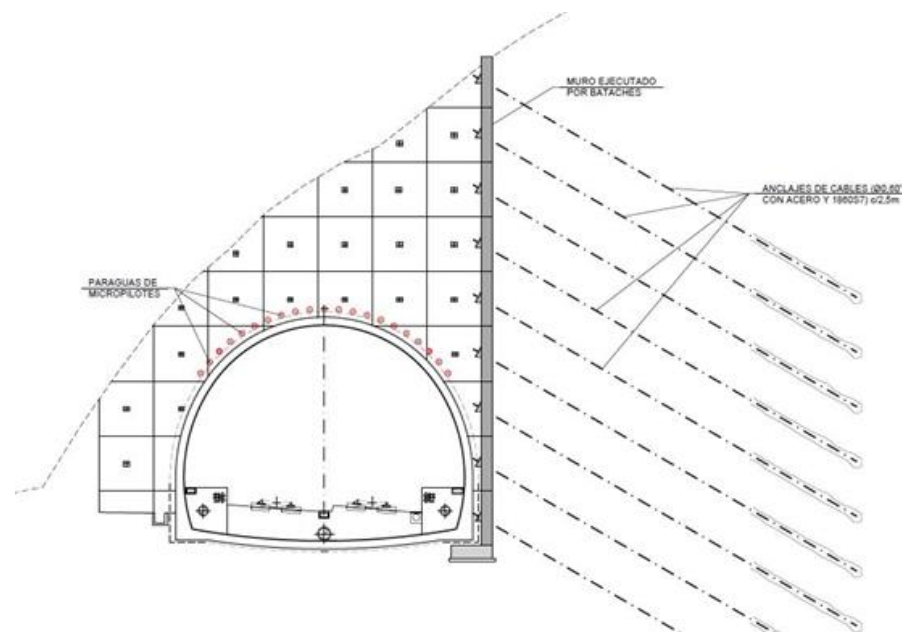
Debido a la alta alteración del material en superficie, junto con la escasa montera y el esviaje del emboquille, se ha planteado una solución compuesta por inyecciones en el terreno y una pantalla de micropilotes anclada, paralela a la carretera BI-3742 y perpendicular al túnel en el PK 0+150.



- **Emboquille de salida (Entre N-634 y A-8)**

El emboquille de salida se excava bajo la autovía A-8, accediendo por el camino de acceso al emboquille de salida, desde la carretera N-634.

El emboquille se excavará en la unidad geotécnica LI_{FT}, definido como un terreno con un grado de meteorización medio en superficie y que puede dar problemas de estabilidad de ladera. Además, se dispone de muy poco espacio en una zona con una gran densidad de servicios existentes. Por ello, se ha diseñado un emboquille con un muro por bataches descendente (Muro M-1.4 (D)) que asegure la ladera excavada. Una vez sostenida la excavación, se procederá al emboquille del túnel bajo un paraguas de micropilotes.



- **Boca de acceso (Barrio Ignacio Miranda)**

El cañón de acceso sito en el Barrio Ignacio Miranda se utilizará como boca de ataque para la excavación de los túneles.

La excavación del cañón de acceso puede dividirse en tres tramos:

- Excavación a cielo abierto: este primer tramo se desarrolla en los primeros 25 metros.
- Excavación entre pantallas: este segundo tramo se extiende a lo largo los siguientes 29 metros. Previamente a la excavación se ejecutarán dos pantallas ancladas de micropilotes. Posteriormente se realizará la excavación del cañón de acceso hasta alcanzar una montera de 5 metros.
- Excavación de túnel en mina: una vez alcanzados los 5 metros de montera, se comenzará la excavación del túnel en mina bajo un paraguas de micropilotes hasta alcanzar la estación de Zorrotza en caverna.

7.8.11 Auscultación

En los túneles construidos mediante métodos convencionales es necesario tener un control sobre el comportamiento real del terreno, en fase de excavación, que permita un contraste con el comportamiento proyectado.

Bajo el término de auscultación se engloba a todo el conjunto de labores necesarias para el control del comportamiento de una excavación subterránea, centrándose en la observación sistemática del comportamiento estructural de las secciones de sostenimiento y en la vigilancia de transiciones o accidentes geológicos particulares de la traza.

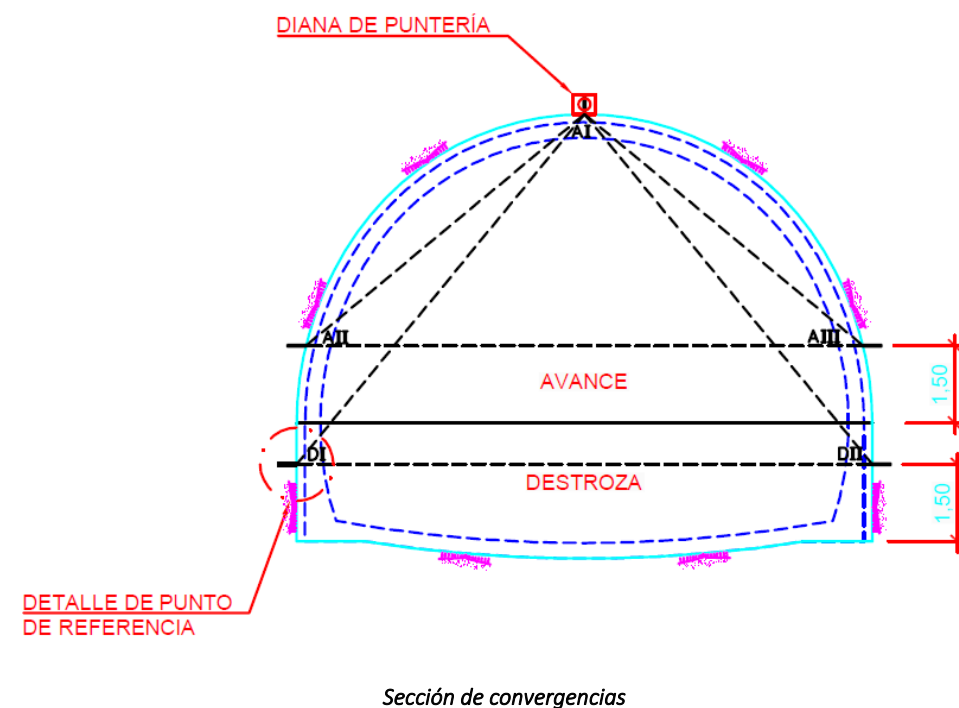
Los datos de instrumentación deben estar correlacionados con las observaciones geológicas de la excavación, siendo imprescindible la presencia de personal especializado, responsable del seguimiento, evaluación e interpretación inmediata, en el propio campo, de todos los datos de auscultación.

La auscultación toma gran importancia principalmente en ambientes urbanos, como el caso del presente estudio. En estos casos, además de colocar una instrumentación subterránea que permita conocer el comportamiento del terreno ante la excavación, es necesaria la colocación de una instrumentación exterior que permita obtener datos sobre las construcciones existentes y la posible afectación de la excavación a las mismas. Esencialmente se miden fuerzas y deformaciones.

- **Medida de desplazamientos en el contorno del túnel. Secciones de convergencias**

Las secciones de convergencia permiten registrar las deformaciones, a través de la medida de las variaciones de longitud, entre dos puntos del túnel. A esta variación de longitud se le añade la componente de tiempo, lo que permite conocer si la deformación se estabiliza y cuánto tarda en hacerlo.

En el presente estudio se instalarán un total de 5 pernos en cada sección de auscultación del túnel y 3 pernos en las secciones de los cañones de acceso. Los pernos se irán instalando en función de las fases de excavación con 3 pernos para la primera fase (Avance o Sección completa) uno en la clave y los otros dos diametralmente opuestos respecto al eje del túnel en los hastiales, a unos 1,5 metros por encima de la base de la excavación, y parejas adicionales durante la excavación de la destroza.



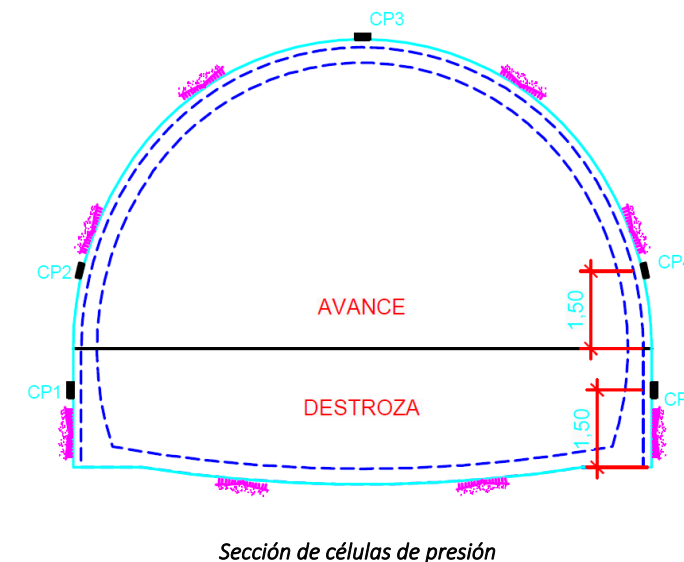
- **Movimientos en el interior del macizo rocoso. Extensómetro de varillas**

El objetivo básico es conocer las deformaciones en el interior del macizo rocoso debido a la relajación producida en el terreno por la excavación. Mediante el extensómetro se pueden conocer zonas comprimidas o traccionadas, zonas activas, planos de deslizamiento y zonas sin tensiones, además de las tensiones aparecidas una vez conocidas las características de deformabilidad del macizo rocoso.

- **Determinación de tensiones en los sostenimientos. Células de Presión Total**

Son dispositivos empleados para obtener la distribución de cargas a las que se encuentra sometido el sostenimiento del túnel y se instalan en el contacto terreno – sostenimiento (célula radial), o en el interior del sostenimiento, de forma transversal al mismo (célula circunferencial).

Se ha previsto el uso de 5 células radiales en sostenimiento por cada sección.



- **Instrumentación de Superficie**

En los túneles en ambientes urbanos, como es el caso que nos ocupa, es importante realizar una instrumentación específica de las estructuras y los movimientos en la superficie del terreno.

Los parámetros fundamentales a controlar y los dispositivos empleados son los siguientes:

- Movimientos del terreno, tanto horizontales como verticales, mediante hitos topográficos e inclinómetros.
- Movimientos en los edificios mediante regletas de nivelación, dianas topográficas y clinómetros adosados a la fachada.
- Apertura de grietas mediante fisurómetros.
- Variaciones en la posición del nivel freático mediante piezómetros.

En estos casos es importante realizar una serie de trabajos previos a la colocación de la instrumentación definida. Estos trabajos consisten en:

- Determinación de la zona de influencia del túnel.
- Inventario de los edificios dentro de la zona de influencia.
- Documentación sobre los edificios afectados (cimentación, estructura, etc).

- Inspección preliminar, teniendo en cuenta las fachadas y elementos comunes.
- **Secciones de control**

El instrumental de auscultación se dispone en “secciones de control”, entendiéndose como tal a conjuntos de instrumentos de auscultación colocados en una misma sección transversal. Se han diseñado dos tipos de secciones de control:

- Secciones de control normal, que se ubicarán sistemáticamente a lo largo del túnel, cada 25 metros. Dispondrán tan sólo de mediciones de convergencias.
- Secciones de control intenso, que también se ubicarán sistemáticamente en el túnel a longitudes mayores que las secciones de control normal, cada 200 metros, con secciones adicionales en puntos de interés, como zonas de mala calidad, contactos entre unidades geotécnicas, etc. En ellas, además de convergencias, se colocarán 9 extensómetros de varillas, en diferentes direcciones (clave, hastial a 20º sobre la horizontal y hastial a 15º bajo la horizontal) y 5 células de presión total.
- **Frecuencia de lecturas y proceso de datos**

Convergencias

La distribución de medidas a realizar en el tiempo dependerá de la calidad del terreno, de la velocidad de deformación y de la magnitud de ésta, así como de las operaciones a realizar en el túnel.

Se realizarán medidas diarias hasta la estabilización de la curva de deformación-tiempo y un mínimo de 2 semanas. A partir de dicho momento se realizarán mediciones semanales de comprobación. Esta frecuencia de lecturas se aplicará tanto a la sección de avance como de destroza. En cualquier caso, las medidas diarias se prolongarán como mínimo hasta que el frente de excavación se aleje dos diámetros de la sección de medida.

Dado que cada sostenimiento se aplica para unos condicionantes geotécnicos diferentes, los valores de referencia serán diferentes para cada uno de ellos, de forma que deformaciones que en un determinado sostenimiento son normales en otro pueden ser motivo de alarma. A pesar de ello, y con carácter orientativo, se muestran unos criterios de actuación sobre el sostenimiento, en función de las velocidades de deformación observadas y el tipo de sostenimiento.

VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN (mm/día)		CLASE	ACTUACIÓN
ST-I y ST-II	ST-III y ST-IV		
$V > 10$	$V > 20$	Muy grande	Refuerzo inmediato del sostenimiento (salvo secciones situadas a menos de un diámetro del frente)
$5 < V < 10$	$10 < V < 20$	Muy grande	Si se mantiene durante dos días se procederá al refuerzo del sostenimiento (salvo secciones situadas a menos de un diámetro del frente)
$2 < V < 5$	$4 < V < 10$	Grande	Si se mantiene durante cinco días se procederá al refuerzo del sostenimiento
$0,5 < V < 2$	$1 < V < 4$	Media	Si se mantiene durante quince días se procederá al refuerzo del sostenimiento
$0,05 < V < 0,5$	$0,1 < V < 1$	Pequeña	Ninguna. Continuar con mediciones semanales
$V < 0,05$	$V < 0,1$	Despreciable	Ninguna. Si se mantiene durante un mes, con el frente a más de 5 diámetros, puede disminuirse la frecuencia de lecturas a una lectura mensual

Extensómetros de varillas y células de presión total

Se tomará una lectura semanal desde su instalación hasta que las lecturas se estabilizan. Posteriormente la frecuencia de lectura será mensual. Con las lecturas obtenidas se realizarán gráficos de Deformación/Tiempo, Deformación/Distancia al frente, Presión/Tiempo y Presión/Distancia al frente.

Informe y análisis de los resultados

A partir de la información obtenida, se emitirán dos tipos de informes: uno de acción inmediata para validar la continuidad de la excavación el lunes de cada semana y otro más desarrollado a más largo plazo con el que se irá desglosando un banco de datos geológico-geotécnico en el que se recoja la siguiente documentación:

El informe semanal recogerá los resultados obtenidos de la instrumentación, indicando la fase constructiva en que se encontraba la obra cuando se obtuvieron los resultados. En dicho informe se incluirá un análisis de los resultados obtenidos por comparación con los valores esperados.

El segundo informe será de periodicidad mensual y recogerá los resultados de los informes semanales, representando en gráficos la evolución de las medidas referidas al origen de todos los equipos de auscultación, con indicación de momentos particulares de obra, incluyendo entre

otros, plano de planta de la instrumentación instalada y croquis acotado de la sección con indicación de los instrumentos.

7.8.12 Seguridad en túneles

- **Análisis normativo**

Las normas aplicadas en España en relación con la seguridad en los túneles ferroviarios son:

- Reglamento UE 1303/2014 de la Comisión, de 18 de Noviembre de 2014, sobre la especificación técnica de interoperabilidad relativa a la seguridad en los túneles ferroviarios del sistema ferroviario de la Unión Europea.
- Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de Infraestructura y la Instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de Energía (IFI-IFE 2022).
- Normativa Adif Plataforma (NAP) Túneles 2-3-1.0 + M1 (Junio 2018).

El enfoque de la normativa en vigor, incluyendo la ETI «Seguridad en los túneles ferroviarios» se refiere ante todo a la protección de las vidas humanas. Establece una serie de medidas que permiten evacuar a los pasajeros en condiciones de seguridad adecuadas en caso de incidente, así como el acceso a los servicios de emergencia.

En lo relativo a seguridad, la Norma NAP complementa los requisitos técnicos de las normas ETI, aunque no exime de cumplir el resto de preceptos ETI de los distintos subsistemas.

La resistencia al hundimiento de la infraestructura está por lo tanto dimensionada tanto para asegurar la evacuación de los pasajeros y del personal, como también el acceso a los servicios de emergencia.

A continuación, se indica cada una de las características necesarias a tener en cuenta por cada uno de los aspectos relacionados anteriormente. Se señala el artículo de las mencionadas NAP y ETI de Seguridad en Túneles que hace referencia a cada aspecto:

Prevención de acceso no autorizado

ETI Art. 4.2.1.1. Prevención del acceso no autorizado a las salidas de emergencia y a las salas técnicas:

Resistencia al fuego y protección frente a incendios

ETI Art. 4.2.1.2. Resistencia al fuego de las estructuras del túnel:

ETI Art. 4.2.1.3. Reacción al fuego de los materiales de construcción:

ETI Art. 4.2.1.4. Detección de incendios en las salas técnicas:

NAP Artículo 6.4 Protección contra el fuego:

NAP Artículo 5.1.7 Suministro de Agua:

NAP Artículo 5.1.10 Simulación de incendio y evacuación

Evacuación, Zonas Seguras y de rescate

ETI Art. 4.2.1.5.1. Zona Segura:

ETI Art. 4.2.1.5.2 Acceso a la zona segura:

ETI Art. 4.2.1.5.3. Medios de comunicación en zonas seguras:

ETI Art. 4.2.1.5.4. Alumbrado de emergencia:

ETI Art.4.2.1.5.5. Señalización de evacuación:

ETI Art. 4.2.1.6. Pasillos de evacuación:

ETI Art. 4.2.1.7. Puntos de evacuación y rescate:

ETI Art. 4.2.1.8. Comunicaciones de emergencia:

NAP 5.1.2 Pasillos Evacuación

NAP 5.1.3 Acceso a Zona Segura:

NAP 5.1.4 Zonas Seguras y de Rescate:

- **Descripción de las medidas de seguridad principales**

Como medidas de seguridad principales, se destacan las salidas de emergencia, los puntos de evacuación y rescate y los pozos de ventilación propuestos. Adicionalmente, se deberá dotar al túnel del resto de medidas e instalaciones de protección civil y seguridad que exige la normativa vigente y que se relacionan en el apartado anterior de Análisis Normativo.

Salidas de emergencia

Con respecto a las salidas de emergencia, y cumpliendo las indicaciones recogidas en la ETI de Seguridad en Túneles, se han proyectado salidas de emergencia en la estación subterránea de Zorrotza, tanto en la Alternativa 1 como en la Alternativa 2.

En ambas alternativas se sitúan dos salidas de emergencia en los extremos de los andenes de la estación, los cuales se sitúan entre los PP.KK. 0+647,837 y 0+747,837. De esta manera se da cumplimiento a que la distancia entre salidas de emergencia no supere los 1.000 metros.

Los elementos de evacuación en la estación de Zorrotza se describen en el “Anejo Nº 10: estación de Zorrotza”.

Puntos de evacuación y rescate (P.E.R)

Las salidas de emergencia de la estación de Zorrotza salen en superficie en dos puntos, en las canchas de Zazpilanda y en el Grupo Aldapeta. En ambos casos se ha contemplado una zona segura final de 500 m² tal y como establece la ETI, para posibilitar la evacuación de los trenes y el acceso a los servicios de emergencia.

Además, se han propuesto dos puntos de evacuación y rescate (P.E.R) en las bocas de entrada y salida de los túneles, los cuales estarán equipados con suministro de agua, tal y como se establece en las ETI.

Pozos y galerías de ventilación

Se han propuesto en el presente estudio informativo dos pozos de ventilación de emergencia, situados en ambos extremos de la estación de Zorrotza, con objeto de evacuar los humos generados en una emergencia y posibilitar de esta manera una evacuación segura de todo el pasaje del tren.

En las dos alternativas los pozos de ventilación están ejecutados mediante la técnica de raise-boring y se localizan en los siguientes puntos:

POZO DE VENTILACIÓN	LOCALIZACIÓN	P.K.
Ventilación de emergencia sur	Eje 1 (alternativa 1) Eje 5 (alternativa 2)	0+578
Ventilación de emergencia norte	Eje 1 (alternativa 1) Eje 5 (alternativa 2)	0+815

La ventilación y evacuación es necesario validarla con modelos CFD computacionales que se desarrollarán en fases más avanzadas del proyecto.

7.9 Estación de Zorrotza

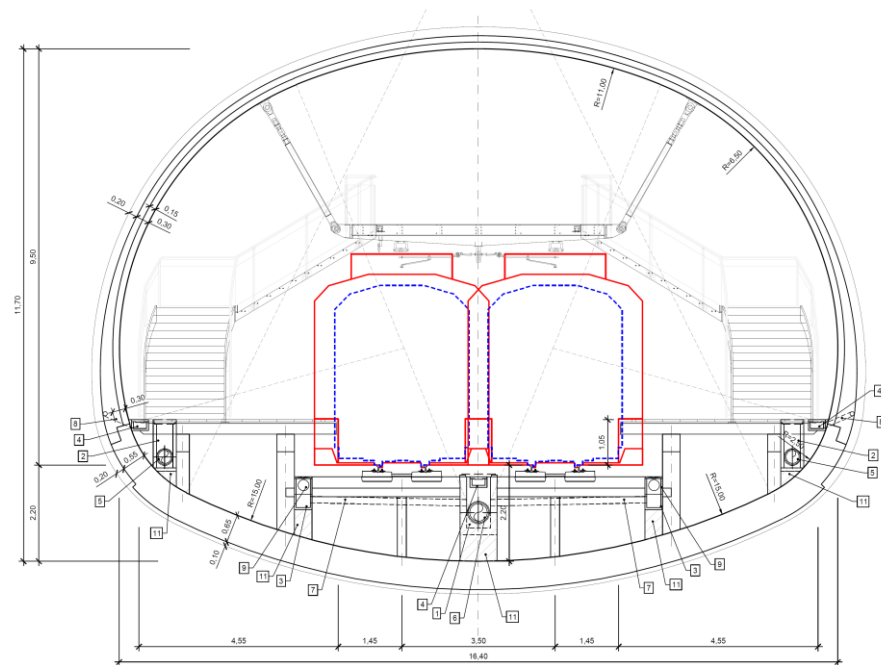
El objeto del presente apartado es la descripción de los diferentes elementos que conforman la nueva estación soterrada de Zorrotza, diseñada en el marco del “Estudio Informativo para la integración urbana del ferrocarril en Zorrotza”.

Se han diseñado dos soluciones diferentes para la estación, alternativas 1 y 2, en función de la situación de la vía de mercancías respecto de la misma:

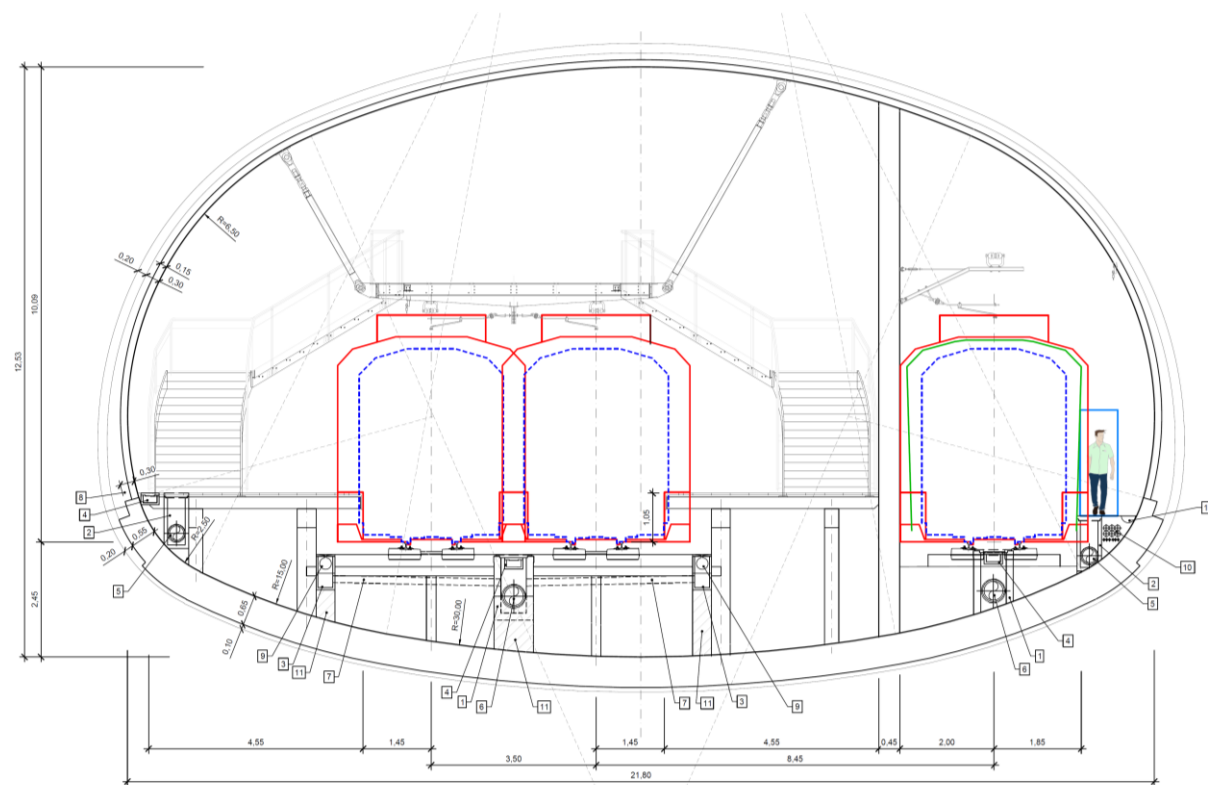
- **Alternativa 1:** esta alternativa consiste en un túnel de vía doble, con una estación en caverna de vía doble bajo el barrio de Siete Campas, y un segundo túnel de vía única de mercancías que se bifurca del anterior y sortea la caverna de la Estación por el sur a modo de Bypass.
- **Alternativa 2:** se ha estudiado una solución que permita segregar los tráficos de mercancías a su paso por la nueva Estación, y encapsularlos en una tercera vía lateral que discurre por detrás de un muro, de manera que se evite al paso de estos por la zona de andenes.

Salvo pequeñas diferencias de ajuste para cada solución motivadas por este trazado diferente de la línea de mercancías, y en concreto la conexión con las torres de escaleras de emergencia Este y Oeste, conceptualmente, en lo referente a la estación y su relación con los pasajeros, se consideran soluciones similares. En ambas soluciones la estación es subterránea en su totalidad.

La estación, desde el punto de vista arquitectónico, está formada por un espacio único, en el que se desarrollan las diferentes actividades y servicios que forman parte del funcionamiento normal de la misma. Se ha optado por una estación tipo “caverna”, excavada íntegramente en roca y con accesos desde superficie mediante cañones, que permiten acceder desde distintos puntos de la ciudad y cuya longitud depende en buena parte de la profundidad de la caverna con respecto al punto de acceso en superficie. Se cuenta además con una torre de ascensores para dotar de itinerario accesible.



Sección tipo de caverna de la Alternativa 1



Sección tipo de caverna de la Alternativa 2

En ambas Alternativas se dispone de dos accesos principales desde la calle a la estación, uno en galería en rampa y otro en forma de escalera, que se sitúan en puntos alejados entre sí, lo que permite dar servicio a la ciudad desde puntos alejados entre sí. Estos accesos comunican la calle exterior con dos mezzaninas, una por cada acceso (mezzanina este para el acceso por la escalera y mezzanina oeste para el acceso por la galería en rampa), ubicadas sobre la plataforma de vía. Desde estas mezzaninas se produce el acceso a los andenes, mediante escaleras imperiales, aproximadamente a $\frac{1}{4}$ de la longitud total del andén.

Complementariamente, se ha diseñado un acceso a la estación desde la parte alta del barrio, mediante una torre equipada con ascensores, y que comunica con la mezzanina oeste mediante una galería horizontal, excavada en roca.

El conjunto de la estación se complementa con dos torres excavadas en vertical que recogen dos escaleras de emergencia, una por cada lado de la estación este y oeste, con salida directa a espacios libres en cota de urbanización. A estas escaleras vierten, a través de galerías, las distintas salidas de emergencia planteadas en las distintas plantas de la estación (andenes / mezzaninas).

7.9.1 Criterios de diseño

Se ha optado por proyectar dos andenes laterales, cada uno para dar servicio a cada una de las vías de viajeros.

7.9.1.1 Esquema Funcional

La estación, aparte de los elementos propios de conectar los andenes con la vía pública, es decir, los elementos propios de acceso y movimiento de usuarios, incluidos los complementarios de medios de evacuación y ventilación, se complementa con espacios de servicio a la actividad general (reserva para cuartos técnicos de instalaciones, vestuarios, puestos de control y de servicio y atención al viajero). El conjunto de ellos se ha desarrollado según el siguiente esquema.

Los andenes se han dispuesto siguiendo la leve pendiente que se ha definido para el trazado ferroviario. Están conectados con el nivel de mezzaninas superiores, una por cada lado de estación y que conectan con los cañones de acceso en escalera para el lado este, y con el cañón de acceso en rampa y la torre de ascensores en su lado oeste.

Ambos andenes, y ambas mezzaninas, en sus extremos, dan acceso también a espacios reservados para cuartos de instalaciones y otros servicios, es decir, con espacios relacionados con el funcionamiento y mantenimiento de la estación y sus sistemas, así como otros relacionados con la operación de la línea.

Complementariamente, ambos andenes y ambas mezzaninas, en sus extremos, conectan con el sistema de escaleras de emergencia (2, una en cada lado este/oeste) mediante un sistema de pasillos de evacuación, independientes de los espacios públicos de uso habitual referidos anteriormente.

7.9.1.2 La caverna

La caverna de estación, en ambas opciones, Alternativa 1 y Alternativa 2, se implanta aproximadamente a 25 m de profundidad bajo el barrio de Zorrotza, de forma aproximadamente paralela a las curvas de nivel de la ladera.

La caverna que da cabida a la Estación tiene una longitud interior de 135 metros entre extremos.

La caverna engloba las zonas de andenes y de vías, y a nivel superior, la plataforma de las mezzaninas y sus conexiones con los cañones de acceso. La ocupan también las zonas de instalaciones y auxiliares definidas anteriormente.

La zona pública se ha diseñado de forma que sea un espacio limpio de recorridos sencillos. La comunicación entre el nivel de andenes y el de mezzanina se realiza mediante escaleras abiertas de tipo imperial. La conexión entre nivel mezzanina y andenes, facilitando un recorrido accesible, se resuelve mediante ascensores panorámicos en punta oeste de andenes.

La orografía variable de la ladera ha condicionado la ubicación de los accesos a la estación desde la vialidad del barrio. Como referencia, el acceso a la estación desde el Barrio Ignacio Miranda se sitúa a la cota +22.08, el cañón de acceso desde el Parque Alazne Lopez Etxebarria se única a la cota +48.09, y la batería de ascensores de la calle Zorrotzagana se ubican a la cota +64.50.

EL cañón de acceso lado Norte se configura como una rampa de pendiente 6% y longitud 120 m, y el cañón de acceso Sur, se configura mediante escaleras fijas y mecánicas en un recorrido de 100 m.

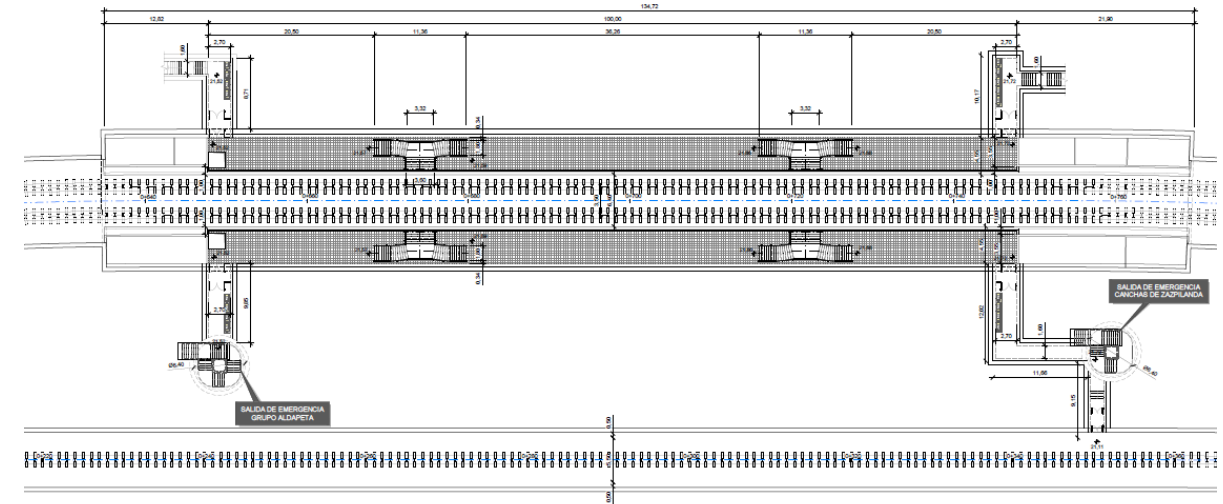
7.9.1.3 Andenes

Por encima de la rasante de vía (105 cm) se sitúa el nivel de andenes. Se han dispuesto siguiendo la leve pendiente que se ha definido para el trazado ferroviario. Podemos estimar una cota en el punto medio de ellos de +21,63.

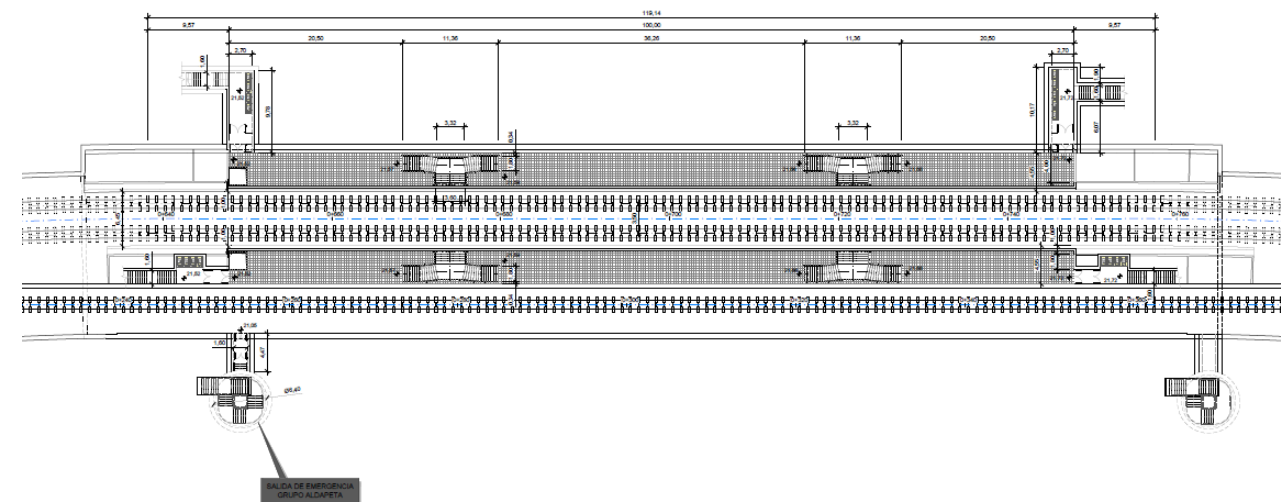
En ambos extremos de los andenes se ubican los cuartos técnicos de que consta la estación.

Se han previsto asimismo una salida de emergencia en cada extremo de andén, a espacios de pasillos y escaleras protegidos que constituyan una zona segura.

La estación se configura con andenes laterales, de longitud de andén útil de 100 m. y con anchura útil de andén de 4,55 metros.



Planta a nivel de Andenes de la Alternativa 1



Planta a nivel de Andenes de la Alternativa 2

7.9.1.4 Cuartos Técnicos

Como se ha indicado, rematando los extremos de los andenes, se han ubicado los cuartos técnicos del nivel de andenes y las salidas de emergencia.

Los cuartos técnicos se localizan en los extremos de los andenes y las mezzaninas. Se han diseñado con espacios de reserva de modo que se puedan subdividir en fases posteriores de diseño. Se ha

seguido para el cómputo de su superficie los requerimientos a los respectos recogidos en el Manual de Diseño de ADIF.

7.9.1.5 Nivel de Mezzaninas

El segundo nivel existente en la caverna se denomina nivel de mezzanina y queda 4,50 metros por encima del andén. En concreto, dadas las pendientes de la vía, los niveles establecidos son +26,17 para la mezzanina este y +26,01 para la mezzanina oeste.

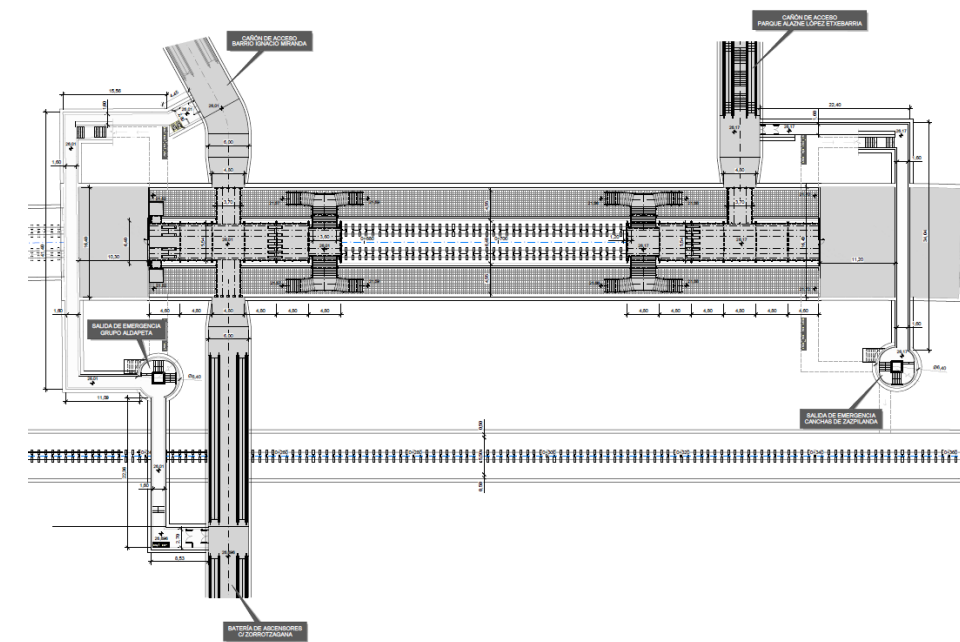
La comunicación entre ambos niveles se realiza a través de escaleras tipo imperial, de ancho útil 1,80 m en cada rampa simple y de 3,60 m de anchura útil en la rampa doble.

Como itinerario accesible se dispone de ascensores panorámicos situados en fondo oeste de andenes, disponiéndose una solución de canceladoras de acceso en planta de mezzanina.

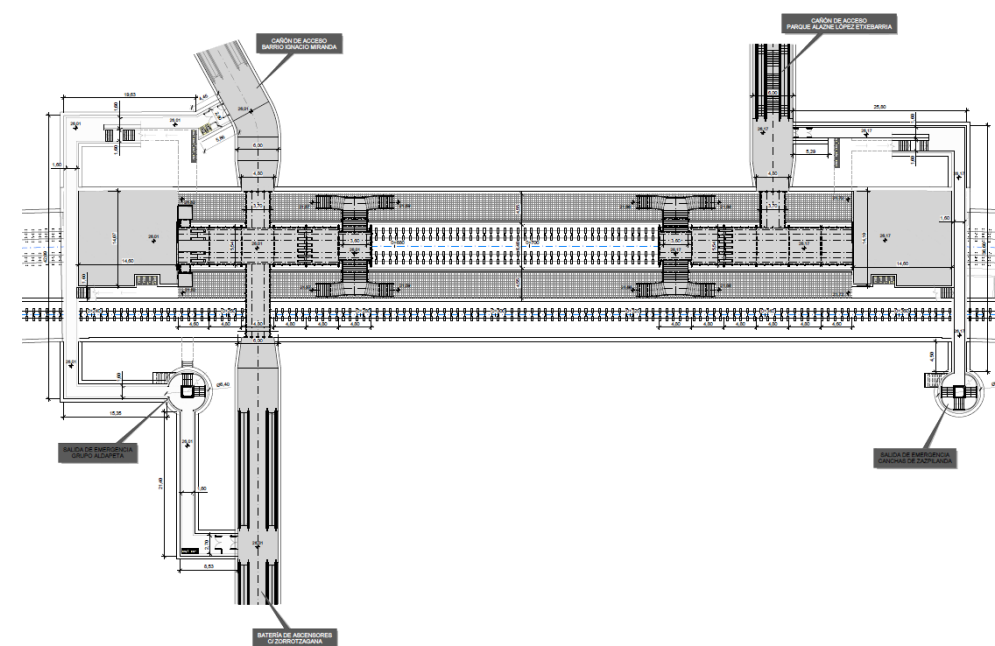
Complementariamente, en el nivel de mezzanina se disponen espacios de reserva para cuartos técnicos similares a los existentes en el nivel inferior.

Estas mezzaninas realizan la función de vestíbulo. Son espacios de circulación que deben disponer de espacio suficiente para permitir el flujo de los recorridos y ubicar en él las máquinas expendedoras y los servicios de atención al cliente. En ellas se ubican los sistemas de venta de billetes, atención al público, y canceladoras. Estas dividen la zona en dos ámbitos, pagado y no pagado.

Desde ellas nacen los puentes de acceso a los cañones de acceso desde el exterior y al cañón de acceso a torre de ascensores.



Planta a nivel de mezzanina de la Alternativa 1



Planta a nivel de mezzanina de la Alternativa 2

7.9.1.6 Escaleras de emergencia y pasillos de evacuación

Se ha dotado a la estación de recorridos protegidos para la evacuación de los ocupantes en caso de siniestro, independientes de los recorridos de uso habitual por los pasajeros.

En concreto conectan con el sistema de escaleras de emergencia (2, una encada lado este/oeste de los andenes) mediante un sistema de pasillos de evacuación, independientes de los espacios públicos de uso habitual referidos anteriormente.

La conexión de los espacios públicos con estos pasillos de evacuación se ha planteado en todos los casos a través de vestíbulos de independencia.

A nivel de andenes, en cada extremo de andén se ubica una salida de emergencia que comunica, a través de pasillos y escaleras, con las escaleras de emergencia en torre situadas al este (Salida de Emergencia Canchas de Zazpilanda) y al oeste (Salida de Emergencia Grupo Aldapeta).

7.9.1.7 Accesos exteriores

La caverna tiene un total de tres accesos desde el exterior, dos cañones y una batería de ascensores. Los usuarios acceden a la estación, procedentes de la superficie, por los siguientes accesos:

- **Acceso desde el Barrio Ignacio Miranda.** Cañón que emerge a superficie en la calle Barrio Ignacio Miranda, donde se ubicaría una tronera de acceso. Este acceso permite extender el servicio a la parte baja de Zorrotza.
- **Acceso desde el Parque Alazne Lopez Etxebarria.** Se accede mediante un cañón que sale a superficie en una pequeña plaza existente en el encuentro de la Carretera de Zazpilanda, donde se ubicaría una escalinata de acceso. Este acceso permite extender el servicio a la parte central de Zorrotza.
- **Batería de ascensores de la calle Zorrotzagana.** Se dispondrían dos ascensores, de gran capacidad, para comunicar de manera directa el nivel de mezzanina con la zona más alta del barrio.

Cañones y ascensores

- Cañón de acceso desde el Barrio Ignacio Miranda: Entronca con la estación accediendo a la mezzanina oeste de la Estación, a cota de mezzanina +26,01. Tiene una longitud total de 120 metros y salva un desnivel de 3,93 metros mediante un recorrido en rampa constante de pendiente 6%. Dispone de un pasillo central y pasillos rodantes (uno por sentido) en los laterales, en tres tramos.
- Cañón de Acceso desde el Parque Alazne Lopez Etxebarria: Entronca con la estación accediendo a la mezzanina este de la Estación, a cota de mezzanina +26,17. Tiene una longitud total de 100 metros y salva un desnivel total de 21,92, metros mediante cuatro tramos de escaleras: una escalera fija que cubre los primeros 4,67 metros de descenso, una segunda tramada que cuenta con una escalera fija central y una mecánica a cada lado de la misma (una de subida y otro de bajada), salvando un desnivel de 8,40 metros, una tercera tramada que cuenta con una escalera

fija central y una mecánica a cada lado de la misma (una de subida y otro de bajada), salvando un desnivel de 4,20 metros, y una cuarta tramada que cuenta con una escalera fija central y una mecánica a cada lado de la misma (una de subida y otro de bajada), salvando un desnivel de 4,65 metros.

- **Batería de ascensores de la calle Zorrotzagana.** En la zona más alta del barrio se diseña una batería de ascensores de acceso a la estación, que comunica la vía pública con el nivel de mezzanina, salvando un desnivel de 38,49 metros.

7.9.1.8 Ventilación

El sistema de ventilación de estación y túnel adoptado se basa en la existencia de dos modos de operación, uno en situación normal de explotación y otro en situación de emergencia. En condiciones normales existirá ventilación natural y mecánica mientras que en situación de emergencia toda la ventilación pasará a ser mecánica (ventilación forzada). Se ubican dos pozos de ventilación:

- **Ventilación de emergencia Sur:** Se ubica en el tramo de túnel anterior a la Estación de Zorrotza, entroncando con el PK 0+578 aproximadamente. Esta galería conecta con la superficie a través de dos pozos circulares de 3 m de diámetro interior. La salida a superficie se articula mediante una arqueta de ventilación con rejilla tramex de dimensiones 7.600 x 3.000 mm, en un terreno no ocupado junto a la calle Grupo Jardín de Zorroza.
- **Ventilación de emergencia Norte:** Esta ventilación de emergencia entronca con el túnel en el entorno del PK 0+815. La cámara de ventiladores se ubica en una galería horizontal perpendicular al túnel, conectada con la superficie mediante dos pozos verticales de sección circular y diámetro interior 3 metros. La salida a superficie se articula mediante una arqueta de ventilación con rejilla tramex de dimensiones 7.600 x 3.000 mm, en la calle Grupo Zazpilanda.

7.10 Electrificación

La línea entre Aranguren y Bilbao La Concordia de la Red de Ancho Métrico (RAM) de ADIF, dispone de vía doble electrificada a 1.500 VCC. La vía existente se encuentra electrificada con catenaria compensada compuesta por dos hilos de contacto y sustentador. El pendolado existente es de tipo varilla.

La línea cuenta con dos subestaciones eléctricas de tracción (Aranguren y Zorrotza). Desde la subestación de Zorrotza se alimenta la línea en ménsula hasta el final de línea en Bilbao La Concordia. La distancia desde esta subestación (P.K. 643/900) hasta el final de línea (P.K. 649/326) es de 5.426 metros. La subestación de Zorrotza dispone de dos grupos de 1.250 kW de potencia cada uno.

El tramo objeto del presente estudio, comprendido entre los PP.KK. 943+097 y 945+238, y en el cual se ubica la estación de Zorrotza, discurre a cielo abierto en todo su recorrido. Cuenta con un escape y un desvío para el acceso a la Base de Mantenimiento de catenaria existente junto a la subestación de Zorrotza.

La solución adoptada tiene en cuenta la nueva disposición de vías y aparatos, así como la reubicación de la subestación de Zorrotza.

Debido a que la subestación actual queda fuera de servicio tras la ejecución de las obras del presente Estudio Informativo, se propone la ejecución de una nueva en una parcela próxima al apeadero de Santa Agueda, entre la línea de ferrocarril y la carretera BI-3742.

Se deberá proceder a la electrificación de las nuevas vías contempladas en el trazado, dos vías de viajeros+mercancías (vías 1 y 2) y una vía exclusiva para el tráfico de mercancías (vía 3), así como al levante de todas las estructuras, equipos y catenarias actuales que queden fuera de servicio.

Para este tramo se propone la instalación de catenaria flexible tipo CA-160/3kVcc adaptada a los requerimientos de la Red de Ancho Métrico.

La solución adoptada requeriría por tanto de las siguientes actividades:

- Excavación y hormigonado de nuevas cimentaciones para postes y anclajes.
- Izado de nuevos postes de electrificación.
- Fijación de cables de tierra a los nuevos postes.
- Montaje de soportes en túnel.
- Montaje de equipos de catenaria: ménsulas, suspensiones y atirantados.
- Montaje de equipos de compensación.
- Ejecución de elevaciones, cola de catenaria, anclajes.
- Montaje de seccionamientos.
- Montaje de agujas aéreas.
- Tendidos de catenarias: sustentador, hilos de contacto y pendolado.
- Instalación de aislamientos intermedios y conexiones.
- Instalación de pararrayos tipo autoválvula.
- Instalación de descargadores de intervalos.
- Montaje y conexionado de seccionadores.
- Montaje de PLO para mando y control de seccionadores de catenaria.
- Desmontaje y demolición de todos aquellos elementos de la electrificación que interfieran con las nuevas instalaciones o queden fuera de servicio.

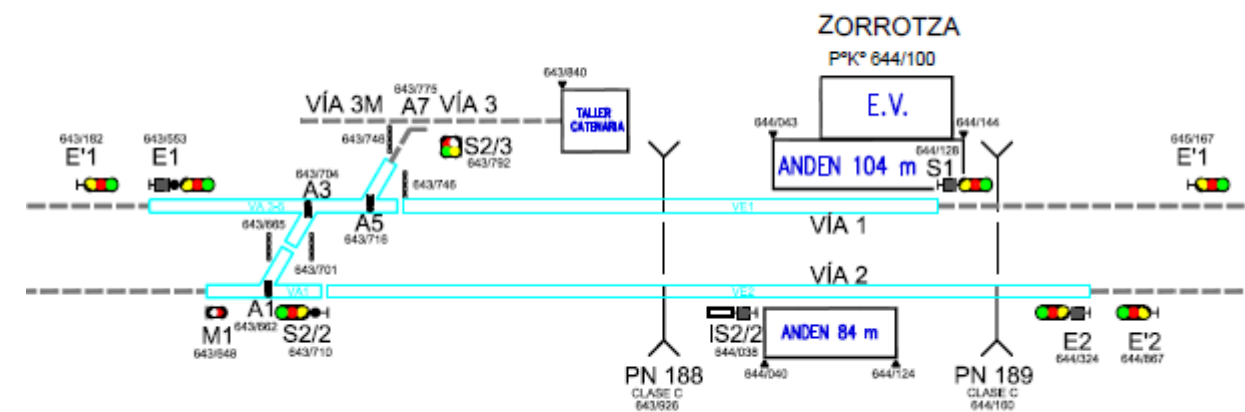
7.11 Instalaciones de seguridad y comunicaciones

7.11.1 Descripción de las instalaciones actuales

La estación actual de Zorrotza dispone de un **enclavamiento electrónico** para la gestión de las circulaciones a su paso por la estación. Dicho enclavamiento se ubica en el cuarto de Señalización y Comunicaciones, que está ubicado en un edificio anexo a la estación.

En cuanto a la señalización del tramo, la estación de Zorrotza establece Bloqueo Automático de Vía Doble Banalizada (**B.A.B.**) con los enclavamientos colaterales de Irauregi y Basurto Hospital.

El esquema de señalización del tramo actual es el siguiente:



Esquema de señalización de la estación de Zorrotza

En cuanto al sistema de detección, se disponen de **circuitos de vía** para las instalaciones controladas. Los equipos interiores se encuentran ubicados en el cuarto de Señalización y Comunicaciones de Zorrotza.

En el tramo actual del trayecto entre la estación de Zorrotza y las estaciones colaterales de Irauregi y Basurto Hospital existen **dos (2) pasos a nivel de clase C**:

- P.N. n°188, denominado Zorrozoiti (P.K. 643+926).
- P.N. n°189, denominado Zorrotza-Kastrexana (P.K. 644+160).

Las **señales de entrada, de avanzada y salida** disponen de sistemas de protección ASFA mediante balizas. Concretamente, las señales de entrada y avanzada poseen tanto baliza previa como la

baliza de la propia señal. En el caso de las señales de salida, éstas disponen de balizas junto a la señal.

Las señales de maniobra e indicadoras de salida no disponen de sistemas de protección del tren.

El enclavamiento de la estación está preparado para su telemando desde el **CTC de Bilbao**, desde donde se pueden dar órdenes y recibir las indicaciones correspondientes. Adicionalmente, se dispone de un puesto de mando local en el propio cuarto técnico.

El sistema de Telecomunicaciones móviles a lo largo del tramo objeto del presente Estudio Informativo se encuentra comunicado actualmente mediante el sistema de comunicación digital GSM-R.

El Sistema de Telecomunicaciones Fijas de la estación de Zorrotza se encuentra conectado con las estaciones colaterales de Irauregi y Basurto Hospital. La red del CTC consta de dos canales redundantes:

- Canal principal: Basado en una red SHDSL sobre cobre.
- Canal secundario: Basado en una red MPLS-IP sobre fibra óptica.

El cuarto de Señalización y Comunicaciones se alimenta prioritariamente de la línea eléctrica de 2200/3000 V de ADIF existente en todo el tramo.

7.11.2 Descripción de las instalaciones proyectadas

Como consecuencia del nuevo esquema de vías proyectado, se producirá el **desmantelamiento de los pasos a nivel** P.N. Zorrozoiti y P.N. Zorrotza-Kastrexana.

Enclavamiento

El cuarto actual de Señalización y Comunicaciones se desmontará y se instalará un nuevo cuarto técnico en la futura estación de Zorrotza, en el que se dispondrá de un nuevo enclavamiento electrónico que controlará los elementos de vía objeto del presente estudio. Asimismo, se considera la adaptación de la relación de bloqueos con los enclavamientos colaterales, en las estaciones de Irauregi y Basurto Hospital, así como las actuaciones a realizar en el Puesto de Mando de Bilbao para el telemando de dicho tramo. El enclavamiento garantizará la seguridad de las circulaciones en la vía, autorizando los movimientos solicitados únicamente mientras se cumplan todas las condiciones de seguridad. La lógica de tratamiento de datos y la toma de decisiones estará programada en una estructura software que se ejecutará en un entorno de nivel de integridad de la seguridad (SIL4).

El enclavamiento se controlará mediante un mando local videográfico (PLO), que representará la información necesaria para la supervisión de la circulación y proporcionará el interfaz para solicitar la autorización de movimientos dentro del ámbito gobernado por cada enclavamiento. Por último, hay que destacar que el enclavamiento electrónico que se instale estará capacitado para ser telemandado desde el Centro de Control de Bilbao.

Señales

Se instalarán nuevas señales de entrada, avanzada, retroceso, maniobra, indicadora de salida e indicadora de aguja, de tecnología LED. Las señales responderán a la Especificación Técnica de ADIF 03.365.011.0, de Junio de 2017, de Señales Luminosas Modulares para Focos LED.

Detección del tren: Circuitos de vía y contadores de ejes

Los elementos de detección fundamentales sobre los que se apoya la seguridad de las circulaciones son los circuitos de vía. Para la detección positiva y segura de los trenes en las instalaciones controladas por el nuevo enclavamiento, se instalarán **circuitos de vía de audiofrecuencia sin juntas**, así como su equipamiento interior en el nuevo cuarto de Señalización y Comunicaciones. En la vía se instalarán únicamente las unidades de sintonía correspondientes al emisor y al receptor y los cables de lazo de terminación del circuito.

Los circuitos de vía serán concebidos y realizados según el principio de seguridad intrínseca, de forma que cualquier defecto en el sistema del circuito de vía (corte de cable, falta de emisión, etc.) se traducirá en falta de señal en la recogida y en consecuencia en ocupación del circuito.

De acuerdo con las directrices CENELEC para sistemas electrónicos de seguridad, el nivel de integridad y seguridad (SIL) que se exigirá al conjunto será el 4, lo que equivale a que el objetivo de seguridad fija un máximo de 10^{-10} fallos contra la seguridad por hora (MTBF).

Los circuitos de vía a instalar cumplirán la especificación técnica de ADIF ET 03.365.311.4 Sistemas electrónicos de detección de tren basados en circuitos de vía de audiofrecuencia.

La detección del tren en el trayecto entre Zorrotza y las estaciones colaterales de Irauregi y Basurto Hospital se realizará mediante el sistema de contadores de ejes, con el equipamiento centralizado en el cuarto técnico del enclavamiento. Este sistema es especialmente adecuado para tramos de largas distancias.

Las señales asociadas al esquema vía de la subestación eléctrica reubicada también dispondrán de contadores de ejes.

Accionamientos de aguja

Se instalarán **accionamientos de aguja electrohidráulicas** para los desvíos proyectados para la nueva estación de Zorrotza, junto con el escape para el acceso de la nueva base de mantenimiento. Por tanto, se desmontarán los desvíos existentes en la estación actual de Zorrotza. Los accionamientos electrohidráulicos serán de tipo normalizado ADIF, e incluirán sus timonerías, anclajes, bastidor de palastros y cerrojos de uña, así como los comprobadores eléctricos de posición de los espadines, los cerrojos eléctricos, etc.

Sistema de protección del tren (ASFA)

El sistema ASFA Digital es un sistema de control que envía a través de las balizas situadas en la vía (emisores), a pie de señal y en una posición previa a la señal, la información correspondiente al aspecto de la señal en cada momento al tren (receptor).

El sistema embarcado en el vehículo transmitirá dicha información al maquinista que deberá reconocer la información acústica emitida por el mismo y actuar consecuentemente. En caso de ausencia de actuación, el sistema ASFA Digital aplicará automáticamente el freno de emergencia para detener el tren.

El sistema de captación del tren consiste en un circuito resonante, que oscila a una determinada frecuencia (Frecuencia Permanente, FP). Cuando el captador pasa por encima de una baliza, pasa a oscilar a la frecuencia de resonancia del circuito establecido en la baliza, con la que sintoniza mediante acoplamiento inductivo, recibiendo el aspecto de la señal correspondiente.

Cableado

Se utilizarán cables multiconductores y de cuadretes, de acuerdo a las características de cada elemento y la especificación técnica de ADIF ET 03.365.052.4 (1ª ed., junio 2017 y erratum de enero 2019), Cables multiconductores, pares y cuadretes para instalaciones de señalización y telecomunicaciones, y con factor de reducción 0,3 para cables de señalización y 0,1 para cables de comunicaciones.

Cajas terminales y armarios

Se mantendrá la red de armarios actualmente existente para el tramo previo a la nueva variante proyectada. No obstante, debido a la lejanía de armarios actuales y la necesidad de instalación de nuevos elementos de campo, se instalarán **cajas de terminales de nuevo suministro**.

En el caso de los armarios actuales, se realizará el reordenamiento y acondicionamiento de cableado en armario actual. En el caso de las cajas de terminales, se instalarán para albergar, principalmente, el cable dedicado a las nuevas señales, agujas u otras actuaciones similares.

Control de Tráfico Centralizado (C.T.C.)

Todas las instalaciones del tramo se integrarán en el **C.T.C. de Bilbao**, desde donde se podrán dar órdenes y recibir las indicaciones correspondientes.

Se prevé, por tanto, la ingeniería para la modificación del software (base de datos de órdenes, indicaciones y gráficos, sinópticos, etc.) y se incluirá todo el equipamiento necesario en el mismo que hiciese falta para dicho telemando (Tarjetas electrónicas, armarios, etc.) para adaptarlo al nuevo esquema de señalización previsto. Se incluyen todas las pruebas necesarias en laboratorio y en C.T.C.

La modificación del telemando será conforme a lo dispuesto en la norma NRS 01 “Norma funcional y Técnica para sistemas de Control de Tráfico Centralizado”.

El telemando del enclavamiento se realizará, siempre que sea posible, utilizando los canales existentes, transmisión digital de fibra óptica y cable, conectados entre el Puesto Central y el enclavamiento electrónico de cada estación.

Sistemas de Telecomunicaciones móviles

Se propone la instalación del sistema de comunicación digital **GSM-R** a lo largo del tramo objeto del presente estudio que garantice las comunicaciones de forma fiable, en coherencia con los sistemas actuales.

La ubicación y número de los equipos de GSM-R se definirá en fases posteriores.

Sistemas de Telecomunicaciones fijas

Se prevé la necesidad de los siguientes elementos de sistemas de telecomunicaciones fijas con objeto de dotar de conectividad entre los elementos de campo y los centros de control.

Cuarto de Señalización y Comunicaciones

Se contempla la instalación de un cuarto técnico para albergar el enclavamiento electrónico y los sistemas de comunicaciones controlados a lo largo del tramo previamente descrito. De la misma manera, se ubicarán en este edificio los cuadros relacionados con el sistema de fuerza, así como sistemas de seguridad, antiintrusión y sistemas auxiliares.

Suministro de Energía

Los equipos de suministro de energía considerados para el tramo objeto del estudio informativo tienen la función de alimentar los equipos de señalización y telecomunicaciones, con la energía necesaria para su correcto funcionamiento dentro del tipo, tolerancia y permisividad a

interrupciones, que necesite cada uno de ellos. Estos equipos también se encargan de la protección frente a elevaciones bruscas de tensión y perturbaciones que puedan proceder de la acometida de red.

Por tanto, se prevé contar con una **alimentación desde el Cuadro General de Baja Tensión** de la estación.

Se prevén, asimismo, los cuadros de BT y demás equipamientos necesarios para el cuarto de Señalización y Comunicaciones.

Se instalará también todo el cableado de fuerza necesario y un **Sistema de Alimentación Ininterrumpida (S.A.I.)** capaz de suministrar la energía necesaria en caso de fallo de alimentación a la lógica del enclavamiento, señales, contadores de ejes, cuadro SAI y demás equipos de señalización y comunicaciones.

El sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) será de tipo modular, y asegurará un suministro de energía a las instalaciones de dos horas; además, cumplimentará la especificación técnica de ADIF 03.365.940.

Para el dimensionamiento de las instalaciones de suministro de energía se realizarán previamente los cálculos de potencia y caídas de tensión en las líneas o conductores.

Las instalaciones no críticas como el alumbrado de los cuartos técnicos colgarán del Cuadro General del Cuarto de Señalización y Comunicaciones, mientras que el resto de sistemas, por considerarse críticos, irán siempre bajo Cuadro de Conmutación y bajo cuadro de SAI.

Obra civil asociada

El presente Estudio contempla la ejecución de la obra civil necesaria para el tendido de los cables de instalaciones de señalización, sistemas de protección del tren, telecomunicaciones y suministro de energía, consistente fundamentalmente en zanjas, canaletas y cruces de vía.

Levantes y desmontajes

Se desmontarán todos aquellos equipos que queden fuera de servicio tras la finalización de las obras y puesta en servicio de las nuevas instalaciones.

7.12 Obras complementarias

En el presente apartado se describen aquellas obras complementarias que, no estando consideradas en otros capítulos del estudio informativo, son necesarias para la ejecución y puesta

en servicio de las obras. Se trata por tanto de las actuaciones e instalaciones de apoyo a los trabajos principales de la actuación y son:

- Zonas de instalaciones auxiliares.
- Caminos de acceso a obra.
- Supresión de pasos a nivel.
- Reposición de instalaciones ferroviarias: Base de Mantenimiento de catenaria y Subestación eléctrica.
- Demoliciones y levantes.

7.12.1 Zonas de instalaciones auxiliares

Con fin de disponer espacios de trabajo y acopio colindante a la traza proyectada, se disponen de ocho zonas de instalaciones auxiliares asociadas a esta. A continuación se incluye una tabla en la que se recogen todas las instalaciones auxiliares diseñadas:

NOMBRE	ASOCIADA A	SUPERFICIE (M2)
ZIA-1	Emboquille de entrada	2.240
ZIA-2	Cañón de acceso c/Barrio Ignacio Miranda	1.015
ZIA-3	Salida de emergencia Grupo Aldapeta	278
ZIA-4	Batería ascensores c/Zorrozagana	490
ZIA-5	Salida de emergencia canchas de Zazpilanda	546
ZIA-6	Cañón de acceso c/Barrio Ignacio Miranda y ventilación de emergencia norte	371
ZIA-7	Emboquille de salida	708
ZIA-8	Base de mantenimiento de catenaria y subestación eléctrica	346

7.12.2 Caminos de acceso a obra

Existen algunos puntos de la traza que no son accesibles desde la red de viales públicos existente, por lo que ha sido necesario trazar viales provisionales de acceso a obra para poder ejecutar el proyecto:

- Camino de acceso a ZIA-1.
- Camino de acceso a la ventilación de emergencia sur.

- Camino de acceso a la plataforma ferroviaria.
- Camino de acceso al emboquille de salida.

A continuación se describen cada uno de estos caminos provisionales de acceso a obra.

7.12.2.1 Camino de acceso a ZIA-1

Este vial sirve como camino de acceso a la zona de instalación auxiliar 1 (ZIA-1) empleada para la construcción del emboquille de entrada al túnel y del tramo a cielo abierto situado antes del mismo.

Para llegar al camino se aprovecha el vial que partiendo de la carretera BI-3742 salva la línea de ferrocarril a través de un paso superior, el cual tiene cortado el acceso de vehículos en la actualidad.

El camino cuenta con una longitud de 272,005 metros.

Este camino permanecerá en situación definitiva, debido a que servirá para el acceso al punto de evacuación y rescate situado junto a la boca de entrada del túnel (PER-1), que se corresponderá con parte de la superficie de la ZIA-1.

7.12.2.2 Camino de acceso a la ventilación de emergencia sur

La ventilación de emergencia sur tiene salida en una zona de huertas en el Grupo Jardín de Zorrotza. Para poder generar una plataforma de trabajo para la construcción de los pozos verticales mediante la técnica del raise-boring, se ha diseñado un pequeño camino de acceso desde el vial cercano.

Para provocar las menores afecciones posibles, teniendo en cuenta que las proximidades hay unas viviendas, la parte final del camino en desmonte estará protegida por unas contenciones provisionales.

7.12.2.3 Camino de acceso a la plataforma ferroviaria

Para la ejecución del emboquille de salida del túnel y tramo a cielo abierto situado a continuación del mismo, es necesario diseñar un camino de acceso de obras. Este vial parte de la Avenida de Montevideo (carretera N-634) y con un desarrollo de 54,393 metros se eleva hasta la plataforma de la línea de ferrocarril actual a la altura de la entrada del túnel de Olabeaga actual.

7.12.2.4 Camino de acceso al emboquille de salida

El camino de acceso al emboquille de salida se trata de un vial que partiendo de la plataforma actual del ferrocarril se va elevando hasta la parte superior del emboquille, para poder ejecutar todas las contenciones perimetrales necesarias.

El camino cuenta con una longitud de 103,422 metros.

Con el fin de evitar la afección a la carretera N-634 con los taludes del camino, se precisa proyectar un muro de escollera, muro M-0.0(D)/Camino de acceso al emboquille de salida, que se cimenta en la propia plataforma de la línea de ferrocarril actual. Tanto el camino como el muro se irán levantando a medida que se vaya construyendo la nueva plataforma, desapareciendo en situación definitiva.

7.12.3 Supresión de pasos a nivel

El objeto principal de este estudio es que los dos pasos a nivel que cruzan a nivel la línea actual RAM en el barrio de Zorrotza, paso a nivel de Zorrotza (P.K. 644+160) y de Zorrozoiti (P.K. 643+926) queden suprimidos con la puesta en servicio de las actuaciones diseñadas.

Durante la fase 2A descrita en el "Anejo Nº 15: Proceso constructivo y situaciones provisionales" se inicia el levante de la vía actual que queda fuera de servicio una vez finalizadas las obras. En este momento se tendrán que desmantelar los dos pasos a nivel, incluyéndose las siguientes actividades principales:

- Reposición de sección de firme de carretera a la altura del paso a nivel.
- Eliminación de señalización viaria asociada al paso a nivel: barreras de seguridad y señalización luminosa y acústica.

7.12.4 Reposición de instalaciones ferroviarias: base de mantenimiento de catenaria y subestación eléctrica

Debido a la liberación de los terrenos ferroviarios en el tramo de la línea actual que queda fuera de servicio tras la construcción del soterramiento (del P.K. 643+250 al P.K. 645+209), es necesario la reposición de la subestación eléctrica y de la base de mantenimiento de catenaria que se localizan junto al paso a nivel del camino de Zorrozoiti.

Para la reubicación de estas instalaciones, se ha elegido una parcela situada junto a la estación de Santa Águeda, entre la línea del ferrocarril y la carretera BI-3742. La parcela tiene una superficie total de 3.738 m². En ella se ubican los siguientes elementos:

- Subestación eléctrica: el edificio ocupa una superficie de 269 m² y la zona de pórticos de 217 m².
- Nave-cochera de catenaria con una superficie de 143 m².
- Edificio de oficinas de dos plantas con una superficie de 120 m² cada una.
- Zona para viales, aparcamiento y acopio de materiales con una superficie de 2.548 m².

7.12.5 Demoliciones y levantes

Una vez ejecutado el soterramiento, la línea de ferrocarril actual situada entre los PP.KK. 643+250 y 645+209 queda fuera de servicio, al igual que las instalaciones situadas en este tramo, como son la base de mantenimiento de catenaria y subestación eléctrica. Por lo tanto, será preciso llevar a cabo:

- Levante de la línea de ferrocarril actual entre los PP.KK. 643+250 y 645+209 (vías 1 y 2), incluyendo el acceso a la base de mantenimiento de catenaria (vías 3 y 3M y los aparatos de vía A1, A3 y A5). Esta actuación incluye superestructura de vía, electrificación e instalaciones de seguridad y comunicaciones.
- Demolición de las siguientes estructuras asociadas a las instalaciones de la línea de ferrocarril actual que quedan fuera de servicio:
 - Edificio de la subestación con unas dimensiones 26x11 metros, a lo que hay que añadir el espacio para pórticos de salida de feederes de 8x9 metros.
 - Nave-cochera de catenaria con unas dimensiones de 11x13 metros.
 - Edificio de oficinas de dos plantas, con una superficie cada una de 20x6 metros.
 - Andenes, marquesinas y pequeñas dependencias asociadas a la actual estación de Zorrotza (P.K. 644+100).

7.13 Servicios y servidumbres afectados

Como resultado final de los contactos realizados con los distintos organismos y empresas y la descarga de instalaciones de servicios existentes de Inkolan, se tiene la información relativa a las redes existentes.

Estos datos se introdujeron en la cartografía base del estudio obteniéndose en un mismo formato para todos los servicios existentes en la zona correspondiente.

7.13.1 Red de suministro eléctrico

Las compañías suministradoras poseen redes de Baja y Media Tensión. El cruce o paralelismo con las líneas eléctricas aéreas se comprobará que cumplirán en lo posible las instrucciones existentes respecto a los gálibos/distancias mínimas.

Las interferencias con esta red se producen en las zonas de trazado a cielo abierto y en las obras en superficie asociadas a la estación, salidas peatonales, ascensores, así como la ventilación y evacuación de emergencia.

En la siguiente tabla se recogen para cada alternativa el número de afecciones detectadas y la longitud estimada de reposición de Red en función de su tensión (Mmedia, Bbaja) y en discriminando si es aérea(A) o subterránea (S).

DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Afecciones a la Red Eléctrica MTS (núm.)	1	1
Estimación de longitud a reponer MTS (m)	40	40

7.13.2 Red de telecomunicaciones

Las interferencias con esta red se producen en las zonas de trazado a cielo abierto y en las obras en superficie asociadas a la estación, salidas peatonales, ascensores, así como la ventilación y evacuación de emergencia.

En la siguiente tabla se recogen para cada alternativa el número de afecciones detectadas y la longitud total de reposición de red estimada.

DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Afecciones a la Red de telecomunicaciones subterránea. (núm)	10	10
Estimación de longitud a reponer teleco subterránea (m)	630	630

7.13.3 Red de gas

Las interferencias con esta red se producen en las zonas de trazado a cielo abierto y en las obras en superficie asociadas a la estación, salidas peatonales, ascensores, así como la ventilación y evacuación de emergencia.

En la siguiente tabla se recogen para cada alternativa el número de afecciones detectadas y la longitud total de reposición de red estimada.

DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Afecciones a la Red de gas alta presión (núm)	1	1
Estimación de longitud a reponer alta presión(m)	30	30
Afecciones a la Red de gas baja presión (núm)	6	6
Estimación de longitud a reponer gas baja presión (m)	170	170

7.13.4 Red de alumbrado público

Las interferencias con esta red se producen en las zonas de trazado a cielo abierto y en las obras en superficie asociadas a la estación, salidas peatonales, ascensores, así como la ventilación y evacuación de emergencia.

En la siguiente tabla se recogen para cada alternativa el número de afecciones detectadas y la longitud total de reposición de red estimada.

DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Afecciones a la red de alumbrado aérea (núm)	3	3
Estimación de longitud a reponer alumbrado aérea (m)	90	90

7.13.5 Red de abastecimiento

Las interferencias con esta red se producen en las zonas de trazado a cielo abierto, en falso túnel y en las obras en superficie asociadas a la estación, salidas peatonales, ascensores, así como la ventilación y evacuación de emergencia.

En la siguiente tabla se recogen para cada alternativa el número de afecciones detectadas y la longitud total de reposición de red estimada.

DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Afecciones a la red de abastecimiento (núm)	5	5
Estimación de longitud a reponer (m)	180	180

7.13.6 Red de saneamiento

Las interferencias con esta red se producen en las zonas de trazado a cielo abierto y en las obras en superficie asociadas a la estación, salidas peatonales, ascensores, así como la ventilación y evacuación de emergencia.

En la siguiente tabla se recogen para cada alternativa el número de afecciones detectadas y la longitud total de reposición de red estimada.

DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Afecciones a la red de saneamiento (núm)	16	16
Estimación de longitud a reponer (m)	530	530

7.14 Proceso constructivo y situaciones provisionales

7.14.1 Proceso constructivo

En el presente apartado se describe el proceso constructivo que es preciso para la ejecución de las obras del “Estudio Informativo para la integración urbana del ferrocarril en Zorrotza”.

Para el proceso constructivo requerido se han tenido en cuenta especialmente los trabajos propios de ejecución del soterramiento de las dos alternativas y los trabajos de reposición de la base de mantenimiento de catenaria y subestación eléctrica, común a ambas, así como las actividades más representativas que se realizan en cada una de ellas.

7.14.1.1 Fase 0

En una fase previa al comienzo de las obras se harán los trabajos de preparación como replanteo, habilitar instalaciones auxiliares de obra y caminos de acceso, gestiones con compañías de servicios afectados, reuniones con organismos públicos de viales afectados,...

7.14.1.2 Fase 1

Durante esta fase se ejecutan todas aquellas actuaciones que pueden llevarse a cabo manteniendo el tráfico ferroviario actual:

- Estación de Zorrotza
 - Cañón de acceso al Barrio Ignacio Miranda.

- Túnel en caverna de la estación de Zorrotza.
- Cañón de acceso al Parque Alazne López Etxebarria.
- Batería ascensores en c/Zorrotzagana.
- Ventilación de emergencia norte.
- Ventilación de emergencia sur.
- Salida de emergencia canchas de Zazpilanda.
- Salida de emergencia Grupo Aldapeta.
- Túneles colaterales a la estación de Zorrotza.

Además de la ejecución de los túneles, en esta fase se desarrollan las siguientes actuaciones principales:

- Reposición de servicios afectados y servidumbres.
- Drenaje.
- Montaje de superestructura de vía.
- Electrificación.
- Instalaciones de seguridad y comunicaciones.
- Instalaciones de energía.
- Instalaciones de protección civil.
- Arquitectura y acabados de la estación de Zorrotza.

Para la ejecución del túnel en caverna de la estación de Zorrotza y los túneles colaterales a la misma se utilizará como ataque el cañón de acceso al Barrio Ignacio Miranda, el cual ha sido sobredimensionado para este fin. Desde la caverna de la estación se avanzará en la ejecución de los túneles hacia ambos sentidos, dejando la construcción de los emboquilles de entrada y salida para la siguiente fase en la que está contemplado un corte de vía programado.

Durante esta fase se llevará a cabo también la construcción de los viales y parcela en la que se ubican la nueva base de mantenimiento de catenaria y subestación eléctrica, así como todas las instalaciones asociadas a la misma: edificios, aparcamientos, acometida a la subestación, etc. Se dejarán para la siguiente fase únicamente los trabajos que suponen afecciones a la línea actual, es decir, la colocación de los aparatos de vía que permiten el acceso a la base de mantenimiento.

7.14.1.3 Fase 2

Esta fase implica un corte de vía programado de 7 meses para poder ejecutar los emboquilles de entrada y salida de los túneles y los tramos a cielo abierto situados en el inicio y final del trazado, puntos de conexión con la vía actual.

Esta fase se divide a su vez en dos subfases, que son las que se describen a continuación.

Fase 2A

En esta subfase el corte de vía es necesario en todo el ámbito de actuación, pudiéndose mantener el servicio hasta el apeadero de Castrejana y la estación de Basurto, quedando interrumpido el servicio en las estaciones de Santa Águeda y de Zorrotza. La duración estimada de esta subfase es de 4 meses.

Las principales actuaciones que es preciso llevar a cabo son las siguientes:

- Caminos de acceso a obra para la ejecución del emboquille de salida y tramo a cielo abierto en punto final: camino de acceso plataforma ferroviaria y camino de acceso al emboquille de salida. El camino de acceso a ZIA-1 que sirve para el acceso al emboquille de entrada se ejecutará durante la Fase 1.
- Muro M-0.0 (D), muro M-0.0 (I) y emboquille de entrada.
- Muro M-1.4 (I), muro M-1.4 (D) y emboquille de salida, debiéndose finalizar estas dos últimas estructuras en la siguiente subfase.
- Tramo a cielo abierto en el inicio del tramo entre los PP.KK. 0+000 y 0+150. Estos trabajos incluyen la superestructura de vía, drenaje, electrificación e instalaciones de seguridad y comunicaciones.
- Levante del tramo de vía actual que queda fuera de servicio tras la actuación, incluida la estación de Zorrotza, y demolición de la subestación eléctrica y edificios asociados a la base de mantenimiento de catenaria.

Al inicio de esta subfase se colocarán además los aparatos de vía que permiten el acceso a la base de mantenimiento, de manera que estas instalaciones queden en servicio durante todo el proceso constructivo de la actuación.

Una vez finalizada esta subfase, la estación en caverna de Zorrotza deberá estar ejecutada en su totalidad, con el fin de estar en servicio durante la siguiente subfase.

Fase 2B

En esta subfase el corte de vía se lleva a cabo entre la estación de Zorrotza y la estación de Basurto, ya que se está finalizando la construcción del emboquille de salida del túnel. La duración estimada de esta subfase es de 3 meses.

Las principales actuaciones que se desarrollan en esta subfase son las siguientes:

- Finalización de la construcción del muro M-1.4 (D) y emboquille de salida
- Tramo a cielo abierto en el final del tramo entre los PP.KK. 1+450 y 1+553. Estos trabajos incluyen la superestructura de vía, drenaje, electrificación e instalaciones de seguridad y comunicaciones.

Una vez finalizada esta fase el servicio ferroviario se restablece completamente por la nueva actuación proyectada.

Atendiendo a este esquema de fases, se ha incluido en el “Anejo Nº 15: Proceso constructivo y situaciones provisionales” un cronograma con el plazo estimado de la duración total de las obras para cada una de las alternativas, resultando:

- Alternativa 1: 37 meses
- Alternativa 2: 39 meses

7.14.2 Situaciones provisionales

Durante la ejecución de las obras se precisa realizar algunas situaciones provisionales en los viales del ámbito de actuación. Las carreteras que resultan afectadas son las siguientes:

- Carretera BI-3742
- Carretera N-634
- Carretera BI-636

Además, durante las fases de ejecución 2A y 2B se interrumpe el servicio ferroviario en algunos tramos de la línea. Durante estas situaciones provisionales se propone en este Estudio un transporte alternativo entre estaciones.

Los desvíos provisionales en las carreteras y el transporte alternativo entre estaciones se describe en detalle en el “Anejo Nº 15: Proceso constructivo y situaciones provisionales”.

7.15 Planeamiento urbanístico y ocupaciones

7.15.1 Planeamiento urbanístico

El planeamiento vigente es el Plan General de Ordenación Urbana de Bilbao de 2022 (en adelante PGOU), aprobado definitivamente, mediante acuerdo de 31 de marzo 2022, publicado en BOB el 20 de mayo de 2022.

La actuación objeto de este estudio se desarrolla dentro del marco legal y urbanístico establecido por la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del Sector Ferroviario, y de su desarrollo reglamentario en el Real Decreto 2.387/2.004, de 30 de Diciembre.

Respecto del planeamiento, cabe destacar que se incluye la zonificación global transitoria ferroviaria en tanto se proceda a la aprobación del correspondiente estudio informativo y la sustitución de la Red Ferroviaria actual por la nueva propuesta.

De acuerdo a lo indicado en el documento **1.1 MEMORIA JUSTIFICATIVA DE LA ORDENACIÓN URBANÍSTICA Y DE SU EJECUCIÓN**, se califican como sistema general ferroviario los terrenos ocupados por la infraestructura existente en la actualidad, así como los afectados por propuestas ferroviarias previstas en estudios informativos definitivamente aprobados; y eso tanto transcurran sobre como bajo rasante. Se califican asimismo como sistema general propuestas ferroviarias que, si bien carecen en este momento del correspondiente estudio informativo definitivamente aprobado, de conformidad con lo expuesto en este Plan, son necesarias para dar respuesta a las demandas generales (urbanísticas, ferroviarias, etc.) de la ciudad.

Finalmente se señala que la precisa y definitiva configuración y formalización de todas esas propuestas ferroviarias está condicionada a lo que resulte del correspondiente estudio informativo ferroviario que se apruebe definitivamente.

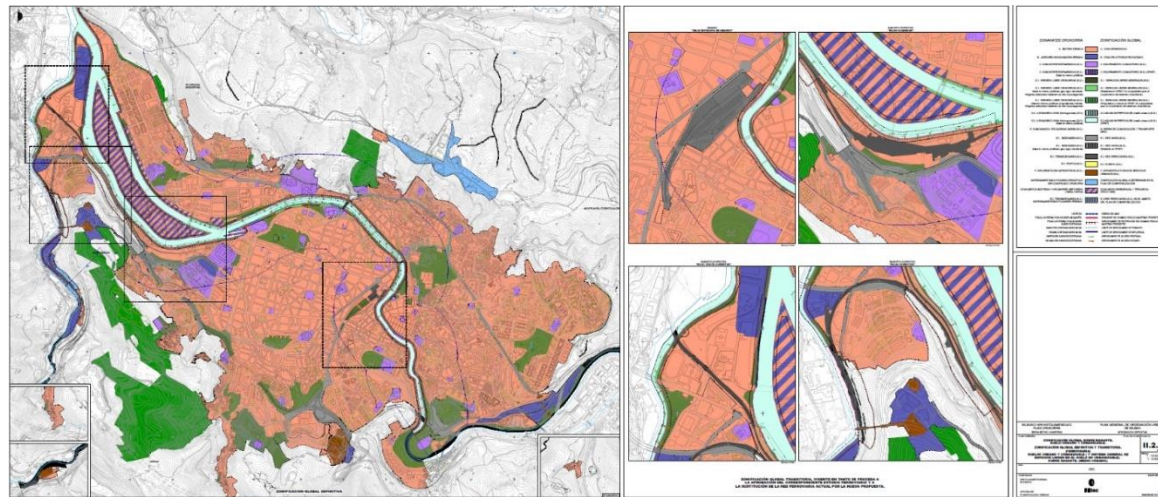
Finalmente, con más detalle, en el documento **2.2. NORMAS URBANÍSTICAS PARTICULARES DE LOS ÁMBITOS URBANÍSTICOS** referido al ÁMBITO URBANÍSTICO BASURTO-ZORROTZA, se indica como, la precisa y definitiva configuración y formalización de esas propuestas ferroviarias está condicionada a lo que resulte del correspondiente estudio informativo ferroviario que se apruebe definitivamente.

Debido a ello, el Plan General incluye las dos propuestas de zonificación global del sistema general ferroviario reflejadas en el plano general II.2.1:

- Por un lado, la de **carácter transitorio**, coincidente con la red ferroviaria actual y vigente en tanto se proceda a la aprobación del Estudio Informativo, a la ejecución de las obras previstas en él y a la desafectación de la red ferroviaria actual de conformidad con lo establecido en la legislación vigente en materia ferroviaria.
- Por otro, la **propuesta definitiva y/o finalista** de este Plan, sin perjuicio de los reajustes que, en su caso, resulten del Estudio Informativo que se apruebe definitivamente, que se considerarán directamente integradas en este Plan.

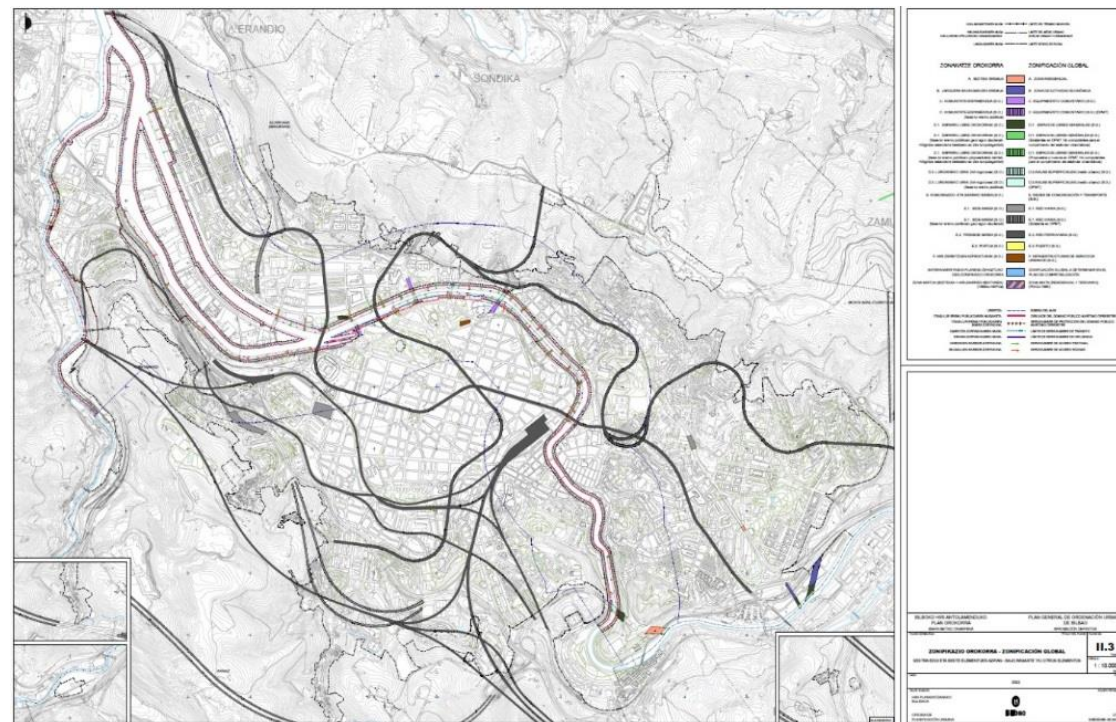
En ese contexto, la aprobación de ese estudio y la sustitución de la red ferroviaria actual por la nueva, complementada con la desafectación de aquella, conllevarán la vigencia de la zonificación global definitiva (resultante del Estudio) y la eliminación/derogación de la zonificación global transitoria.

A continuación, se incluyen el plano II.2.1 que recoge la Zonificación Global definitiva y transitoria (ferroviaria) **sobre rasante**.



Plano II.2.1 Zonificación Global definitiva y transitoria (ferroviaria) suelos urbano y urbanizable (y sistema general de espacios libres en el suelo no urbanizable) sobre rasante (medio urbano)

Respecto de los **suelos bajo rasante**, la zonificación global es la reflejada en el plano “II.3. Zonificación Global bajo rasante y/u otros elementos”, para la solución definitiva indicada anteriormente.



Plano II.3. Zonificación Global bajo rasante y/u otros elementos

El trazado propuesto en este estudio discurre mayoritariamente soterrado, afectando en superficie solamente la entrada y salida del túnel, los cañones de acceso a la estación, el cuerpo

de ascensores sobre rasante, las puertas de las salidas de emergencia, y las rejillas en superficie de los pozos de ventilación.

7.15.2 Ocupaciones

De acuerdo con el artículo 5.7 de la Ley del sector ferroviario:

“Con ocasión de las revisiones de los instrumentos de planeamiento urbanístico, o en los casos que se apruebe un tipo de instrumento distinto al anteriormente vigente, se incluirán las nuevas infraestructuras contenidas en los estudios informativos aprobados definitivamente con anterioridad. Para tal fin, los estudios informativos incluirán una propuesta de la banda de reserva de la previsible ocupación de la infraestructura y de sus zonas de dominio público.”

Para generar esta banda de reserva se han tenido en cuenta las distancias que establece la ley, estando representada para ambas alternativas, tanto en superficie como bajo rasante, en los planos que se incluyen en el “Anejo Nº 16: Planeamiento y ocupaciones”.

7.16 Expropiaciones

Los trabajos relacionados con este tema tienen por objeto aportar a la Administración la información necesaria de los terrenos afectados por las obras. La afección que las obras provocan en el territorio es diferente en función de su duración temporal y de las servidumbres que conlleva. Por eso se han distinguido tres tipos de afecciones como son la expropiación del pleno dominio, la imposición de servidumbres y la ocupación temporal del terreno.

En los cuadros siguientes se sintetizan las superficies de afección para cada alternativa y para cada figura expropiatoria.

TERMINO MUNICIPAL	FIGURA EXPROPIATORIA			TOTAL	
	EXPROPIACIÓN PLENO DOMINIO (m ²)	IMPOSICIÓN DE SERVIDUMBRE (m ²)	OCUPACIÓN TEMPORAL (m ²)	SUPERFICIE TOTAL (m ²)	PORCENTAJE (%)
BILBAO	25.031	5.764	8.085	38.880	100
TOTAL	25.031	5.764	8.085	38.880	100

Superficies de afección de la Alternativa 1

TERMINO MUNICIPAL	FIGURA EXPROPIATORIA			TOTAL	
	EXPROPIACIÓN PLENO DOMINIO (m2)	IMPOSICIÓN DE SERVIDUMBRE (m2)	OCUPACIÓN TEMPORAL (m ²)	SUPERFICIE TOTAL (m2)	PORCENTAJE (%)
BILBAO	25.261	5.764	8.154	39.179	100
TOTAL	25.261	5.764	8.154	39.179	100

Superficies de afección de la Alternativa 2

8. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental está regulado por la siguiente normativa marco estatal:

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación de impacto ambiental (modificada por Ley 9/2018, de 5 de diciembre).

De acuerdo con esta normativa estatal, el proyecto de Integración urbana del ferrocarril en Zorrotza se encontraría sometido al procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada, dado que se encuentra recogido en los supuestos de su Anexo II “Proyectos sometidos a evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, Capítulo II, Sección 2ª”:

- “Grupo 7. Proyectos de Infraestructuras
 - *Construcción de vías ferroviarias y de instalaciones de transbordo intermodal y de terminales intermodales de mercancías (proyectos no incluidos en el anexo I).”*

Adicionalmente la comunidad autónoma del País Vasco regula la evaluación ambiental a través de la *Ley 10/2021, de 9 de diciembre, de Administración Ambiental de Euskadi*.

Atendiendo a lo establecido en el Anexo II E de la mencionada ley autonómica, el proyecto de Integración urbana del ferrocarril en Zorrotza se encontraría sometido al procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada al encontrarse incluido en el siguiente supuesto:

- “Grupo E7. *Proyectos de infraestructura del transporte.*

7.e) Construcción de vías ferroviarias y de instalaciones ferroviarias de transbordo intermodal y de terminales ferroviarias intermodales de mercancías”.

Asimismo, es necesario mencionar que a parte de la estación y la línea férrea de nueva construcción se debe considerar todas las actuaciones relativas al propio trazado (salidas de emergencia, ventilaciones, salidas de la estación, etc.), los levantes de la vía actual y demoliciones de edificios y otra actuación adicional pero necesaria, como es el traslado de la subestación eléctrica ubicada junto al paso a nivel del camino de Zorrozoiti a una nueva parcela situada a varios kilómetros al sur (entre la línea de ferrocarril actual y la carretera BI-3742) y su acometida eléctrica en alta tensión.

Considerando por lo tanto la elevada posibilidad de que aun iniciándose un trámite de evaluación de impacto ambiental simplificado éste pueda ser elevado a ordinario en el Informe de Impacto Ambiental del órgano ambiental, dada la gran densidad demográfica de la zona y la presencia de cauces fluviales de gran entidad cercanos (criterios incluidos en el Anexo III “ *Criterios para determinar si un proyecto del anexo II debe someterse a evaluación de impacto ambiental*

ordinaria” de la Ley 21/2013, y en el anexo II.F de la Ley 10/2021), se opta por **someter voluntariamente el proyecto a una evaluación de impacto ambiental ordinaria**, atendiendo a la potestad que en este sentido la Ley 21/2013 otorga al promotor acorde al artículo 7.1 d), a través del cual se permite al promotor solicitar una evaluación de impacto ambiental ordinaria para proyectos sometidos a evaluación de impacto simplificada.

De este modo, tal y como establece el artículo 33 de la Ley 21/2013, el procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental Ordinaria constará de los siguientes trámites:

- Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental por el promotor.
- Sometimiento del proyecto y del Estudio de Impacto Ambiental a información pública y consultas a las Administraciones Públicas afectadas y personas interesadas, por el órgano sustantivo.
- Análisis técnico del expediente por el órgano ambiental.
- Formulación de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) por el órgano ambiental.
- Integración del contenido de la Declaración de Impacto Ambiental en la autorización del proyecto por el órgano sustantivo.

Por todo ello, se ha incluido como **Documento Nº4 el Estudio de Impacto Ambiental** del Estudio Informativo para la integración urbana del ferrocarril en Zorrotza, cuyo contenido se ajusta a lo establecido en el artículo 35 y Anexo VI de la Ley 21/2013.

El alcance del Estudio de Impacto Ambiental es el suficiente para garantizar el cumplimiento de la normativa legal vigente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley 21/2013) y servirá de base a los trámites de información pública y de consultas a las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas que establece la Ley.

En este sentido el promotor no ha considerado necesario realizar las actuaciones previas de consultas a las Administraciones Públicas afectadas y a las personas interesadas para la elaboración del Documento de Alcance del Estudio de Impacto Ambiental.

8.1 Inventario ambiental

A continuación, se describen los elementos del medio que definen la realidad ambiental general del entorno en el que se desarrollará el proyecto, y particularmente se describen aquellos elementos más valiosos del territorio en el entorno de cada Alternativa, que puedan verse afectados por la ejecución y explotación del proyecto.

8.1.1 Ámbito de estudio

El ámbito sobre el que se ha realizado el Inventario Ambiental del Estudio de Impacto Ambiental es para una zona amplia de la nueva infraestructura, más allá de las propias zonas de afección directa de las obras de construcción, con el fin de conocer en profundidad el estado ambiental de la zona y, en su caso, detectar áreas próximas a la zona de obras que, ya sea en la fase de construcción o en la de explotación, pudieran tener valores ambientales relevantes que pudieran verse afectados por los impactos considerados.

Por ello, de forma genérica y salvo que se especifique lo contrario en cada caso, el ámbito de estudio comprende una superficie correspondiente a una franja de 200 m de ancho a cada lado del eje o trazado de la infraestructura proyectada, es decir, se ha planteado un *buffer* o área de influencia de 400 m, incluyendo también las estructuras asociadas al mismo como la base de mantenimiento y la subestación eléctrica y su acometida eléctrica, así como otras actuaciones contempladas en el presente proyecto como son el desmantelamiento de la subestación eléctrica existente, el levante de vías, etc.

8.1.2 Características principales

Clima y atmósfera: La zona de estudio se incluye dentro de un **clima templado húmedo sin estación seca**, lluvioso todo el año, con temperaturas suaves y con vientos con predominancia NW-N y S-SE. El índice de la calidad del aire en la estación de Castrejana, la más cercana a la zona de estudio, es muy buena durante todo el año. El ambiente sonoro del entorno puede clasificarse como de nivel medio, debido a su situación en una zona de ámbito periurbano pero cercano a las vías de comunicación de alta intensidad como es la Autovía del Cantábrico A-8, el Corredor del Cadagua (BI-636) y la actual línea ferroviaria Santander-Bilbao La Concordia, todos ellos con niveles sonoros (Lden, día- tarde-noche) en gran parte de su trazado superiores a 75 dbA.

Geología y geomorfología: La zona de estudio se encuentra emplazada en la **Cuenca Vasco-Cantábrica**, concretamente en el flanco norte del Anticlinorio de Bilbao, que está delimitado al norte por la falla de Bilbao-Alsasua y al Sur por la falla de Villaro.

Geomorfológicamente, el ámbito de estudio se sitúa en una región montañosa de alturas no muy elevadas, propias de áreas cercanas a la costa, pero con un relieve accidentado junto al curso fluvial del río Cadagua. Estos relieves acusados, con fuertes desniveles y formados mayoritariamente por materiales de baja permeabilidad, permiten una escorrentía superficial muy importante que se canaliza a través de cursos de agua cortos hacia los ríos más importantes de la zona, que son el Cadagua y el Nervión-Ibaizabal.

La zona objeto de estudio se encuentra situada en las inmediaciones de la Falla de Bilbao-Alsasua. En cuanto a los riesgos geológicos asociados a la geomorfología, se pueden considerar los debidos a procesos de gravedad de tipo deslizamiento, creep o reptaciones, etc.

Por otro lado, según los valores indicados en la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSP-02) aprobada por el Real Decreto 997/2002 del 27 de septiembre, la zona del estudio se encuentra en la **zona de peligrosidad nula** a baja ($ab/g < 0.04$ y $K=1,00$) de riesgo sísmico.

Edafología: Siguiendo las normas para la clasificación de suelos “Soil Taxonomy” o clasificación americana, basada en los perfiles del suelo, en la zona ámbito de estudio se encuentran suelos catalogados como **inceptisoles** y **entisoles**.

En relación a los suelos contaminados, **existen parcelas de suelos potencialmente contaminados** de tipo industrial y vertedero en el entorno de las alternativas propuestas. Se ha incluido como **Apéndice 11** del Estudio toda la información relativa a dichas parcelas. En concreto, la parcela 48020 – 00019 de tipo industrial, se verá afectada por la construcción del camino de acceso a la ZIA 1 (actuación común en ambas alternativas).

Hidrogeología: El ámbito de estudio se incluye dentro de la Masa de Agua Subterránea (MASub) del Anticlinorio Sur. No hay puntos de agua afectados y la vulnerabilidad de los acuíferos es baja o muy baja.

Hidrología: La zona de estudio se enmarca en la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental, concretamente dentro de la **Cuenca Hidrográfica del Ibaizabal**, entre las subcuencas del Cadagua y el Nervión y a caballo entre el ámbito de competencia estatal de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico (CHC) y el autonómico de la Agencia Vasca del Agua (URA), al situarse parcialmente sobre las Cuencas Internas del País Vasco.

El ámbito de estudio se caracteriza por la presencia de dos cursos de agua de gran superficie afluente situados a ambos lados del ámbito de estudio analizado, pertenecientes a la cuenca del Ibaizabal: en la margen izquierda del ámbito de estudio discurre el **río Cadagua** (competencia de URA), y en la margen derecha el **río Ibaizabal** (rio Nervión o la Ría de Bilbao).

Ambos ríos se encuentran clasificados como masas de agua de transición debido a la influencia de las aguas salobres y el estado general de la calidad del agua en el punto de control más cercano, correspondiente a la estación de muestreo E-N15 (Barakaldo, puente de Rontegi), es “peor que bueno” para el año 2020 (incumplimiento de objetivos de calidad de la Directiva Marco de Aguas).

Por otro lado, es necesario mencionar que todas las actuaciones proyectadas quedan fuera de las manchas de inundación y de las Zonas de Flujo Preferente de ambos ríos.

Vegetación y hábitats de interés: En relación con la **vegetación potencial**, el ámbito de estudio se encontraría en una zona donde el encinar cantábrico dominaría las zonas más altas, seguido de un robledal acidófilo y robledal mixto atlántico, y en las riberas del río Cadagua aparecería la aliseda cantábrica. En las zonas de estuario donde confluyen masas de agua continentales con poca concentración en solutos (dulce) y el agua marina, con alta concentración de solutos (salada), se debería de desarrollar una vegetación de marisma.

Sin embargo, **actualmente la vegetación actual** dista bastante de esta situación. La mayor parte de las unidades de vegetación del entorno del proyecto se corresponden con composiciones vegetales asociadas a **zonas antropizadas** (vegetación ruderal nitrófila, huertas y frutales, etc.). En estos casos, se trata de formaciones con escaso valor naturalístico por encontrarse en las inmediaciones de núcleos urbanos, en los que las especies de fauna de relevancia son menos frecuentes y consecuentemente se encuentran adaptadas a modificaciones y alteraciones continuas de sus hábitats.

También se han identificado otras unidades de vegetación como prados y cultivos atlánticos; brezal-argomal-helechal, espinar o zarzal y lastonar de *Brachypodium pinnatum* u otros pastos mesófilos, que son unidades de vegetación que se corresponde con etapas de sustitución y no con vegetación propia de zonas antropizadas; así como pequeñas manchas de **bosques de frondosas autóctonas** (robledal acidófilo), que se tratan de la vegetación con mayor valor naturalístico del ámbito de estudio.

No existe ninguna especie de **flora amenazada** con plan de recuperación en el ámbito de estudio ni en sus cercanías, aunque consultando la bibliografía existe la posibilidad de que estén presentes a lo largo del corredor algunas especies protegidas (*Daphne cneorum*, *Ilex aquifolium*, *Quercus coccifera* y *Ruscus aculeatus*). Sin embargo, en las visitas de campo no se ha detectado ninguna de estas especies. Por contra, sí se han identificado gran cantidad de especies de flora exótica invasora en el entorno de las actuaciones a cielo abierto del proyecto (*Cortaderia selloana*, *Buddleja davidii*, *Robinia pseudoacacia*, *Phyllostachys aurea* y *Acacia dealbata*).

Por otro lado, en el ámbito del proyecto hay varios **Hábitats de Interés Comunitario (HIC)** según el Anexo I de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (HIC prioritario 6210 y HIC no prioritario 6510), pero ninguno afectado por el proyecto.

Fauna: El ámbito de estudio se trata de una zona donde la fauna se encuentra fuertemente condicionada por la antropización del medio y la influencia de las zonas de transición mareal del río Ibaizabal y Cadagua, siendo en su mayoría, por lo tanto, especies comunes de entornos urbanos y de zonas costeras de transición y sin una sensibilidad especial hacia el tipo de proyecto que se ejecutará.

Se ha realizado un Estudio de Fauna (incluido como **Apéndice 5** del Estudio de Impacto Ambiental) en base a los datos de la bibliografía y el trabajo de campo. No se localizó ningún taxón que se encuentre bajo un régimen de protección específico, ni tampoco se localizaron zonas críticas o de refugios.

Al respecto de la **fauna con planes de gestión aprobados**, de acuerdo con el artículo 4 del Plan de Gestión aprobado para el visón europeo (*Mustela lutreola*) mediante el *Decreto Foral 118/2006, de 19 de junio*, los cursos de agua del ámbito de estudio constituyen “Tramos a mejorar” para esta especie amenazada.

Espacios Naturales de Interés: No existen Espacios Naturales de Interés dentro del ámbito de estudio. Los más próximos, considerando una distancia de 2 km al ámbito de estudio, son los siguientes:

- Zona de protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión ID: 94, a unos 650 m del ámbito de estudio.
- Los Montes de Utilidad Pública (MUP) Nº 72, a unos 810 m del ámbito de estudio; y el Nº 409, a unos 940 m del ámbito de estudio.

Paisaje: Se ha realizado un Estudio de Integración Paisajística en consonancia con el *Decreto 90/2014, de 3 de junio, sobre protección, gestión y ordenación del paisaje en la ordenación del territorio de la Comunidad Autónoma del País Vasco* y se incluye como **Apéndice 12** del Estudio de Impacto Ambiental. Las actuaciones objeto de estudio se enmarcan en las siguientes unidades del paisaje del *Catálogo y las Determinaciones del Paisaje en el Bilbao Metropolitano*: UP10. Kaduagua, UP16. Barrios de Bilbao y UP03. La Ría.

En relación a las **Áreas de Especial Interés Paisajístico (AEIP)**, de las 12 existentes en el Área Funcional del Bilbao Metropolitano según el catálogo, se identifica solamente 1 en el ámbito de estudio: AEIP 02. Fondo de valle del Kadagua.

Patrimonio cultural y vías pecuarias: Arquetipo ha realizado un estudio documental de afección al patrimonio cultural arqueológico, etnológico e histórico incluido como **Apéndice 8** del Estudio de Impacto Ambiental. En el área de estudio se han identificado diferentes elementos de patrimonio cultural, ninguno de ellos afectado por el proyecto.

Ninguna vía pecuaria discurre por el ámbito de estudio de las alternativas planteadas.

Planeamiento urbanístico: Las actuaciones se encuentran sobre el municipio de Bilbao, por lo que en su caso será de aplicación el **Plan General de Ordenación Urbana de Bilbao**, aprobado definitivamente, mediante acuerdo de 31 de marzo 2022, publicado en BOB el 20 de mayo de 2022.

Ordenación del territorio: Actualmente, las Directrices de Ordenación Territorial (DOT) están aprobadas mediante el *Decreto 128/2019, de 30 de julio, por el que se aprueban definitivamente las Directrices de Ordenación Territorial de la Comunidad Autónoma del País Vasco*. Para concretar y desarrollar lo definido en las DOT se han elaborado los Planes Territoriales Sectoriales (PTS) y los Planes Territoriales Parciales (PTP). A continuación, se reflejan los PTS y PTP que son de aplicación al proyecto objeto de estudio.

- Planes Territoriales Sectoriales (PTS):
 - PTS Litoral.
 - PTS de Ordenación de Márgenes de Ríos y Arroyos.
 - PTS Agroforestal.
 - PTS Red Ferroviaria en la CAPV.
- Plan Territorial Parcial (PTP) del Área Funcional Bilbao Metropolitano.

Además, es de aplicación el **Plan Director de Transporte Sostenibles de Euskadi 2030 (PDTS)**, por la naturaleza del proyecto.

Medio socioeconómico: El proyecto se sitúa sobre el municipio de Bilbao, perteneciente al Área Metropolitana de Bilbao (Gran Bilbao) y provincia de Vizcaya (País Vasco). Se trata de un municipio con una elevada población y densidad de población, al tratarse de la capital provincial, constituyéndose en una gran urbe que actúa de nodo principal del resto de municipios del Gran Bilbao. Sin embargo, en la última década (2012 – 2021), Bilbao ha experimentado un descenso poblacional, a consecuencia probablemente del crecimiento vegetativo negativo en este municipio.

De acuerdo con la **pirámide de población** de Bilbao, tiene una pirámide regresiva, lo que indica que el recambio poblacional no está garantizado. Además, se infiere una población envejecida con una alta esperanza de vida, como corresponde a una zona desarrollada, con el grueso de la población en edad laboral.

En cuanto a los **sectores de actividad**, Bilbao es un municipio con un PIB per cápita de 36.177 €. El municipio se encuentra dominado por el sector de servicios, seguido del sector de la construcción y de la industria y energía. El sector con menor peso es el sector primario (agricultura, ganadería y pesca), el cual puede considerarse como un sector residual.

8.2 Identificación, caracterización y valoración de impactos

La *Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental* es el documento que establece los requisitos fundamentales de los estudios de impacto en lo relativo a la identificación y valoración de impactos.

El análisis de afecciones se realiza individualmente para cada uno de los factores ambientales en que se considera puede incidir el proyecto. Se valora la calidad actual de cada uno de estos factores, las acciones del proyecto y la magnitud de las mismas.

8.2.1 Identificación de impactos

Para la realización de la identificación de los impactos, se toma como base las características del medio (inventario ambiental) y el proyecto objeto de la evaluación ambiental (descripción del proyecto).

De este modo, una vez conocidas las características de la actuación, sus fases y las actividades directas o auxiliares que lleva aparejadas, se identifican y tipifican aquellas que son generadoras de posibles afecciones, tanto en la fase de construcción como durante la explotación.

FASE DE CONSTRUCCIÓN	FASE DE EXPLOTACIÓN
Desbroce y despeje de vegetación. Movimientos de tierras y excavaciones. Demoliciones y levantes. Ejecución del túnel. Funcionamiento, mantenimiento y movimiento de maquinaria. Ejecución de accesos de obra. Construcción de la plataforma ferroviaria. Instalaciones auxiliares de obra. Implantación de la catenaria. Construcción de infraestructuras menores (cañones de acceso, nueva subestación eléctrica y base de mantenimiento, PER, etc.). Transporte de tierras a Mina Bilbao. Zona de acopio de materiales (residuos, tierras, etc.).	Presencia de la infraestructura ferroviaria (incluyendo la nueva subestación eléctrica y base de mantenimiento de catenaria). Presencia de la catenaria (incluyendo la nueva línea de acometida eléctrica). Circulación ferroviaria. Labores de mantenimiento de la infraestructura ferroviaria.

Principales acciones impactantes en la fase de construcción y explotación.

Por otra parte, el conocimiento del medio físico-natural y socio-territorial en que se enmarca la actuación, permite la selección de los factores, subfactores y procesos del mismo susceptibles de ser afectados.

MEDIO RECEPTOR	FACTORES AMBIENTALES
Calidad del aire y cambio climático	Calidad del aire ambiente
	Huella de carbono
Ruido y vibraciones	Calidad acústica
	Calidad vibratoria
Geología y geomorfología	Riesgos geológicos
	Cambios en las formas del relieve
Suelos	Cantidad de suelo: pérdida de suelo
	Composición del suelo: contaminación, artificialización y otros
	Ocupación de suelos contaminados
Hidrogeología	Impactos sobre la hidrogeología
Aguas superficiales	Hidrología superficial: escorrentía, drenaje, etc.
	Calidad de las aguas superficiales, contaminación, etc.
Vegetación	Abundancia, densidad y productividad
Fauna	Modificación de hábitat y/o dispersión y aislamiento de poblaciones
	Mortalidad directa o inducida
	Especies amenazadas y/o protegidas
Medio perceptual	Calidad intrínseca del paisaje
	Visibilidad (cuenca visual)
Patrimonio cultural	Patrimonio Cultural, Arqueológico, Etnológico e Histórico
Factores sociales y económicos	Influencia en la economía local
	Molestias a la población
	Compatibilidad con la estructura del territorio

A partir de ambos conjuntos se construye una tabla de doble entrada, o **matriz de relaciones causa-efecto**, que permite la **identificación** de las interacciones previsibles, quedando así definida la tipología de los impactos que posteriormente se caracterizan y valoran. Estas relaciones son a menudo complejas, y frecuentemente hay una cadena de efectos primarios, secundarios, directos, indirectos, etc.

Del análisis y combinación de las interacciones entre el medio y las acciones del proyecto, resultan 118 cruces, cada uno de los cuáles representaría un potencial impacto, si bien parte de ellos son poco probables, tal y como se verá en la descripción de los impactos. Este número total de impactos no es un dato indicativo de nada, sino que lo importante es la ponderación e importancia de los mismos (como se verá posteriormente).

	ALTERNATIVA 1			ALTERNATIVA 2		
	Nº IMPACTOS POSITIVOS	Nº IMPACTOS NEGATIVOS	TOTAL	Nº IMPACTOS POSITIVOS	Nº IMPACTOS NEGATIVOS	TOTAL
Fase de construcción	9	96	105	9	96	105
Fase de explotación	8	5	13	8	5	13
TOTAL	17	101	118	17	101	118

Se ha considerado que los impactos son los mismos para las dos alternativas, por lo que a continuación se muestra la **MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**.

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS • Impactos no significativos (NS) • Impactos positivos (+) • Impactos negativos (-)	FASE DE CONSTRUCCIÓN													FASE DE EXPLOTACIÓN			
	Desbroce y despeje de vegetación.	Movimientos de tierras y excavaciones.	Demoliciones y levantes.	Ejecución del túnel.	Funcionamiento, mantenimiento y movimiento de maquinaria.	Ejecución de accesos de obra.	Construcción de la plataforma ferroviaria.	Instalaciones auxiliares de obra.	Implantación de la catenaria	Construcción de infraestructuras menores (cañones de acceso, nueva subestación eléctrica y base de mantenimiento, PER, etc.).	Transporte de tierras a Mina Bilbao.	Zona de acopio de materiales (residuos, tierras, etc.).	Presencia de la infraestructura ferroviaria (incluyendo la nueva subestación eléctrica y base de mantenimiento de catenaria).	Presencia de la Catenaria (incluyendo la nueva línea de acometida	Circulación ferroviaria.	Labores de mantenimiento de la infraestructura ferroviaria.	
1. CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO																	
Calidad del aire	NS	-	-	-	-	NS	NS	NS	NS	NS	-	-	NS	NS	+	NS	
Huella de carbono	NS	-	-	-	-	NS	NS	NS	NS	NS	-	-	NS	NS	+	NS	
2. RUIDO Y VIBRACIONES																	
Calidad acústica	NS	-	-	-	-	NS	-	NS	NS	-	-	-	NS	NS	+	NS	
Calidad vibratoria	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	+	NS	
3. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA																	
Riesgos geológicos	NS	-	NS	-	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
Cambio en las formas del relieve	NS	-	+	NS	NS	-	NS	-	NS	NS	NS	-	NS	NS	NS	NS	
4. SUELOS																	
Cantidad de suelo: pérdida de suelo	-	-	+	NS	NS	-	NS	-	NS	NS	NS	-	NS	NS	NS	NS	
Composición del suelo: contaminación, artificialización y otros	-	-	-	NS	-	-	-	-	NS	-	NS	-	NS	NS	NS	NS	
Ocupación de suelos contaminados	NS	-	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS • Impactos no significativos (NS) • Impactos positivos (+) • Impactos negativos (-)	FASE DE CONSTRUCCIÓN													FASE DE EXPLOTACIÓN			
	Desbroce y despeje de vegetación.	Movimientos de tierras y excavaciones.	Demoliciones y levantes.	Ejecución del túnel.	Funcionamiento, mantenimiento y movimiento de maquinaria.	Ejecución de accesos de obra.	Construcción de la plataforma ferroviaria.	Instalaciones auxiliares de obra.	Implantación de la catenaria	Construcción de infraestructuras menores (cañones de acceso, nueva subestación eléctrica y base de mantenimiento, PER, etc.).	Transporte de tierras a Mina Bilbao.	Zona de acopio de materiales (residuos, tierras, etc.).	Presencia de la infraestructura ferroviaria (incluyendo la nueva subestación eléctrica y base de mantenimiento de catenaria).	Presencia de la Catenaria (incluyendo la nueva línea de acometida Circulación ferroviaria.	Labores de mantenimiento de la infraestructura ferroviaria.		
5. HIDROGEOLOGÍA																	
Impactos sobre la hidrogeología	NS	-	NS	-	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
6. AGUAS SUPERFICIALES																	
Hidrología superficial: escorrentía, drenaje, etc.	-	-	NS	NS	NS	-	NS	-	NS	NS	NS	NS	-	NS	NS	NS	NS
Calidad de las aguas superficiales, contaminación, etc.	NS	-	-	-	-	NS	-	-	NS	-	NS	-	NS	-	NS	NS	-
7. VEGETACIÓN																	
Abundancia, densidad y productividad	-	-	-	-	-	-	NS	-	NS	NS	NS	NS	-	NS	NS	NS	NS
8. FAUNA																	
Modificación de hábitat y/o dispersión y aislamiento de poblaciones	-	NS	-	-	-	NS	-	-	NS	-	NS	-	NS	-	NS	NS	NS
Mortalidad directa o inducida	NS	-	NS	NS	-	NS	NS	NS	-	NS	NS	NS	NS	NS	-	NS	NS
Especies amenazadas y/o protegidas	NS	-	NS	NS	-	NS	NS	NS	-	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
9. MEDIO PERCEPTUAL																	
Calidad intrínseca del paisaje	-	-	+	NS	-	-	-	-	-	-	-	NS	-	NS	NS	NS	NS

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	FASE DE CONSTRUCCIÓN													FASE DE EXPLOTACIÓN			
	Desbroce y despeje de vegetación.	Movimientos de tierras y excavaciones.	Demoliciones y levantes.	Ejecución del túnel.	Funcionamiento, mantenimiento y movimiento de maquinaria.	Ejecución de accesos de obra.	Construcción de la plataforma ferroviaria.	Instalaciones auxiliares de obra.	Implantación de la catenaria	Construcción de infraestructuras menores (cañones de acceso, nueva subestación eléctrica y base de mantenimiento, PER, etc.).	Transporte de tierras a Mina Bilbao.	Zona de acopio de materiales (residuos, tierras, etc.).	Presencia de la infraestructura ferroviaria (incluyendo la nueva subestación eléctrica y base de mantenimiento de catenaria).	Presencia de la Catenaria (incluyendo la nueva línea de acometida	Circulación ferroviaria.	Labores de mantenimiento de la infraestructura ferroviaria.	
Visibilidad (cuenca visual)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	-	NS	-	NS	
10. PATRIMONIO CULTURAL																	
Patrimonio Cultural, Arqueológico, Etnológico e Histórico.	NS	-	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
11. FACTORES SOCIALES Y ECONÓMICOS																	
Influencia en la economía local	NS	NS	+	NS	+	NS	+	NS	+	+	+	NS	NS	NS	+	+	
Molestias a la población	NS	-	-	-	-	NS	-	NS	NS	-	-	-	+	NS	+	NS	
Compatibilidad con la estructura del territorio	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	-	NS	NS	NS	

Matriz de identificación de impactos ambientales.

8.2.2 Caracterización y valoración de los impactos

Para cada variable del medio estudiada se calcula la importancia del impacto según la metodología establecida por **Vicente Conesa Fernandez-Vitora** (2013)¹, en el que la importancia se obtiene mediante una ecuación que incluye una serie de **parámetros** los cuales tienen escalas propias de calificación. Los parámetros considerados para cada impacto son: intensidad (I), extensión (EX), momento (MO), persistencia (PE), reversibilidad (RV), recuperación (MC), efecto (EF), acumulación (AC), sinergia (SI) y periodicidad (PR).

En esta función se han valorado como más significativos los parámetros de intensidad y extensión, otorgándoles de esta manera más importancia frente a los demás.

$$\text{Incidencia del impacto (I)} = 3 \cdot \text{IN} + 2 \cdot \text{EX} + \text{MO} + \text{PE} + \text{RV} + \text{SI} + \text{AC} + \text{EF} + \text{PR} + \text{MC}$$

En función de todo ello, los valores máximos y mínimos que puede tomar el indicador son 0 y 100, agrupándose cada tipo de impacto en el siguiente rango de valores, teniendo en cuenta que la valoración del impacto no se ha considerado que tiene una distribución respecto al indicador:

RANGO VALORACIÓN - IMPORTANCIA			
RANGO DE VALORES DE I			
	0	-	100
VALORACIÓN	RANGO		
INSIGNIFICANTE	0		
COMPATIBLE	1	-	25
MODERADO	26	-	50
SEVERO	51	-	75
CRÍTICO	76	-	100

Rango de valores para la valoración de la categoría de cada impacto.

Estas valoraciones conjuntas o calificaciones finales se recogen en la siguiente tabla.

CALIFICACIÓN FINAL	Beneficioso	Compatible	Moderado	Severo	Crítico
		(1 - 25)	(26 - 50)	(51 - 75)	(76 - 100)

De acuerdo con la identificación y caracterización de los impactos, se plasma la valoración de los impactos en otra matriz, **matriz de valoración de impactos**, para cada una de las alternativas estudiadas antes de la aplicación de medidas protectoras y correctoras.

¹ Conesa Fernández-Vitoria, V. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (2013). Ediciones Mundi-Prensa.

	VALORACIÓN DE IMPACTOS															
	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto positivo (P) • Impacto no significativo (NS) • Impacto compatible (C) • Impacto moderado (M) • Impacto severo (S) 															
	FASE DE CONSTRUCCIÓN															
	Desbroce y despeje de vegetación.	Movimientos de tierras y excavaciones.	Demoliciones y levantes.	Ejecución del túnel.	Funcionamiento, mantenimiento y movimiento de maquinaria.	Ejecución de accesos de obra.	Construcción de la plataforma ferroviaria.	Instalaciones auxiliares de obra.	Implantación de la catenaria	Construcción de infraestructuras menores (cañones de acceso, nueva subestación eléctrica y base de mantenimiento, PER, etc.).	Transporte de tierras a Mina Bilbao.	Zona de acopio de materiales (residuos, tierras, etc.).				
	FASE DE EXPLOTACIÓN															
	Presencia de la infraestructura ferroviaria (incluyendo la nueva subestación eléctrica y base de mantenimiento de catenaria).	Presencia de la Catenaria (incluyendo la nueva línea de acometida eléctrica).	Circulación ferroviaria.	Labores de mantenimiento de la infraestructura ferroviaria.												
1. CALIDAD DEL AIRE Y CAMBIO CLIMÁTICO																
Calidad del aire	NS	C	C	C	C	NS	NS	NS	NS	NS	C	C	NS	NS	P	NS
Huella de carbono	NS	C	C	C	C	NS	NS	NS	NS	NS	C	C	NS	NS	P	NS
2. RUIDO Y VIBRACIONES																
Calidad acústica	NS	C	C	C	C	NS	C	NS	NS	C	C	C	NS	NS	P	NS
Calidad vibratoria	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	M	NS
3. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA																
Riesgos geológicos	NS	C	NS	C	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Cambio en las formas del relieve	NS	M	P	NS	NS	M	NS	M	NS	NS	NS	NS	M	NS	NS	NS
4. SUELOS																
Cantidad de suelo: pérdida de suelo	C	C	P	NS	NS	C	NS	C	NS	NS	NS	NS	C	NS	NS	NS
Composición del suelo: contaminación, artificialización y otros	C	C	C	NS	C	C	C	C	NS	C	NS	C	NS	NS	NS	NS
Ocupación de suelos contaminados	NS	C	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

	VALORACIÓN DE IMPACTOS												
	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto positivo (P) • Impacto no significativo (NS) • Impacto compatible (C) • Impacto moderado (M) • Impacto severo (S) 												
	FASE DE CONSTRUCCIÓN												
	Desbroce y despeje de vegetación.	Movimientos de tierras y excavaciones.	Demoliciones y levantes.	Ejecución del túnel.	Funcionamiento, mantenimiento y movimiento de maquinaria.	Ejecución de accesos de obra.	Construcción de la plataforma ferroviaria.	Instalaciones auxiliares de obra.	Implantación de la catenaria	Construcción de infraestructuras menores (cañones de acceso, nueva subestación eléctrica y base de mantenimiento, PER, etc.).	Transporte de tierras a Mina Bilbao.	Zona de acopio de materiales (residuos, tierras, etc.).	
	FASE DE EXPLOTACIÓN												
	Presencia de la infraestructura ferroviaria (incluyendo la nueva subestación eléctrica y base de mantenimiento de catenaria).	Presencia de la Catenaria (incluyendo la nueva línea de acometida eléctrica).	Circulación ferroviaria.	Labores de mantenimiento de la infraestructura ferroviaria.									
5. HIDROGEOLOGÍA													
Impactos sobre la hidrogeología	NS	C	NS	C	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
6. AGUAS SUPERFICIALES													
Hidrología superficial: escorrentía, drenaje, etc.	C	C	NS	NS	NS	C	NS	C	NS	NS	NS	NS	C
Calidad de las aguas superficiales, contaminación, etc.	NS	C	C	C	C	NS	C	C	NS	C	NS	NS	C
7. VEGETACIÓN													
Abundancia, densidad y productividad	C	C	C	C	C	C	NS	C	NS	NS	NS	NS	C
8. FAUNA													
Modificación de hábitat y/o dispersión y aislamiento de poblaciones	C	NS	C	C	C	NS	C	C	NS	C	NS	NS	C
Mortalidad directa o inducida	NS	C	NS	NS	C	NS	NS	NS	C	NS	NS	NS	NS
Especies amenazadas y/o protegidas	NS	C	NS	NS	C	NS	NS	NS	C	NS	NS	NS	NS
9. MEDIO PERCEPTUAL													
Calidad intrínseca del paisaje	M	M	P	NS	M	M	M	M	M	M	NS	M	M

	VALORACIÓN DE IMPACTOS																
	<ul style="list-style-type: none"> • Impacto positivo (P) • Impacto no significativo (NS) • Impacto compatible (C) • Impacto moderado (M) • Impacto severo (S) 																
	FASE DE CONSTRUCCIÓN													FASE DE EXPLOTACIÓN			
	Désbroce y despeje de vegetación.	Movimientos de tierras y excavaciones.	Demoliciones y levantes.	Ejecución del túnel.	Funcionamiento, mantenimiento y movimiento de maquinaria.	Ejecución de accesos de obra.	Construcción de la plataforma ferroviaria.	Instalaciones auxiliares de obra.	Implantación de la catenaria	Construcción de infraestructuras menores (cañones de acceso, nueva subestación eléctrica y base de mantenimiento, PER, etc.).	Transporte de tierras a Mina Bilbao.	Zona de acopio de materiales (residuos, tierras, etc.).		Presencia de la infraestructura ferroviaria (incluyendo la nueva subestación eléctrica y base de mantenimiento de catenaria).	Presencia de la Catenaria (incluyendo la nueva línea de acometida eléctrica).	Circulación ferroviaria.	Labores de mantenimiento de la infraestructura ferroviaria.
Visibilidad (cuenca visual)	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		M	NS	M	NS
10. PATRIMONIO CULTURAL																	
Patrimonio Cultural, Arqueológico, Etnológico e Histórico.	NS	C	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		NS	NS	NS	NS
11. FACTORES SOCIALES Y ECONÓMICOS																	
Influencia en la economía local	NS	NS	P	NS	P	NS	P	NS	P	P	P	NS		NS	NS	P	P
Molestias a la población	NS	C	C	C	C	NS	C	NS	NS	C	C	C		P	NS	P	NS
Compatibilidad con la estructura del territorio	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		C	NS	NS	NS

Matriz de valoración de los impactos para ambas alternativas.

Del análisis realizado, hay que indicar que la mayor parte del trazado ferroviario de ambas alternativas discurre por túnel, lo que, en gran medida, minimiza la potencial afección de la infraestructura sobre el medio ambiente de la zona, sobre todo en fase de explotación.

La capacidad de acogida que presenta el territorio en aquellas zonas por las que la traza ferroviaria discurre a cielo abierto y en la zona donde se proyecta el nuevo emplazamiento donde irá la nueva subestación eléctrica y base de mantenimiento y la futura línea de acometida eléctrica, es elevada, dado el alto nivel de antropización que presentan estas zonas

Después del análisis detallado que se ha hecho en el Estudio de Impacto Ambiental, **se deduce que globalmente las dos alternativas presentan las mismas magnitudes de impacto ambiental para todos los factores del medio y, por tanto, la misma valoración global ambiental.** Esto se debe, principalmente, a que las actuaciones que se ejecutan en superficie son prácticamente idénticas para los dos alternativas.

Los impactos identificados se concentran principalmente en fase de obras y la mayoría de ellos, pasan a ser positivos o nulos en fase de explotación. Cabe señalar también que no existen impactos severos en ninguna fase.

Durante la fase de construcción, la mayoría de los impactos son compatibles, a excepción de 2 de ellos que son moderados: los impactos geológico-geomorfológicos a consecuencia de los cambios en las formas del relieve (terraplenes y desmontes), y los impactos paisajísticos debido a que ambas alternativas afectarán a zonas de una fragilidad visual alta en diferentes puntos de la obra.

En fase de explotación, muchos de los impactos generados durante las obras se eliminarán y muchos de ellos pasarán a ser positivos o nulos. La supresión de los 2 pasos a nivel existentes (Zorrotza y Zorrozoiti) supondrá la mejora del tráfico y de las conexiones entre las dos partes de Zorrotza, lo que se traducirá en la consiguiente mejora del entorno en todos los aspectos: calidad del aire, impacto acústico, seguridad ciudadana, etc.

No obstante, durante la fase de explotación, también se han detectado varios impactos moderados. Por un lado, algunas zonas proyectadas a cielo abierto de la propia infraestructura son visibles desde varias zonas de interés paisajístico, por lo que se prevé que se genere un impacto paisajístico permanente que podrá ser reducido adoptando medidas de integración paisajística. Por otro lado, de acuerdo con el Estudio de vibraciones incluido como **Apéndice 4** del Estudio de Impacto Ambiental, existen puntos del trazado donde se superarán los objetivos de calidad vibratoria en base a lo establecido en la legislación vigente, por lo que se deberán adoptar medidas antibivibratorias (colocación de mantas antivibratorias) para reducir estos niveles.

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 **Documento Nº 4: Estudio de Impacto Ambiental** 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.

8.3 Propuesta de medidas preventivas y correctoras

Atendiendo a lo dispuesto en la Ley 21/2013, de evaluación ambiental, y conocidos los impactos que las diferentes acciones del proyecto pueden plantear sobre las distintas variables ambientales, se hace necesario la descripción del conjunto de medidas previstas para prevenir, reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales negativos significativos, tanto durante la fase de diseño, construcción como explotación del Estudio Informativo para la integración urbana del ferrocarril en Zorrotza.

Las medidas correctoras, son aquellas que pretenden eliminar, minimizar, o compensar los efectos ambientales negativos de los impactos ambientales que genera la ejecución del proyecto o su funcionamiento. En este proyecto no se han considerado medidas compensatorias.

El planteamiento y diseño de las medidas protectoras y correctoras se ha realizado a un nivel de detalle adecuado a la escala de trabajo del presente Estudio Informativo, por lo que, estas medidas deberán ser desarrolladas con mayor detalle en la fase de redacción del Proyecto Constructivo e incluirse en todos los documentos contractuales (planos, pliego y presupuesto) de los proyectos que deriven de este Estudio Informativo.

A continuación, se incluye un resumen de las mismas.

8.3.1 Medidas en fase de diseño

En fase de Proyecto Constructivo deberán adoptarse medidas de corrección del diseño para prevenir impactos, o en su caso reducir su afección. Estas medidas deberán incorporarse al Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT) del Proyecto Constructivo, por lo que son de ejecución obligatoria.

Asimismo, el diseño deberá adecuarse para garantizar el cumplimiento de la Declaración de Impacto Ambiental.

Las medidas adoptadas en fase de diseño deberán indicarse en un anejo específico del Proyecto Constructivo.

Específicamente, se proponen las siguientes:

- Medidas de carácter general.
- Medidas de protección de ruido y vibraciones.
- Medidas de protección de la geología y geomorfología
- Medidas de suelo.
- Medidas de protección de la hidrología.
- Medidas de protección de la vegetación.
- Medidas de protección de fauna.
- Medidas de integración paisajística.
- Medidas de protección del patrimonio cultural.
- Medidas de protección del medio socioeconómico.

8.3.2 Medidas protectoras y correctoras en fase de construcción

Se incluyen en primer lugar, unas medidas de tipo general que afectarán de manera positiva al entorno y protegerán a los distintos factores ambientales considerados.

- Antes del comienzo de la obra, el contratista deberá disponer de todos los permisos y autorizaciones ambientales necesarios, además del Programa de Vigilancia Ambiental aprobado por la Dirección de obra y actualizado, y un Sistema de Gestión Medioambiental de Obra.
- El perímetro del área de ocupación de las obras deberá estar correctamente delimitado.
- Deberá estar definido y aprobado un Plan de rutas de la obra.
- Ubicación de elementos auxiliares (instalaciones auxiliares, accesos a obra, vertederos y préstamos).
- Medidas de gestión de residuos (Plan de Gestión de Residuos, gestión de suelos contaminados, etc.).
- Gestión de consumos de agua y energía.

Además, las medidas protectoras y correctoras que serán necesarias para cada factor del medio son las siguientes:

- Medidas de protección de la calidad del aire y cambio climático.
 - Protección contra la emisión de polvo (limpieza periódica de viales, riegos en la zona de obras, lavaderos de ruedas, estabilización de acopios de materiales térreos, control de carga de materiales térreos para su transporte, limitación de la velocidad, etc.).
 - Protección contra la emisión de gases (correcta puesta a punto de todos los motores, planificación y establecimiento del viario de obra, etc.).
- Medidas de protección contra el ruido y las vibraciones (pantallas temporales de protección acústica, correcto mantenimiento de la maquinaria, control de la jornada de trabajo, etc.).

- Medidas de protección de la geología y geomorfología (control de la superficie de ocupación y de los movimientos de tierras, medidas para mitigar los riesgos geotécnicos, etc.).
- Medidas de protección del suelo (minimización de la ocupación del terreno, separación y acopio de tierra vegetal, evitar la compactación del suelo, localización de acopios, etc.).
- Medidas de protección de la hidrología superficial e hidrogeología.
 - Control de las aguas de obra.
 - Sistema de tratamiento de aguas procedentes de la excavación de túneles.
 - Dispositivos separadores de grasas transportables en obra.
 - Dispositivos de retención de sedimentos.
 - Sistema para la limpieza de las cubas de las hormigoneras.
 - Lavado de maquinaria y vehículos en obra.
 - Fosas sépticas.
 - Control de actividades entorno a las masas de aguas y áreas anejas.
 - Impermeabilización de superficies para la prevención de la contaminación.
 - Localización de las áreas de instalaciones auxiliares de obra
 - Protocolo de actuación ante vertidos accidentales.
- Medidas de protección de la vegetación (restricciones del desbroce y despeje de vegetación, control de especies invasoras, desarrollo y ejecución del plan de prevención y extinción de incendios, etc.).
- Medidas de protección de la fauna (protocolo de desinfección y limpieza de fauna invasora, estudio preoperacional, controles de fauna durante las obras, etc.).
- Medidas de integración paisajística (desbroces controlados, racionalización del uso del suelo, restauración vegetal, etc.).
- Medidas de protección del patrimonio cultural (seguimiento y control arqueológico).
- Medidas de protección del medio socioeconómico (empleo de mano de obra local, limpieza final de la obra, mantenimiento de servidumbres, servicios y de la permeabilidad territorial, etc.).

8.3.3 Medidas protectoras y correctoras en fase de explotación

A continuación, se enumeran los aspectos específicos que habrá que considerar durante la explotación de la infraestructura.

- Medidas de protección contra el ruido y vibraciones (mantas antivibratorias).
- Medidas de protección de la geología, geomorfología y suelo (mantenimiento de las estructuras previstas y de las plantaciones realizadas).
- Medidas de protección de la vegetación (erradicación de especies invasoras, plan de prevención y extinción de incendios, seguimiento de las tareas de revegetación).
- Medidas de protección del medio socioeconómico (puntos de evacuación y rescate, medidas contra incendios, etc.).

8.4 Programa de vigilancia ambiental

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental incluye entre los contenidos del Estudio de Impacto Ambiental la redacción de un Programa de Vigilancia Ambiental (PVA). Los objetivos de este Plan son los siguientes:

- Vigilancia ambiental durante la fase de obras:
 - Detectar y corregir desviaciones, con relevancia ambiental, respecto a lo proyectado en el proyecto de construcción.
 - Supervisar la correcta ejecución de las medidas ambientales.
 - Determinar la necesidad de suprimir, modificar o introducir nuevas medidas.
 - Seguimiento de la evolución de los elementos ambientales relevantes.
 - Alimentar futuros Estudios de Impacto Ambiental.
- Seguimiento ambiental durante la fase de explotación.
 - Verificar la correcta evolución de las medidas aplicadas en la fase de obras.
 - Seguimiento de la respuesta y evolución ambiental del entorno a la implantación de la actividad.
 - Alimentar futuros estudios de impacto ambiental.

8.4.1 Responsabilidad del seguimiento:

La Administración, como responsable de la ejecución del PVA y de sus costes, dispondrá de una Dirección Ambiental de Obra (DAO) que, sin perjuicio de las funciones del Director Facultativo de las obras previstas en la legislación de contratos de las Administraciones Públicas, velará por la adopción de las medidas correctoras, por la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental y por la emisión de informes técnicos periódicos sobre el grado de cumplimiento de la Resolución.

Dichos informes serán remitidos al Órgano Ambiental competente (en este caso, la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico), tras la elaboración de los mismos por parte de los Directores Ambientales de Obra.

El Contratista, responsable de cumplir las prescripciones contenidas en el PVA, nombrará un Responsable Técnico de Medio Ambiente (RTMA), que será el responsable de la realización de las inspecciones, pruebas y ensayos marcados en su Plan de Gestión Ambiental, y de proporcionar a la Administración la información sobre la ejecución y los resultados de los controles realizados a través de un Diario Ambiental de Obra, en el que se registrará, así mismo, la información que más adelante se detalla.

El Director de Obra, para la adecuada ejecución del PVA, pondrá a disposición del DAO, a través de la Asistencia para el Control de las Obras (ACO), los medios y recursos necesarios para el seguimiento y la medición de las unidades de obra de índole ambiental proyectadas.

8.4.2 Metodología de seguimiento

La realización del seguimiento se basará en la formulación de indicadores los cuales proporcionan la forma de estimar, de manera cuantificada y simple, en la medida de lo posible, la realización de las medidas previstas y sus resultados.

Para la aplicación de los indicadores se definirán las necesidades de información que el Contratista debe poner a disposición de la Administración. De los valores tomados por estos indicadores se deducirá la necesidad o no de aplicar medidas correctoras de carácter complementario. Para esto, los indicadores van acompañados de umbrales de alerta que señalan el valor a partir del cual deben entrar en funcionamiento los sistemas de prevención y/o seguridad que se establecen en el programa.

8.4.3 Aspectos e indicadores de seguimiento en fase de obra

A lo largo de la obra, se realizará un seguimiento continuo sobre los siguientes aspectos:

- Jalonamiento/cerramiento temporal de la zona de ocupación del trazado, de los elementos auxiliares y de los caminos de acceso.
- Protección de la calidad del aire y cambio climático (polvo y emisiones atmosféricas).
- Protección de ruido y vibraciones (comprobación de niveles de ruido).
- Protección de la geología, geomorfología y suelos (control de la erosión, conservación de tierra vegetal acopiada, etc.).
- Protección de la hidrología superficial e hidrogeología (evitar la contaminación del suelo, hidrología superficial y subterránea, debido a restos de hormigón empleado en obra, ejecución de los dispositivos anticontaminación de las instalaciones auxiliares, etc.).
- Protección y restauración de la vegetación (correcta ejecución de las plantaciones, siembras e hidrosiembras, etc.).
- Protección de la fauna (protección de la fauna).
- Protección del patrimonio cultural (prospección arqueológica antes de las obras y control arqueológico).
- Mantenimiento de la permeabilidad territorial y continuidad de los servicios existentes.
- Gestión de residuos (correcta gestión de los residuos generados de la obra, control de las excavaciones en las parcelas inventariadas de suelos contaminados, etc.).
- Acabado final de las obras y aparición de impactos no previstos.

8.4.4 Aspectos e indicadores de seguimiento en fase de explotación

Durante la explotación de la línea, se realizará un seguimiento continuo sobre:

- Protección de las condiciones de sosiego público.
- Seguimiento de la revegetación y de la restauración paisajística (control de la reposición de marras, seguimiento de la efectividad de las medidas de integración y restauración de la cubierta vegetal: plantaciones, siembras e hidrosiembras, etc.).

8.4.5 Informes

Los informes del Programa de Vigilancia Ambiental indicados serán remitidos al órgano sustantivo y quedarán a disposición de la Dirección general de Biodiversidad y Calidad Ambiental del Ministerio para la Transición Ecológica que podrá requerirlos cuando lo considere oportuno.

De forma general, se emitirán, al menos, los informes ocasionales que se consideren necesarios para un mejor conocimiento de las obras (ante problemas e incidencias, ante la falta de calidad reiterativa, sobre los análisis de los parámetros ambientales, los previstos en el Plan de Vigilancia y los específicos solicitados por la Dirección de Obra) y los informes periódicos (semestrales), en los que se detallará el desarrollo de las obras, el desarrollo de los trabajos de restauración, la evolución de las medidas correctoras ejecutadas, la evolución de la calidad ambiental, los niveles de impactos provocados, las incidencias, los resultados de análisis y ensayos, y la documentación gráfica y fotográfica necesaria.

Informes previos antes del inicio de las obras:

Antes del inicio de las obras, se presentarán los siguientes informes:

- Plan de Seguimiento y Control Ambiental para la fase de obras con indicación expresa de los recursos humanos y materiales asignados.
- Plan de Aseguramiento de la Calidad, en lo que se refiere a calidad ambiental, presentado por el contratista adjudicatario de la obra, con indicación expresa de los recursos materiales y humanos asignados.
- Manual de Buenas Prácticas Ambientales definido por el contratista.
- Informe de Diagnóstico Ambiental Preoperacional, que recogerá el grado de cumplimiento de las prescripciones legales y administrativas, la eficacia de los procedimientos de control y vigilancia ambiental y la eficacia de las medidas aplicadas para la prevención o corrección de impactos ambientales.

Informe paralelo al acta de comprobación del replanteo:

En paralelo al acta de comprobación del replanteo se elaborará un informe con los siguientes contenidos:

- Mapa con la delimitación definitiva de todas las áreas afectadas por elementos auxiliares de las obras, plan de rutas y caminos de acceso.
- Los valores de los indicadores sobre jalonamiento de las obras al objeto de determinar si las zonas sin señalización o con señalización insuficiente tienen una incidencia menor que la especificada por los valores umbral.
- Informe sobre la comprobación en campo de la ausencia de afecciones a las zonas excluidas. En caso de existir esas afecciones, descripción de las medidas adoptadas, así como acciones de vigilancia y seguimiento.
- Incidencias ambientales en el momento de la firma del Acta.
- Acta de replanteo.

Informes semestrales durante la fase de obras:

En los que se describirán los aspectos más importantes del análisis de la marcha de los trabajos. Se analizarán las obras ejecutadas durante cada uno de los meses de obra e incluirán:

- Desarrollo de las obras.
- Adecuación de los trabajos al condicionado ambiental.
- Evolución de los parámetros de calidad ambiental según se hayan medido y de los componentes del territorio.
- Niveles de impacto provocados. Desarrollo de las medidas preventivas y correctoras, así como las nuevas medidas aplicadas durante la construcción.
- Recopilación de informes de visita realizados.
- Recopilación de los informes de incidencia o no conformidad.
- Desarrollo de los trabajos de restauración y evolución de los efectuados con anterioridad.
- Documentación gráfica y fotográfica, en formato digital y sobre papel.
- Planos generales de seguimiento.
- Informes ocasionales.

Informes previos a la emisión del acta de recepción de la obra:

Llevará incluido los siguientes documentos:

- Informe sobre protección y conservación de los suelos y de la vegetación.
- Informe sobre las medidas de protección del sistema hidrológico e hidrogeológico.
- Informe sobre las medidas para la protección de los servicios existentes y de la permeabilidad territorial.

- Informe sobre la recuperación ambiental e integración paisajística de la obra.

Informes con periodicidad anual durante los tres años siguientes al acta de recepción de la obra:

La Dirección de Medio Ambiente (DMA), y el promotor, elaborarán los informes a partir de la información que le entreguen las Asistencias Técnicas cualificadas coordinadas de forma anual durante los tres primeros años tras el acta de recepción de la obra.

- Informe sobre la eficacia, estado y evolución de las medidas adoptadas para la recuperación, restauración e integración paisajística de la obra y la defensa contra la erosión.

Informes especiales

Se emitirá un informe especial cuando se presenten circunstancias o sucesos excepcionales que impliquen deterioros ambientales o situaciones de riesgo.

Plan de Aseguramiento de la Calidad Ambiental:

El contratista adjudicatario de las obras presentará antes del comienzo de las mismas un Plan de Aseguramiento de la Calidad Ambiental, con indicación expresa de los recursos materiales y humanos asignados (indicando, en cada caso, las funciones y responsabilidades).

Manual de buenas prácticas ambientales:

Con carácter previo al comienzo de las obras la contrata de las mismas presentará un Manual de Buenas Prácticas Ambientales.

8.5 Presupuesto de integración ambiental

A continuación, se incluye el presupuesto total de las medidas en cada alternativa. Se trata de una estimación preliminar que habrá de concretarse en los correspondientes proyectos constructivos.

PRESUPUESTO TOTAL DE LAS MEDIDAS DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
MEDIDAS DE INTEGRACIÓN AMBIENTAL	1.877.175,80 €	1.861.485,71 €

Presupuesto total de las medidas de integración ambiental.

Además, de acuerdo con esta Ley 21/2013, de 9 de diciembre, el Estudio de Impacto Ambiental debe incorporar un presupuesto de la vigilancia y seguimiento ambiental para la fase de obras y fase de explotación. Este presupuesto no forma parte del capítulo presupuestario de Integración

Ambiental, ya que se considera incluida dentro del apartado de Control y Vigilancia de las Obras que conforma el Presupuesto para Conocimiento de la Administración.

PRESUPUESTO TOTAL DEL PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Vigilancia e informes durante la fase de construcción	281.940,00 €	297.180,00 €
Seguimiento e Informes durante los tres años siguientes al Acta de Recepción de la Obra.	20.320,00 €	20.320,00 €

Valoración del PVA en fase de construcción y en fase de explotación.

9. VALORACIÓN ECONÓMICA

9.1 Alternativa 1

Capítulo	Resumen	Importe	%
1.	DEMOLICIONES Y LEVANTES	365.229,00	0,45
2.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	111.577,02	0,14
3.	ESTRUCTURAS	1.404.410,00	1,74
4.	TÚNELES	29.467.500,00	36,50
5.	DRENAJE.....	751.010,00	0,93
6.	VÍA.....	2.935.200,00	3,64
7.	ELECTRIFICACIÓN.....	705.120,00	0,87
8.	INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES.....	3.795.000,00	4,70
9.	INSTALACIONES NO FERROVIARIAS EN TÚNELES	3.981.200,00	4,93
10.	ESTACIONES (OBRA CIVIL)	12.242.985,00	15,17
11.	ESTACIONES (ARQUITECTURA Y EQUIPAMIENTO).....	7.990.448,00	9,90
12.	REPOSICIÓN DE VIALIDAD AFECTADA.....	253.500,00	0,31
13.	REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS.....	398.930,00	0,49
14.	SITUACIONES PROVISIONALES.....	18.500,00	0,02
15.	OBRAS COMPLEMENTARIAS	152.004,00	0,19
16.	INTEGRACIÓN AMBIENTAL	1.877.175,80	2,33
17.	TRASLADO BASE DE MTO. Y SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	5.503.032,25	6,82
18.	IMPREVISTOS.....	7.195.282,00	8,91
19.	SEGURIDAD Y SALUD	1.582.960,00	1,96
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		80.731.063,07	
	13,00 % Gastos generales.....	10.495.038,20	
	6,00 % Beneficio industrial.....	4.843.863,78	
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (SIN IVA)		96.069.965,05	
	21,00% I.V.A.	20.174.692,66	
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		116.244.657,71	

9.2 Alternativa 2

Capítulo	Resumen	Importe	%
1.	DEMOLICIONES Y LEVANTES	365.229,00	0,45
2.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	111.577,02	0,14
3.	ESTRUCTURAS	1.404.410,00	1,73
4.	TÚNELES	27.579.600,00	33,99
5.	DRENAJE.....	606.140,00	0,75
6.	VÍA.....	2.956.620,00	3,64
7.	ELECTRIFICACIÓN.....	711.240,00	0,88
8.	INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES.....	3.795.000,00	4,68
9.	INSTALACIONES NO FERROVIARIAS EN TÚNELES	3.210.900,00	3,96
10.	ESTACIONES (OBRA CIVIL)	15.307.485,00	18,86
11.	ESTACIONES (ARQUITECTURA Y EQUIPAMIENTO).....	8.088.226,00	9,97
12.	REPOSICIÓN DE VIALIDAD AFECTADA.....	253.500,00	0,31
13.	REPOSICIÓN DE SERVICIOS AFECTADOS.....	398.930,00	0,49
14.	SITUACIONES PROVISIONALES.....	18.500,00	0,02
15.	OBRAS COMPLEMENTARIAS	152.004,00	0,19
16.	INTEGRACIÓN AMBIENTAL	1.861.485,71	2,29
17.	TRASLADO BASE DE MTO. Y SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	5.503.032,25	6,78
18.	IMPREVISTOS.....	7.232.388,00	8,91
19.	SEGURIDAD Y SALUD	1.591.125,00	1,96
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		81.147.391,98	
	13,00 % Gastos generales.....	10.549.160,96	
	6,00 % Beneficio industrial.....	4.868.843,52	
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (SIN IVA)		96.565.396,46	
	21,00% I.V.A.	20.278.733,26	
TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		116.844.129,72	

10. ANÁLISIS MULTICRITERIO

10.1 Metodología del análisis multicriterio

La metodología de análisis se ha basado en el desarrollo del siguiente proceso:

- Determinación de los criterios más adecuados para valorar el nivel de cumplimiento de los objetivos de la actuación y del grado de integración en el medio de cada alternativa.
- Obtención de los indicadores numéricos que permitan la valoración cuantitativa de las alternativas con respecto a estos criterios.
- Obtención del modelo numérico que permite sintetizar las valoraciones parciales en un solo índice aplicando coeficientes de ponderación o pesos que permitan graduar la importancia de cada criterio.
- Aplicación de procedimientos de análisis basados en el modelo numérico obtenido y que, empleando diversos criterios de aplicación de pesos, permitan la evaluación y comparación de alternativas.

10.1.1 Criterios

Se ha estudiado el comportamiento de cada alternativa atendiendo a los siguientes criterios:

- Medio Ambiente (considerando geomorfología, edafología, hidrología, vegetación, fauna, ruido, medio atmosférico, paisaje, espacios naturales, patrimonio histórico-cultural, medio socioeconómico y aceptación social).
- Inversión (Presupuesto Base de Licitación).
- Funcionalidad (velocidad máxima de trenes de mercancías y longitud útil de la vía exclusiva de mercancías).
- Plazo de ejecución.

Los componentes del análisis han sido escogidos por su representatividad, su importancia y la factibilidad de su valoración por métodos cuantitativos.

10.1.2 Análisis y resultados

La herramienta principal de análisis ha sido el modelo numérico matricial empleado habitualmente en el método PATTERN, que permite sintetizar las valoraciones obtenidas por las alternativas para cada criterio en un sólo parámetro llamado IP (Índice de Pertinencia), cuyos valores están comprendidos en el intervalo [0,1] (siendo 0 el pésimo y 1 el óptimo) mediante la aplicación de pesos o coeficientes de ponderación.

Con este modelo se han llevado a cabo los siguientes análisis:

- **ANÁLISIS DE ROBUSTEZ:** consiste en aplicar todas las combinaciones posibles de pesos a todos los criterios, obteniéndose el número de veces que cada alternativa resulta ser óptima. Este procedimiento es el más desprovisto de componentes subjetivos, y pone de relieve qué alternativas presentan mejor comportamiento general con los criterios marcados, aunque incluye en el análisis combinaciones extremas de valoración.

El análisis de los resultados pone de relieve la superioridad de la **alternativa 1** frente a la alternativa 2.

- **ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD:** Consiste en aplicar combinaciones de pesos válidas restringidas a un rango determinado para cada criterio, de manera que queden fuera del análisis combinaciones que sobreponderan o infraponen excesivamente algún factor, distorsionando el análisis. En este caso los pesos de cada criterio han oscilado en el rango que va del 10% al 50%.

El análisis de los resultados pone de relieve la superioridad de la **alternativa 1** frente a la alternativa 2.

- **ANÁLISIS DE PREFERENCIAS:** Es el método PATTERN habitual. Consiste en aplicar pesos a cada criterio de tal forma que respondan a un orden de preferencias relativas que se propone como más adecuado para evaluar la actuación. Este orden de prelación ha sido: Medio Ambiente - Inversión – Funcionalidad – Plazo de ejecución.

El análisis de preferencias o PATTERN otorga la calificación óptima a la **Alternativa 1** respecto de la alternativa 2.

10.2 Conclusiones del análisis

Según las valoraciones obtenidas en los cuatro criterios aplicados, se observa que **las alternativas 1 y 2 presentan una clara diferencia en el análisis de preferencias siendo muy similares en sus valoraciones cuantitativas**. Respecto a los análisis de robustez y sensibilidad, la alternativa 1 se presenta como más ventajosa por cuanto puntúa favorablemente en los cuatro criterios, aunque, habiendo dos únicas alternativas propuestas, resulta menos representativo.

En conclusión, la alternativa 1 es ligeramente mejor en términos de funcionalidad, con mayor velocidad máxima y menor longitud útil para la vía exclusiva de mercancías, así como presupuesto y plazo de ejecución ligeramente inferiores.

En contraposición, la alternativa 2 solo iguala en el impacto medioambiental a la alternativa 1.

En relación con lo anterior, PUEDE CONCLUIRSE QUE, SI BIEN LAS DOS ALTERNATIVAS PLANTEADAS RESULTAN VIABLES SEGÚN LOS REQUERIMIENTOS AMBIENTALES Y FERROVIARIOS DE DISEÑO, EL ANÁLISIS SEÑALA A LA **ALTERNATIVA 1** (alternativa con túnel independiente para tráfico de mercancías) **COMO LA SOLUCION ÓPTIMA**, ATENDIENDO A CRITERIOS MEDIOAMBIENTALES, FUNCIONALES, ECONÓMICOS Y DE PLAZO DE EJECUCIÓN.

11. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ESTUDIO

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJO Nº 1. ANTECEDENTES Y SITUACIÓN ACTUAL

ANEJO Nº 2. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

ANEJO Nº 3. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ANEJO Nº 4. CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE

ANEJO Nº 5. ESTUDIO FUNCIONAL

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. ESTACIÓN DE ZORROTZA

ANEJO Nº 11. ELECTRIFICACIÓN

ANEJO Nº 12. INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES

ANEJO Nº 13. OBRAS COMPLEMENTARIAS

ANEJO Nº 14. SERVICIOS Y SERVIDUMBRES AFECTADOS

ANEJO Nº 15. PROCESO CONSTRUCTIVO Y SITUACIONES PROVISIONALES

ANEJO Nº 16. PLANEAMIENTO Y OCUPACIONES

ANEJO Nº 17. EXPROPIACIONES

ANEJO Nº 18. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEJO Nº 19. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS

ANEJO Nº 20. ANÁLISIS MULTICRITERIO

DOCUMENTO Nº 2. PLANOS

0. ÍNDICE DE PLANOS
1. EMPLAZAMIENTO
2. SITUACIÓN
3. PLANO DE CONJUNTO
4. TRAZADO
5. SECCIONES TIPO Y SUPERESTRUCTURA
6. DRENAJE
7. ESTRUCTURAS
8. TÚNELES
9. ESTACIÓN DE ZORROTZA
10. ELECTRIFICACIÓN
11. INSTALACIONES DE SEGURIDAD Y COMUNICACIONES
12. SERVICIOS AFECTADOS
13. SITUACIONES PROVISIONALES
14. REPOSICIÓN DE INSTALACIONES
15. OBRAS COMPLEMENTARIAS

DOCUMENTO Nº 3. VALORACIÓN**DOCUMENTO Nº 4. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL. MEMORIA

APÉNDICE 1. PLANOS

APÉNDICE 2. DOCUMENTO DE SÍNTESIS

APÉNDICE 3. ESTUDIO DE RUIDO

APÉNDICE 4. ESTUDIO DE VIBRACIONES

APÉNDICE 5. ESTUDIO FAUNÍSTICO

APÉNDICE 6. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD ANTE RIESGOS GRAVES Y CATÁSTROFES

APÉNDICE 7. ESTUDIO DE PRÉTAMOSY VERTEDEROS

APÉNDICE 8. ESTUDIO DE PATRIMONIO CULTURAL

APÉNDICE 9. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

APÉNDICE 10. CONSULTAS REALIZADAS

APÉNDICE 11. SUELOS POTENCIALMENTE CONTAMINADOS

APÉNDICE 12. ESTUDIO DE INTEGRACIÓN PAISAJÍSTICA

12. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Las actuaciones que se desarrollan en este estudio están contempladas en el Convenio suscrito el 14 de julio de 2021 entre el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, el Ayuntamiento de Bilbao y el Administrador de Infraestructuras Ferroviarias Adif para la integración del ferrocarril en Zorrotza. Las actuaciones contempladas en dicho Convenio, entre otras, son las siguientes:

- 1. Un nuevo trazado ferroviario subterráneo de ancho métrico con una longitud aproximada de 1.933 metros (incluyendo la longitud de rampas y tramos de acceso) a su paso bajo la zona de Zazpilanda, por el centro del barrio de Zorrotza, suprimiendo con ello los dos pasos a nivel existentes en Zorrozoiti y Zorrotza, en los PPKK 643/926 y 644/180 de la línea RFIG 08-780 de la Red de ancho métrico Santander-Bilbao La Concordia.
- 2. Construcción de una nueva estación subterránea a la altura del barrio de Zorrotza.

La no realización del presente proyecto tendría como principal consecuencia que no se podría materializar la supresión de los pasos a nivel de Zorrotza y Zorrozoiti y la integración ferroviaria (permeabilización transversal del Barrio de Zorrotza).

Se concreta la definición en el presente Estudio informativo, de dos alternativas para el nuevo trazado subterráneo, que se corresponden con la alternativa 1 y alternativa 2. Las soluciones estudiadas en forma de alternativas cumplen con los requerimientos iniciales de diseño, funcionales, medioambientales e inserción en el territorio. Además, se ha tenido en cuenta la compatibilidad con el resto de infraestructuras existentes.

En relación con lo descrito, se elabora el presente Estudio Informativo, cuyo contenido debe ser el necesario para servir de base a los procesos de Información Pública y Audiencia establecidos por la normativa referida en la Ley del Sector Ferroviario y Reglamento de Desarrollo (R.D. 2.387/2004), modificado mediante Real Decreto 271/2018, de 11 de mayo.

El presente documento se acompaña del Estudio de Impacto Ambiental, con el contenido establecido en el anexo VI de la Ley 21/2013, modificada mediante la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, que servirá de base a los trámites de información pública y de consultas a las Administraciones públicas afectadas y a las personas interesadas.

Tras realizar el consiguiente análisis multicriterio sobre las alternativas mencionadas, donde se han analizado aspectos medioambientales, funcionales, económicos y de plazo de ejecución, se concluye que, si bien las dos alternativas planteadas resultan viables, la solución que mejor cumple con los requerimientos funcionales, económicos y de plazo de ejecución es la alternativa 1 (túnel independiente para el tráfico de mercancías a su paso por la estación en caverna), cuyo Presupuesto Base de Licitación asciende a 116.244.657,71 €.

En Madrid, Octubre de 2.022

El Ingeniero Autor del Estudio



Fdo. José Antonio Pérez Gándara

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos