

---

MEMORIA

## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	OBJETO DEL ESTUDIO INFORMATIVO.....	2
3	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS.....	3
4	DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO INFORMATIVO.....	5
	4.1 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.....	5
	4.2 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....	5
	4.3 HIDROLOGÍA Y DRENAJE.....	13
	4.4 TRAZADO.....	20
	4.5 ESTRUCTURAS.....	23
	4.6 OBRAS SUBTERRÁNEAS.....	25
	4.7 ESTACIONES Y URBANIZACIÓN.....	30
	4.8 REPOSICIÓN DE SERVIDUMBRES.....	34
	4.9 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	36
	4.10 SERVICIOS AFECTADOS.....	38
	4.11 BIENES Y DERECHOS AFECTADOS.....	39
	4.12 PROCESO CONSTRUCTIVO.....	40
5	PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	42
6	PRESUPUESTO.....	43
7	DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ESTUDIO INFORMATIVO.....	44
8	CONCLUSIÓN.....	46

# 1 INTRODUCCIÓN

La línea de mayor tráfico de la red gestionada por ETS es la línea Bilbao-Donostia, de vía única electrificada, cuya explotación predominante la representan los servicios de cercanías, que se coordinan con los desplazamientos de largo recorrido y el transporte de mercancías. Entre los servicios de cercanías hay que destacar el ofrecido entre Ermua-Eibar que cuenta con más de 3.000 viajeros diarios.

La problemática detectada para el logro de los objetivos contemplados en el Plan Estratégico de actuaciones ferroviarias del Gobierno Vasco, es fundamentalmente la existencia de vía única en todo el tramo, incluso en las dos estaciones en funcionamiento, Zaldibar y Ermua, y una pendiente excesiva para el transporte de mercancías.

El trazado ferroviario actual, condicionado por la orografía y las edificaciones a su paso por los núcleos urbanos, limita la velocidad de circulación -tanto más importante en el transporte de pasajeros- y reduce la visibilidad en los pasos a nivel, además de hacer incómodo el trayecto.

Asimismo las actuales estaciones de Zaldibar y Ermua carecen de apartaderos e instalaciones para facilitar la explotación conjunta con tráficos de largo recorrido de pasajeros y de mercancías.

La variante de trazado a proyectar en el Estudio Informativo elimina los numerosos pasos a nivel presentes en el tramo, que son puntos potenciales de accidentes graves, a la vez que mejora y acorta considerablemente el sinuoso trazado actual.

## 2 OBJETO DEL ESTUDIO INFORMATIVO

EL presente "*Estudio Informativo de la variante de trazado del tramo Zaldibar - Ermua de la línea Bilbao – Donostia*" tiene como objeto la definición de las obras que deben llevarse a cabo para la ejecución de una variante ferroviaria de vía doble entre las estaciones de Zaldibar y Ermua, que resuelva la problemática existente de la línea actual de vía única, y reúna las características para asumir el aumento de tráfico y el régimen de explotación futuros previstos por ETS.

El alcance del Estudio Informativo es el siguiente:

- Proporcionar los datos topográficos necesarios para la definición y replanteo de la obra.
- Definición geométrica del trazado de la solución adoptada con la definición final de las distintas secciones incluyendo los datos definitivos de taludes de desmonte y terraplén.
- Definición de las secciones estructurales de los elementos que componen la estación: haces de vía, andenes, vial de acceso.
- Superestructura de vía (vía en placa y vía sobre balasto) y aparatos de vía necesarios
- Definición de la red de drenaje.
- Definición de las estaciones de Zaldibar y de Ermua así como de la urbanización de su entorno.
- Definición de los túneles previstos así como las galerías ó salidas de evacuación asociadas.
- Dimensionamiento de las estructuras presentes en el proyecto.
- Estudio de Impacto Ambiental.
- Reposición de los servicios afectados.
- Delimitación de las superficies que es necesario expropiar u ocupar temporalmente para la materialización de las obras.
- Programa de las obras, fijando un plazo de ejecución
- Estudio Básico de Seguridad y Salud.
- Valoración de las obras.

### 3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS

La variante de trazado objeto del presente proyecto tiene una longitud total de 5.528 m, de los cuales 2.994 m –la mitad aproximadamente– discurren soterrados. El tramo dispone de tres túneles excavados en mina que suman 2.682 m y el resto del tramo soterrado, corresponde fundamentalmente a las estructuras de soterramiento del ferrocarril en el entorno urbano de Zaldibar.

Al objeto de reducir la fuerte inversión que supondría la ejecución de la totalidad de la obra en una única fase, se ha decidido proyectar un trazado que permita la construcción de la variante de trazado entre Zaldibar y Ermua en tres fases distintas.

Las dos primeras fases se conectan provisionalmente con la línea actual Bilbao-Donostia de vía única, mientras que la 3ª fase es aquella que une las dos anteriores y cierra el trazado de la nueva variante en vía doble entre Zaldibar y Ermua.

El trazado se inicia después del apeadero de Zaldibar, en la actualidad fuera de servicio, con un trazado nuevo en doble vía, en sustitución de la vía única actual. Entorno al PK 0+100 se inicia el soterramiento del ferrocarril, coincidiendo el trazado en planta con el de la vía actual, mediante una estructura entre pantallas de pilotes hasta el PK 0+350. Para la ejecución de dicho soterramiento del ferrocarril en Zaldibar, resulta necesario ejecutar previamente un desvío provisional en vía única sobre balasto que permita construir el nuevo trazado en doble vía, manteniendo el tráfico ferroviario. Este ramal tiene una longitud de 550 m aproximadamente y conecta con la vía actual entorno al actual paso bajo la carretera N-634.

Entre el PK 0+350 y el 0+500 se encuentra el túnel bajo la N-634 (L=150 m), excavado en mina bajo la carretera y los edificios existentes, y a continuación la nueva estación de Zaldibar, excavada a cielo abierto entre muros de pantallas, respetando la alineación del eje 5 prevista en el nuevo planeamiento de Zaldibar (Sector Residencial SR-1).

La nueva estación soterrada de Zaldibar tendrá un andén central de 80 m de longitud y ancho variable; 5 m en el desembarco de la escalera desde el vestíbulo de la estación y 2,5 m en el testero más próximo al túnel de Zaldibar.

Tras la nueva estación el trazado se adentra en el túnel de Zaldibar, de 1.520 m de longitud, que dispone de una galería de evacuación y ventilación entorno al PK 1+340 del trazado ferroviario, con el que se llega al valle del arroyo Beko, en el entorno de los túneles de Zaldibar de la autopista AP-8 con una curva a derechas, con la que se coloca paralelo a la autopista.

Continúa el trazado a cielo abierto, en paralelo a la autopista AP-8 durante 840 metros hasta los invernaderos de Tellería, donde cruza sobre el arroyo Beko (PK-3+470) y alcanza la ladera del monte Ureta, ajustándose al contorno de la montaña y se coloca junto a la vía actual. Continúan paralelas esta vez en un tramo recto de 280 metros

hasta Eitzaga, donde el trazado proyectado cruza al existente a nivel y se introduce en el túnel de Ermua en el PK 4+180.

El túnel de vía doble de Ermua (L= 1.024 m) entre Eitzaga y la estación de Ermua dispone a escasos 60 m de la boca de salida de una vía mango de 90 m de longitud que permita la maniobra de las unidades de pasajeros.

A continuación del túnel de Ermua, el nuevo trazado cruza la carretera N-634 mediante el Viaducto de la Estación de Ermua (L= 38 m) y conecta con la vía actual previamente al paso inferior de la calle Izelaieta.

La nueva estación de Ermua se localiza junto al paso inferior recientemente construido junto a la estación actual y permite la conexión transversal entre el parque de Valdespina y la plaza contigua a la N-634. Se trata de una nueva estación bajo la plataforma ferroviaria, con un andén central de ancho variable y 80 m de longitud útil al que se accede a través de una escalera de 1,90 m de ancho y un ascensor.

## **4 DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO INFORMATIVO**

### **4.1 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA**

En el Anejo nº 2: Topografía, se recoge la metodología utilizada en la realización de los trabajos de cartografía y topografía para la redacción del presente Estudio Informativo.

Los trabajos de cartografía han consistido en la restitución del vuelo de la zona Lebario-Ermua proporcionado por Euskal Trenbide Sarea (ETS). Este vuelo ha sido extraído del "Estudio de Alternativas del Desdoblamiento de Vía entre las Cocheras de Lebario y la Estación de Ermua" realizado en Septiembre de 2006 por la ingeniería Sener.

Dicho vuelo está formado por imágenes en formato digital, y los informes de vuelo, gráficos, y certificados de calibración son los correspondientes a dicho proyecto de vuelo. Tanto el apoyo como la aerotriangulación son proporcionados también por ETS, siendo los informes los correspondientes a estos proyectos.

Los trabajos topográficos se han centrado, en la toma de datos topográficos de las zonas por las que la traza discurre a cielo abierto, con especial atención en la zona de boquillas, en las zonas urbanas y en los puntos donde empatan los desvíos de trazado propuestos en el estudio, con la vía actual.

### **4.2 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**

#### **4.2.1 Descripción geológico-geotécnica del trazado**

Más de la mitad de la traza estudiada discurre en túnel en mina, mientras que en un porcentaje algo menor lo hace a cielo abierto (desmontes y terraplenes) y en falso túnel.

Los trabajos de campo que se han realizado para elaborar el estudio geológico-geotécnico del trazado comprenden 436 m de sondeo con extracción continua de testigo, 1.100 m de tomografía sísmica, 610 m de tomografía eléctrica, y 162 puntos de toma de datos estructurales. Como ensayos in situ en sondeo se han realizado 12 ensayos presiométricos y 6 ensayos Lugeon. También se ha realizado una batería completa de ensayos de laboratorio sobre testigos de sondeo.

Por otro lado, también se ha tenido en cuenta la información deducida de los sondeos realizados por el Ayuntamiento de Zaldibar para la urbanización del Plan Parcial S-1 en Zaldibar, en el entorno del soterramiento de la estación de Zaldibar, así como de 4 sondeos realizados por INTERBIAK para un estudio geológico-geotécnico previo para la variante viaria de Ermua, y situados en la ladera sur del monte Ureta, a la altura del cruce del trazado con el arroyo Beko.

El trazado de este Estudio Informativo se encuentra enclavado en un marco geológico muy concreto y amplio a la vez, conocido como Cuenca Vasco-Cantábrica, y dentro de este en el dominio estructural del Arco Vasco. A su vez el Arco Vasco se puede subdividir en cuatro elementos estructurales, los cuales aparecen netamente plegados y con tendencia cabalgante hacia el Norte. Estos son, de norte a sur, el Monoclinal de San Sebastián, el Anticlinorio al Norte de Bizkaia, el Sinclinorio de Bizkaia y el Anticlinorio de Bilbao.

La zona estudiada se ubica geográficamente en los municipios de Zaldibar, Mallabia y Ermua; por lo que, desde el punto de vista geológico, se enclava dentro del dominio del Sinclinorio de Bizkaia, concretamente en su flanco sur, aunque cerca del eje del mismo.

La Variante de Trazado del Tramo Zaldibar-Ermua geológicamente atraviesa tres dominios litológicos diferentes. Estos dominios son: Cuaternario, Cretácico y Terciario, siendo estos dos últimos los más relevantes dentro del ámbito estudiado. La mayor parte afecta a litologías de tipo rocoso cretácicas (dos formaciones) y terciarias (cuatro formaciones), todas pertenecientes a la Unidad litoestratigráfica de Oiz, la cual es una de las que configuran el dominio estructural del Arco Vasco y, en concreto, el Sinclinorio de Bizkaia, por lo que puede decirse que han sufrido los mismos esfuerzos y deformaciones durante las diferentes etapas de sedimentación y por la tectónica alpina (para las distintas litologías analizadas se mantiene la denominación del mapa geológico del EVE):

- Alternancia de margas y calizas arenosas (Flysch detrítico-calcáreo). Tramo litológico 274
- Margas y margocalizas (Margas de Garay). Tramo litológico 280
- Margas y calizas grises (Formación calcárea Maastrichtiense-Daniense). Tramo litológico 386
- Calizas micríticas y margocalizas rojas y grises (Formación calcárea Maastrichtiense-Daniense). Tramo litológico 388
- Lutitas y escasas pasadas areniscosas 395 (Flysch Eoceno). Tramo litológico 395
- Calizas arenosas-calcarenitas con brechas (Flysch Eoceno). Tramo litológico 395
- Alternancia flyschoide de caliza arenosa y marga (Flysch Eoceno). Tramo litológico 398

El resto de las litologías afectadas corresponden a unidades Cuaternarias y representan los materiales más modernos que afloran en la zona del estudio. Corresponden a rellenos antrópicos locales típicos de zonas urbanas, caso de los cascos urbanos de Zaldibar y Ermua, o del depósito de restos de la excavación de la urbanización de Monroe situado a media ladera encima de la zona del apeadero de

Mallabia o los propios de la autopista AP-8, a depósitos aluviales como los del arroyo Beko, y a depósitos coluviales del entorno en el tramo a cielo abierto en la zona de Ermua,

A continuación se describe el trazado por tramos en función de sus características geológico-geotécnicas:

#### P. K. 0+000 AL P. K. 0+210

A lo largo de esta zona la traza discurrirá dentro del dominio de las Margas de Garay. Localmente, este tramo litológico no aflora ya que se encuentran tapizado por suelos aluviales (PP.KK. 0+060-0+115) y parcialmente por rellenos antrópicos (PP.KK. 0+000-0+060 y 0+115-0+180). Esta zona se encuentra a media ladera por lo que la traza discurre en trinchera pasando a ser un desmonte por el lado izquierdo y terraplén por el derecho. Dentro de este tramo, en el P.K. 0+100 aproximadamente, la traza salva un arroyo mediante la ampliación de la obra de fábrica existente. Se trata de una zona previsiblemente con suelos de escaso espesor, deducido de los datos del S-1 realizado en margas y margocalizas (Margas de Garay), donde se detectó no más de 0,50 m de suelo. Esto también se puede observar en el desmonte izquierdo de la actual vía de ETS en la zona de la actual estación de Zaldibar. A cota de la vía, esta posiblemente se asiente sobre un macizo rocoso de grado de meteorización IV en superficie (muy meteorizado).

Desde el punto de vista estructural, el macizo presenta una estructura sencilla, donde las capas buzcan hacia el O, con buzamiento medio-alto (60°), no habiéndose detectado ninguna falla de importancia en la zona.

#### P. K. 0+210 AL P. K. 2+180

En este sector el trazado discurrirá enterrado, desde el inicio del soterramiento de Zaldibar hasta la boquilla de salida del Túnel de Zaldibar.

Todo este subtramo del trazado se localiza en zona de excavación en roca. Desde el PK. 0+210 hasta el 1+135, el dominio geológico corresponde a las margas y margocalizas cretácicas (Margas de Garay). A continuación y hasta el PK. 1+965, ya en el túnel de Zaldibar, se atraviesan unas margas y margocalizas grises, terciarias. El contacto entre ambas formaciones parece ser por una falla.

Estructuralmente y de cara a la excavación en mina esta es una zona con cierta complicación ya que en este tramo, al menos, se cortarían seis falla subverticales.

#### P. K. 2+180 AL P. K. 4+180

Este tramo corresponde con la zona del trazado que discurrirá a cielo abierto desde boquilla salida del Túnel de Zaldibar hasta la boquilla de entrada del Túnel de Ermua, por la zona del valle del arroyo Beko, cerca del barrio de Eitzaga. La traza estudiada discurre en una longitud importante, entre el arroyo Beko y la autopista AP-8; tras el paso sobre el arroyo Beko (PP.KK. 3+460-3+500) se dispone en el margen izquierdo

del citado arroyo, por la ladera sur del monte Areitio, conectando con la actual vía de ETS.

En todo este tramo el dominio geológico, en superficie, corresponde a la alternancia flyschoides de calizas arenosas y margas, formación que en superficie presenta un grado de meteorización alto aunque, en general, a partir de los 2-3 m de profundidad aparece ligeramente meteorizado a sano.

Estructuralmente también es una zona que corta un número importante de fallas, cartografiándose en las labores de campo al menos cinco de ellas, interpretadas como subverticales.

Localmente, en superficie, aflora el aluvial asociado al arroyo Beko (PP.KK. 3+440-3+640). Existen otros puntos de menor entidad, donde la traza discurre sobre rellenos antrópicos que puntualmente tapizan esta formación flyschoides.

#### P. K. 4+180 AL P. K. 5+175

En este tramo la traza discurre enterrada, y corresponde con la zona donde se excavará el Túnel de Ermua. Desde el punto de vista geológico-geotécnico es la zona de mayor variabilidad de todo el trazado ya que se atraviesan cinco unidades litológicas diferentes dentro de un mismo tramo en túnel. Son rocas del Cretácico Superior y terciarias, siendo estas últimas las de mayor desarrollo en todo el trazado.

En general, la particularidad geológica de este tramo es, por una parte, la ausencia de fallas de entidad según lo observado, excepto una falla subvertical situada en el entorno de la boquilla de entrada del túnel; y por otra, una homogeneidad en cuanto a la dirección y buzamiento de los estratos (hacia el SO con ángulos altos).

#### P. K. 5+175 AL P. K. 5+527,812 (FINAL DEL TRAMO DEL E. I.)

En este último sector la traza discurrirá a cielo abierto, tras salir del Túnel de Ermua, atravesando en rasante sobre rellenos antrópicos el ámbito urbano del mismo municipio, incluyendo la estación de ferrocarril actual. Justo a la salida del túnel se prevé un nuevo viaducto para vía doble, que salva la N-634.

Estos rellenos antrópicos se encuentran tapizando las margas y calizas arenosas cretácicas existentes en la zona, aunque localmente recubren suelos aluviales. Es muy posible que el viaducto sobre la N-634 además de salvar la citada carretera sirva para salvar el cauce del río Urtia o Mallabia, que discurre en esta zona enterrado. Por lo que, en esta zona, los rellenos pueden estar depositados sobre el cuaternario aluvial.

La estructura geológica se interpreta como continuista con la existente en la zona del Túnel de Ermua, ya que los datos de buzamientos observados en zonas próximas al sondeo S-8 y en los testigos del mismo son concordantes con aquella.

#### 4.2.2 Excavaciones

La obra proyectada consiste principalmente en tres túneles excavados en mina, una galería de evacuación y dos falsos túneles (uno de ellos es la estación soterrada de Zaldibar), pero también se van a acometer una serie de excavaciones en el terreno donde se sitúa el trazado; estas excavaciones van a coincidir con las boquillas de los túneles y con los desmontes de la zona de falso túnel y de taludes (dos trincheras). Cada boquilla constará de tres desmontes: uno frontal y dos laterales.

A grandes rasgos, las excavaciones de mayor entidad, en cuanto a la altura de las mismas, son las boquillas. Dentro de las boquillas, son los taludes frontales los de mayor altura. Pero es la trinchera, ubicada entre la salida del túnel de Zaldibar y el paso sobre el arroyo Beko (p. K. 2+180-p. K. 3+420), la excavación de mayor importancia que habrá dentro de este apartado de excavaciones dado que tiene una longitud cerca de los 1.240 metros.

Analizando la excavabilidad de los materiales, los suelos, en general, serán excavables por medios mecánicos convencionales ligeros. La de los macizos rocosos afectados en desmontes y boquillas se recoge en el siguiente cuadro.

<b>UNIDAD LITOLÓGICA</b>	<b>GRADO DE METEORIZACIÓN</b>	<b>DUREZA (MPa)</b>	<b>RQD</b>	<b>EXCAVABILIDAD</b>
<b>Tramo 274,</b> Alternancia de margas y calizas arenosas	Grado IV-V	Hasta 5,00	Hasta 25 %	Excavable
	Grado III-II-I	Hasta 10,00 Hasta 20,00 Hasta 40,00	Hasta 50 % Hasta 100 % Hasta 100%	Excavable-ripable Ripable Voladura esponjamiento
<b>Tramo 280,</b> Margas y margocalizas. Margas de Garay	Grado IV-V	Hasta 5,00	Hasta 25 %	Excavable
	Grado III-II-I	Hasta 10,00 Hasta 20,00	Hasta 50 % Hasta 100 %	Excavable-ripable Ripable o Voladura para esponjamiento: sin juntas
<b>Tramo 386,</b> Margas y margocalizas grises	Grado IV-V	Hasta 5,00	Hasta 25 %	Excavable
	Grado III-II-I	Hasta 10,00 Hasta 20,00 Hasta 40,00	Hasta 50 % Hasta 100 % Hasta 100%	Excavable-ripable Ripable Voladura esponjamiento
<b>Tramo 388,</b> Calizas micríticas y margocalizas rosadas	Grado IV-V	Hasta 5,00	Hasta 25 %	Excavable
	Grado III-II-I	Hasta 10,00 Hasta 20,00 Hasta 40,00	Hasta 50 % Hasta 100 % Hasta 100%	Excavable-ripable Ripable Voladura esponjamiento
<b>Tramo 395,</b> Lutitas y escasas pasadas areniscosas	Grado IV-V	Hasta 5,00	Hasta 25 %	Excavable
	Grado III-II-I	Hasta 10,00 Hasta 20,00	Hasta 50 % Hasta 100 %	Excavable-ripable Ripable o Voladura para esponjamiento: sin juntas
<b>Tramo 395,</b> Calizas arenosas-calcarenititas con brechas	Grado IV-V	Hasta 5,00	Hasta 25 %	Excavable
	Grado III-II-I	Hasta 10,00 Hasta 20,00 Hasta 140,00	Hasta 50 % Hasta 100 % Hasta 100%	Excavable-ripable Ripable Voladura esponjamiento Volatile: sin juntas
<b>Tramo 398,</b> Alternancia flyschoides de calizas arenosas y margas	Grado IV-V	Hasta 5,00	Hasta 25 %	Excavable
	Grado III-II-I	Hasta 10,00 Hasta 20,00 Hasta 140,00	Hasta 50 % Hasta 100 % Hasta 100%	Excavable-ripable Ripable Voladura esponjamiento Volatile: sin juntas

A continuación se describen los taludes propuestos para las excavaciones previstas:

#### Túnel bajo N-634

Los emboquilles, en sentido estricto, se realizarán contra un recinto excavado y sujeto con un muro de pilotes o con muros pantalla; el emboquille se realizará contra estos muros.

#### Túnel de Zaldibar

Boquilla de entrada: No se propone ninguna mediada correctora ni ningún talud estable ya que la boquilla de entrada se ubica en una zona, salida de la futura estación, donde se va a realizar una excavación vertical mediante muros pantallas; por lo que la excavación de estos taludes serán verticales y la ejecución de la empalizada de los muros pantalla son medidas suficientes para estabilizar las cuñas, bloques y roturas planas que se puedan generar.

Boquilla de salida: Tanto el talud frontal como el izquierdo son estables. Únicamente si se verticaliza el talud izquierdo, por encima de los  $72^\circ$ , se podría producir presencia de cuñas. En cambio, el talud derecho presenta una inestabilidad por rotura plana a través de la estratificación. En fase definitiva, los taludes frontal e izquierdo quedarían con la geometría 1H:3V y el derecho con una geometría 3H:2V ya que con estas geometrías son estables y no hace falta recurrir a ninguna medida correctora.

#### Túnel de Ermua

Boquilla de entrada: Con las geometrías definidas: Frontal 4H:5V, Izquierdo 1H:3V y Derecho 1H:1V, en principio, no habrá necesidad de recurrir a medidas estabilizadoras para los taludes de esta boquilla de entrada. Únicamente habría que tender a 3H:2V la parte más superficial de los taludes, en la zona de suelos y roca meteorizada. Tanto en el talud frontal como en el talud derecho llevarán una batería de medidas correctoras adicionales, si en fase provisional de obra, se opta por un talud 1H:3V, como en el talud izquierdo.

Boquilla de salida: Con la geometría 1H:3V, en principio, no habrá necesidad de recurrir a medidas estabilizadoras para los taludes frontal y derecho de la boquilla de salida. Si esta opción de 1H:3V se plantease también para el talud izquierdo, este debería llevar una serie de medidas correctoras para conseguir su estabilidad ya que aparecen dos cuñas potencialmente inestables. En fase definitiva, los taludes quedarían con la geometría 3H:2V en la zona de suelos y roca muy meteorizada y 1H:3V en la roca sana, ya que con estas geometrías son estables y no haría falta recurrir a ninguna medida correctora en el talud frontal y derecho, y quizás, una malla de triple torsión en el talud izquierdo.

#### Desmante PP.KK. 2+180 - 3+400

Esta trinchera se ha subdividido en seis tramos dado que su alineación no es recta; además, la estructura del macizo rocoso no es la misma a lo largo de esta trinchera:

Tramo 1: PP.KK. 2+180 - 2+210

Tramo 2: PP.KK. 2+210 - 2+260

Tramo 3: PP.KK. 2+260 - 2+320

Tramo 4: PP.KK. 2+320 - 2+735

Tramo 5: PP.KK. 2+735 - 3+185

Tramo 6: PP.KK. 3+185 - 3+400

Únicamente hay problemas de estabilidad en el talud derecho de los tramos 1, 2 y 3 por rotura plana a través de la estratificación (buza 30°); por esta razón se ha recomendado un talud de 30°, colocándose una malla de triple torsión. Para los tramos 4 5 y 6 del talud derecho se ha recomendado un geometría de 45°, y en el tramo 4 se deberá proteger este tramo del talud derecho aplicando gunita armada con malla de triple torsión.

En el talud izquierdo de los tramos 1, 2 y 3 se estimado que para 70° el talud es estable. En los tramos 4, 5 y 6 se ha considerado que también son estables para 50°. En el tramo 5 del talud izquierdo se colocará una malla de triple torsión.

Por último, es importante resaltar que en todo el desmonte habrá que realizar una labor de retaluzado, a un talud 3H:2V, en la zona de suelos y roca más meteorizada, en beneficio de estabilizar las parte altas de los desmontes, de peor calidad geotécnica.

#### Desmonte Lado izquierdo PP.KK. 3+620 - 4+100

Con la geometría definida (55°), en principio, no habrá necesidad de recurrir a medidas. Únicamente habría que tender a 3H:2V la parte más superficial del talud, en la zona de suelos y roca meteorizada.

#### Desmonte PP.KK. 4+100 - 4+180

Con las geometrías definidas (talud izquierdo 1H:3V y talud derecho 1H:1V), en principio, no habrá necesidad de recurrir a medidas estabilizadoras para los taludes de esta trinchera. Únicamente habría que tender a 3H:2V la parte más superficial de los taludes, en la zona de suelos y roca meteorizada.

### **4.2.3 Rellenos**

El trazado estudiado presenta poca longitud en relleno, siendo estos de alturas moderadas, todos ellos proyectados con taludes de pendiente 3H:2V.

Los tramos en relleno son los siguientes:

- Relleno a media ladera de altura menor de 2 m, en algunos subtramos con muro (LI, PPKK. 3+110 al 3+210).
- Relleno para salvar el cauce del arroyo Beko (PP.KK. 3+410 al 3+540), de altura máxima 7,6 m en el PK. 3+440.
- Relleno a media ladera (LI, PPKK. 3+370 al 3+900), de altura máxima 6,5 m en el PK. 3+740.

- Relleno que salva el arroyo Beko, en el ramal provisional F2 (PP.KK. 2+300 al 2+485), de altura muy reducida.

En el proceso de construcción de estos rellenos, el material excavado en las boquillas de los tres túneles y de la galería de evacuación y en los desmontes situados cercanos a los rellenos es, en general, susceptible de aprovechamiento su ejecución de rellenos, a excepción de la roca muy meteorizada y los suelos eluviales más superficiales.

Pero como la obra será excedentaria de material, para este relleno se propone utilizar el "escombros" procedente de la excavación de los túneles. Dependiendo del sistema de excavación utilizado, así sería la granulometría; si el método es la voladura la granulometría sería media y gruesa, con material apto para pedraplenes. Si se utiliza un método de arranque como la rozadora el material sería de granulometría fina y media. Este material sería de naturaleza margosa y, en menor medida, areniscosa y caliza; consistente principalmente en una roca sana con grado I de meteorización.

De cualquier forma, sería adecuada la realización de ensayos tipo desgaste de Los Ángeles o de desmoronamiento de rocas blandas (margas), para poder establecer su utilidad como material de relleno en la propia obra.

Si a este material fuera adecuado y se le diera utilidad fuera de la obra, en los rellenos donde se emplee, se deberá utilizar preferentemente los materiales más rocosos o menos meteorizado.

De igual manera, si este material se va a utilizar para rellenos encima de falsos túneles, para llevar a cabo esta labor es aconsejable emplear el propio terreno excavado o el proveniente de la excavación de los túneles, con un cierto esponjamiento en algunos casos, ya que la compactación requerida no tiene por que ser enérgica, bastando alcanzar el 90% del Proctor Normal, salvo hasta los 2 metros situados por encima de la clave a fin de que la carga de tierras sobre el falso túnel quede mejor repartida.

Cuando el relleno apoye en materiales cuaternarios sin consolidar, como son rellenos antrópicos, aluviales, eluviales y coluviales o suelo muy blando, debe procederse a su saneo.

#### **4.2.4 Cimentación de estructuras**

Dado el perfil del terreno en la zona, con un sustrato competente a cierta profundidad, tapizado por niveles arcillosos de baja resistencia, y también debido a la tipología de las estructuras proyectadas, en la mayoría de los apoyos se han empleado cimentaciones profundas.

#### **Soterramiento de Zaldibar**

Se trata de un soterramiento de la vía del tren, en el entorno de la actual estación de ETS en Zaldibar, cuya ejecución se ha previsto mediante muros de pilotes.

### Soterramiento de la Estación de Zaldibar

Se trata de un soterramiento donde se va a construir la nueva Estación de Zaldibar, al sur del actual campo de fútbol. Este soterramiento se ha previsto que se ejecute mediante muros pantalla.

### Viaducto de la Estación de Ermua.

Se trata de un viaducto para salvar la N-634 en Ermua y el río Mallabia o Urtía. Con los datos disponibles se deduce que su cimentación podrá ser directa, apoyándose en el sustrato rocoso cretácico subyacente.

Los parámetros geológico-geotécnicos de los materiales afectados, así como la justificación de los taludes de excavación y el aprovechamiento de los materiales se describen de forma detallada en el Anejo 3. Geología y Geotecnia.

## **4.3 HIDROLOGÍA Y DRENAJE**

El sistema hidrológico general del tramo afectado por el Proyecto está fuertemente marcado por la orografía abrupta del entorno, con vaguadas bien marcadas que conforman unos arroyos de caudal más o menos constante.

El tramo en estudio atraviesa la divisoria entre las cuencas Cantábricas Occidentales y las Orientales (localizado en esta zona en el alto de Goierri) pasando bajo el mismo mediante el túnel de Zaldibar.

Hacia el oeste, la traza discurre por el núcleo urbano de Zaldibar, donde debe cruzar dos arroyos de entidad (el Okaran Iturri y el Agirre Sakona). Ambos están encauzados actualmente bajo la urbanización de la población, por lo que la afección a los mismos con la traza en estudio consiste en modificar la geometría de los encauzamientos actuales. En el arroyo Okaran Iturri, se debe ampliar la obra de drenaje existente bajo el trazado actual de la línea férrea Bilbao-Donostia, en unos 10 m entre ambos extremos.

En caso del arroyo Agirre Sakona, cuyo trazado exacto se desconoce de forma analítica, por no existir planos de su ejecución, se han levantado tapas de registro actuales y, con la ayuda de personal de mantenimiento del Ayuntamiento, se han elaborado los esquemas de trazado y reposición del encauzamiento actual en el tramo afectado. El trazado actual del soterramiento del arroyo incide directamente en la futura estación de Zaldibar, lo que ha obligado a plantear su desvío en planta y la disposición de un pozo de resalto que permita bajar la cota de incidencia en la estación. A partir de la estación, se debe reponer un tramo de 192 m de colector con pendiente del 1% hasta alcanzar el pozo de registro actual localizado en la Calle 18 de julio, donde el encauzamiento de este arroyo se une con el antiguo del arroyo Solozabal. Como se ha reducido la pendiente, se ha aumentado la altura libre del mismo a 1,5 m, comprobando que hidráulicamente tiene capacidad suficiente.

Una vez atravesada la divisoria entre las cuencas Cantábricas Occidentales y las Orientales, el trazado sale del túnel de Zaldibar en la vaguada del arroyo Beko, a media ladera entre la autopista de peaje AP-8 y el cauce del citado arroyo. Es por ello, que se deben disponer 3 obras de **drenaje transversal** en el nuevo trazado ferroviario a continuación de las existentes bajo la autopista, obras de drenaje que verterán directamente al arroyo Beko.

Por otra parte, a la boquilla de salida del túnel de Zaldibar se debe disponer un camino de acceso durante las obras que, finalmente, servirá como camino de evacuación del túnel en caso de emergencia. Este camino cruza sobre el arroyo Beko en la parte alta de la vaguada, para lo cual se diseña una obra de drenaje transversal (dimensionada para un período de retorno de 100 años como el resto del drenaje transversal) compuesta por una batería de 2 tubos de 1,80 m de diámetro.

La propia traza del ferrocarril proyectado atraviesa el cauce del arroyo Beko antes de introducirse en el túnel de Ermua, para lo cual se dispone una obra de drenaje transversal con sección cajón de 5 x 5 m<sup>2</sup> libres interiores, dado que recoge la totalidad de las cuencas afectadas por el trazado en el arroyo Beko, siendo el caudal para 100 años de periodo de retorno de 34,85 m<sup>3</sup>/s.

Finalmente, en la ladera del monte de Uretamendi, y antes de la boquilla de entrada al túnel de Ermua, se deben disponer otras dos obras de drenaje transversal. La primera surge como ampliación de otra ya existente en la traza actual de ETS, de la que sólo se deben retocar las boquillas, mientras que la segunda se dispone para evitar que la escorrentía de la vaguada donde se dispone la boquilla de entrada al túnel de Ermua, acceda al interior del mismo.

Dado que los terraplenes de la nueva traza, cuando ésta discurre a media ladera entre la autopista AP-8 y el arroyo Beko, afectan al cauce actual en algún punto, se han proyectado 3 tramos de rectificación del trazado del citado arroyo en planta, con longitudes de 127, 180 y 174 m, en los que el cauce se restituye con pendientes variables de 1,26 hasta 3,24 % y sección trapezoidal con taludes 1:1 laterales y revestimiento de escollera suelta que posibilite el estaquillado y la naturalización de la actuación.

La sección se ha dimensionado con el caudal de la avenida ordinaria, estimada ésta para un período de retorno de 10 años, de forma similar a un cauce de aguas bajas y a la sección existente actualmente, debiendo aumentar el ancho inferior en función del caudal recogido en cada tramo entre los 0,8 m en la parte alta del arroyo y los 2 m de anchura inferior en el tramo localizado más aguas abajo.

El trazado en planta de estas rectificaciones del arroyo se ha diseñado de forma sinuosa con el fin de favorecer la naturalización del entorno.

En los **túneles** proyectados se plantea la impermeabilización de la sección mediante la colocación de una lámina de Polietileno de Alta Densidad (PAD) de 2 milímetros de espesor, con geotextil entre ésta y el sostenimiento como elemento antipunzonante y drenante.

El sistema de impermeabilización expuesto se conectará con el drenaje longitudinal del túnel, formado por un colector de 200 mm de diámetro hormigonando su sección para configurar el pasillo central, en el centro de la sección y sobre la contrabóveda, en el que sólo se interpondrán arquetas de registro cada 25 m, coincidiendo con las acometidas de los colectores en espina de pez

En el túnel de Ermua, al tener pendiente constante hacia la boquilla de salida en Ermua, el vertido se produce directamente por gravedad al drenaje de la urbanización bajo el viaducto proyectado a continuación del túnel.

En el túnel de Zaldibar se produce un punto bajo en la propia estación, por lo que se disponen dos pozos de recogida de filtraciones, uno en cada extremo de la estación, conectando ambos mediante un colector  $\varnothing$  200 mm bajo el andén central con pendiente de 0,5 %, suficiente para el caudal a desaguar. En el pozo de bombeo situado en las proximidades de la calle Autonomía, se dispone el bombeo de las filtraciones, bombeo que se conectará con el drenaje previsto (aun no ejecutado) en la urbanización del sector SR-1 en construcción.

En cuanto al **drenaje longitudinal**, se proyecta la implantación de una red de drenaje sencilla, formada por cunetas guarda-balasto, típicas de plataformas ferroviarias en los márgenes de la nueva plataforma ferroviaria y cunetas triangulares revestidas de hormigón, de 1 m de ancho total y taludes simétricos de 2(H):1(V) en las reposiciones de los caminos afectados y los de nueva implantación.

Estos elementos primarios desaguarán en obras transversales de drenaje longitudinal (en adelante OTDL) formadas por caños de hormigón del diámetro apropiado a las necesidades hidráulicas, dispuestas en los puntos bajos de los elementos antes descritos o cuando se agote la capacidad hidráulica de aquéllos.

Así mismo, se repondrán los elementos de drenaje existentes afectados por las obras, en aquellas zonas en las que la plataforma del camino o del ferrocarril proyectado incida en ellas, de forma que el sistema de drenaje actual se mantenga.

Los elementos de drenaje anteriores se complementan con las cunetas triangulares revestidas de hormigón, dispuestas en coronación de desmontes y/o pies de talud, necesarias para evitar que la escorrentía de lluvia en las laderas anexas afecte a la estabilidad de los taludes. El desagüe de estas cunetas de protección se realizará preferentemente de forma directa al terreno circundante, directamente a la entrada de las obras de drenaje transversal o, si no es posible ninguna de las dos anteriores, a las cunetas del drenaje longitudinal mediante bajantes escalonadas.

Para el **dimensionamiento** de todas estas actuaciones hidráulicas se han analizado las cuencas vertientes a la traza en estudio, concretándose en el estudio de 12 cuencas, cuyas características físicas se concretan en el siguiente cuadro:

CUENCA	Area Cuenca		L. cauce	Cotas		Pend. media	T <sub>c</sub>
	(m <sup>2</sup> )	(Km <sup>2</sup> )	L (Km)	Máx.	Mín.	J(%)	(horas)
1	436.658	0,4367	1,032	390,68	202,37	18,26	<b>0,424</b>
2	84.212	0,0842	0,626	308,00	202,37	16,88	<b>0,295</b>
3	1.019.521	1,0195	1,796	482,46	204,47	15,48	<b>0,667</b>
4	967.706	0,9677	1,221	346,70	218,00	10,54	<b>0,535</b>
5	230.631	0,2306	0,848	391,55	225,00	19,65	<b>0,360</b>
6	291.431	0,2914	1,030	471,24	220,00	24,39	<b>0,401</b>
7	186.915	0,1869	0,876	448,00	200,00	28,30	<b>0,345</b>
8	1.106.417	1,1064	0,571	403,42	205,00	34,75	<b>0,240</b>
9	482.862	0,4829	0,737	403,42	190,00	28,97	<b>0,301</b>
10	104.638	0,1046	0,507	403,42	193,00	41,50	<b>0,212</b>
11	135.537	0,1355	0,571	403,42	200,00	35,63	<b>0,238</b>
12	9.240	0,0092	0,228	290,00	185,00	45,96	<b>0,113</b>

Para el cálculo de los caudales de escorrentía máxima generados en estas cuencas se ha procedido mediante 2 métodos distintos: Método Racional Modificado de la Instrucción 5.2-IC del MFOM y el gráfico de caudales específicos mínimos del Plan Hidrológico del Norte III.

Para el desarrollo del Método Racional Modificado se han analizado las precipitaciones máximas diarias mediante 3 procedimientos distintos: ajuste estadístico de las precipitaciones máximas obtenidas del INM, aplicación del Mapa de Precipitaciones Máximas del MFOM y los gráficos de las Normas BAT de la Diputación Foral de Bizkaia con las intensidades de cálculo para distintos períodos de retorno en función del tiempo de concentración de la cuenca.

En todos los procesos, se han escogido los mayores valores obtenidos por cualquiera de los procedimientos. Con todo ello, se ha llegado a la obtención de los siguientes caudales en las cuencas estudiadas:

CUENCA	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (m <sup>3</sup> /s)
	T (10 años)	T (25 años)	T (50 años)	T (100 años)	T (500 años)
1	1,747	2,559	3,235	4,089	6,665
2	0,392	0,594	0,767	0,962	1,531
3	4,078	5,811	7,137	8,564	12,495
4	3,871	5,580	7,081	8,848	14,113
5	0,975	1,462	1,848	2,336	3,807
6	1,170	1,755	2,218	2,804	4,571
7	0,807	1,210	1,530	1,933	3,152
8	5,675	8,510	10,759	13,598	22,167
9	2,224	3,335	4,217	5,329	8,688
10	0,569	0,853	1,078	1,363	2,221
11	0,697	1,045	1,321	1,669	2,721
12	0,067	0,100	0,126	0,160	0,260

Con los caudales reflejados en el cuadro anterior, se ha procedido a la comprobación hidráulica de los elementos citados inicialmente, aplicando los periodos de retorno de 100 años para el drenaje transversal y de 10 años para el diseño de las rectificaciones del cauce del arroyo Beko asimilando éste al caudal de avenida ordinaria.

Se incluye a continuación, por su relevancia, un cuadro resumen con las obras de drenaje transversal proyectadas:

### CUADRO RESUMEN DEL DRENAJE TRANSVERSAL

OBRA	CUENCAS VERTIENTES	T adoptada (años)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	Dimensión	Cota superior	Cota inferior	Longitud (m)	Observaciones
Galería existente PK 0+100	1	100	4,089	Cajón de 1,0x2,0 m en hormigón	195,2	194,3	19,27	Se prolonga con la misma sección en ambos extremos (Inc.Long. 10 m)
Colector existente PK 0+178	2	100	0,962	Tubo de hormigón de 1.000 mm de diámetro				Se prolonga con la misma sección hacia el Norte (Inc.Long. 11 m)
Galería existente PK 0+522	3	100	8,564	Cajón existente de 2,0x1,25 m en hormigón	198,4	190,9	257,00	Se modifica el trazado y se cambia el gálibo vertical a 1,5 m. Implica pozo de resalto a la entrada y 4 pozos de registro suplementarios en cambios de dirección y encuentros.
ODT Arroyo Beko-1 PK 1+420 del camino de evacuación	4	100	8,848	2 tubos de 1,8 m de diámetro	214,5	214,0	47,80	Boquillas con aletas a 30°
Cunetón PK 2+360 a PK 2+685	5	100	2,336	Cunetón de 0,8 y taludes 1:1 en hormigón			325,00	Pte de 1,5%, como las vías proyectadas. Trasvasa el caudal de la cuenca 5 a la ODT del PK 2+685
ODT PK 2+685	5+6	100	5,140	1 tubo de 1,8 m de diámetro	207,0	206,0	45,33	Entrada en pozo. Salida con Aletas a 30°
ODT PK 3+060	7	100	1,933	1 tubo de 1,2 m de diámetro	201,0	199,0	13,00	Entrada en pozo. Salida con aletas a 30°
ODT PK 3+240	8	100	13,598	Marco de 3 x 3 m en hormigón	201,3	195,0	15,68	Entrada en pozo. Salida en muro

OBRA	CUENCAS VERTIENTES	T adoptada (años)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	Dimensión	Cota superior	Cota inferior	Longitud (m)	Observaciones
ODT Arroyo Beko-2 PK 3+460 Tronco Vías principales	4+5+6+7+8+9	100	34,849	Marco de 5 x 5 m en hormigón	189,7	188,5	57,00	Boquillas con aletas a 30°
ODE PK 4+050	10	100	1,363	Alcantarilla existente de 2,3 m de ancho	184,1	180,9	12,00	Se deberán retocar las boquillas solamente
ODT PK 4+170	11	100	1,669	1 tubo de 1,2 m de diámetro	185,0	184,8	25,00	Entrada en pozo. Salida con Aletas a 30°. Justo frente boquilla túnel.

	Obras de drenaje en el Arroyo Beko
	Obras de drenaje a continuación de similares bajo la AP-8
	Obras de drenaje en vaguadas laterales sin cauce permanente
	Actuaciones en arroyos soterrados de Zaldibar

### CUADRO RESUMEN DE ENCAUZAMIENTOS EN EL ARROYO BEKO

TRAMO	CUENCAS VERTIENTES	T adoptada (años)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	Dimensión	Cota superior	Cota inferior	Longitud (m)	Observaciones
Encauzamiento nº 1	4	10	3,871	Trapezoidal de 0,8 m en la base y taludes 1:1 en escollera	216,1	214,5	127,00	Pendiente de 1,31%
Encauzamiento nº 2	4+5+6+7	10	6,823	Trapezoidal de 1,5 m en la base y taludes 1:1 en escollera	199,8	196,9	180,00	Pendiente de 1,90%
Encauzamiento nº 3	4+5+6+7+8+9	10	14,722	Trapezoidal de 2 m en la base y taludes 1:1 en escollera	195,3	189,7	174,00	Pendiente de 2,15%

#### 4.4 TRAZADO

El tramo de la línea Bilbao-Donostia objeto del estudio, comienza en el núcleo urbano de Zaldibar, entre el paso a nivel de San Miguel y el apeadero, y concluye en Ermua después de la curva de radio 80 metros en la que se ubica la estación.

La variante de trazado proyectada une dichas poblaciones con una longitud total de 5.528 m.

En el inicio del tramo en Zaldibar se dispone un aparato de vía para conectar la vía existente a la proyectada. Dicho aparato marcará el inicio del proyecto. La conexión inicialmente unirá la vía actual con el desvío provisional que mantendrá el tráfico ferroviario durante la ejecución y puesta en servicio de la línea desdoblada. Este aparato se reutilizará posteriormente para conectar la vía única existente con el hilo de la futura línea que quede en paralelo.

En los primeros 400 metros el trazado atraviesa una zona urbana residencial consolidada de Zaldibar, en la que se localiza el apeadero actual dentro de una trinchera flanqueada por edificios de viviendas y la carretera N-634, en la que el espacio disponible es reducido. En esta franja se han de proyectar el desvío provisional y la vía doble, lo cual rigidiza el trazado en planta obligándolo a ajustarse al existente.

El trazado comienza en una alineación recta en la que se ubica un desvío, e inmediatamente describe una curva de radio 152 metros. Continúa con una alineación recta de 105 metros que se prolonga hasta el PK 0+338, para a continuación emboquillar el túnel bajo la N-634, en el PK 0+350, que cruza bajo dicha carretera sin afectar al tráfico ni a los edificios de viviendas circundantes.

Dentro del túnel, de 150 m de longitud, se inicia la separación de las dos vías para llegar a la futura estación de Zaldibar con la distancia necesaria para disponer un andén central. La entrevía dentro del túnel es suficientemente pequeña como para no necesitar la construcción de una sección de ancho especial.

En cuanto al alzado, desde el inicio del proyecto hasta la estación de Zaldibar, el trazado comienza con la pendiente de subida de 12 ‰ de la vía actual hasta el cruce con el arroyo. El cruce con el arroyo materializa un ponto alto (PK-0+090,5), donde la rasante toma pendiente de bajada del 12,8‰ para llegar a la nueva estación soterrada de Zaldibar con la cota que condiciona la urbanización del sector SR-1 de Zaldibar, la cual se hallará construida cuando se vaya a ejecutar la variante de trazado del ferrocarril.

A partir del PK 0+210 se soterra el trazado, los primeros 140 metros mediante falso túnel, y los 150 metros siguientes mediante la excavación en túnel bajo la N-634. Se elimina así la barrera física que supone la vía férrea en el entorno del apeadero actual.

La nueva estación de Zaldibar se proyecta en falso túnel debajo de la urbanización del S.R.-1 de Zaldibar, en el entorno de la ikastola, a continuación del túnel de bajo la N-634. La variante ferroviaria se ejecutará más tarde que el sector residencial, por lo que se excavará a cielo abierto entre pantallas sin afectar a los edificios que se construyan.

La franja reservada para la infraestructura en el planeamiento es bastante estrecha, por lo que se proyecta una estación con un andén central de 80 metros. El trazado de la estación se define con dos vías separadas a lo largo de 440 metros. En el andén, la vía derecha presenta una alineación recta y la vía izquierda un tramo recto de 11,8 m y el resto un radio de 578 metros. La rasante en la estación es horizontal y se sitúa a la cota 195,35 m.

A continuación de la nueva estación de Zaldibar se proyecta un túnel excavado en mina de 1520 m de longitud con el que se llega al valle del arroyo Beko. El trazado del túnel se conforma con una alineación de radio 2500 m seguida de una recta de 418 metros y una rasante de pendiente constante de subida al 13‰.

Después de la alineación recta del túnel de Zaldibar, el trazado sale del mismo en el entorno de los túneles de Zaldibar de la autopista A-8 con una curva a izquierdas de radio 300 m, con la que se coloca paralelo a la autopista.

Continua en paralelo durante 840 metros hasta los invernaderos de Tellería, donde cruza sobre el arroyo Beko (PK-3+470) y alcanza la ladera del monte Ureta mediante

dos curvas de radio 400 m y distinto signo, separadas por una alineación recta de 20 metros.

A continuación, con una curva a izquierdas de radio 250 metros, el trazado se ajusta al contorno de la montaña y se coloca junto a la vía actual. Continúan paralelas esta vez en un tramo recto de 280 metros hasta Eitzaga, donde el trazado proyectado cruza al existente a nivel y se introduce en túnel en el PK 4+180.

Todo este tramo, desde el PK 2+180 hasta el PK 4+180, el trazado discurre a cielo abierto con radios de entre 250 y 1000 m. En la salida del túnel de Zaldibar se produce un punto alto, PK-2+251 y cota 215,65 m, a partir del cual la rasante toma pendiente constante de bajada al 15‰ llegando a la boca del túnel de Ermua con cota de 187 m. La rasante se mantiene hasta la salida del túnel de Ermua.

En Eitzaga el trazado entra en túnel y no sale hasta el PK-5+176 ya en Ermua, justo antes de la carretera N-634 (C/Bizkaia). Dentro del túnel las vías se separan a partir del PK-5+030 para alojar el andén central de la nueva estación de Ermua.

Debido a la diferencia de cotas entre la vía actual en Eitzaga y Ermua, y el criterio de diseño de no sobrepasar la pendiente de las 15‰ para permitir el tráfico de mercancías, es necesario ganar desarrollo dentro del túnel. Con este objeto se introducen dos curvas en "S" de radio 400 m, seguidas de una recta y una última curva de radio de 170 m con la que sale a superficie.

Del túnel de Ermua se sale con una curva de radio 500 m en el caso de la vía izquierda y de 1000 m en el de la vía derecha, a lo largo de las cuales se emplaza la nueva estación de Ermua, dentro de un radio de 500 m. Después de ambas curvas, aproximadamente a la altura del paso inferior peatonal actual, comienzan a juntarse las vías. Con radios de entre 60 m y 76 m se consigue empatar con la vía actual, concluyendo el trazado en la estructura del paso inferior de la C/Izelaieta bajo la línea Bilbao-Donostia.

La vía exterior se pega al cierre actual del tren para ampliar el radio lo más posible.

El diseño del tramo final garantiza que en el futuro, prolongando las vías se puedan conectar a un posible desdoblamiento de la línea entre Ermua y Eibar sin modificar la estructura del paso inferior de Izelaieta, de reciente construcción. En el proyecto se plantea un aparato que conecta ambas vías con la actual al final del trazado.

El último radio de 170 metros se introduce de ese valor para permitir el desarrollo dentro del túnel, al tiempo que se orienta el trazado en la salida para que quede el radio 500 necesario en la nueva estación paralelo al edificio de viviendas existente junto a la estación actual, y fundamentalmente compatibilizando el trazado con la alineación prevista en la futura Variante ferroviaria de Eibar.

Como se ha comentado anteriormente, el trazado se ha dividido en tres tramos.

Para conectar la Fase 1 (Tramo: Eitzaga-Ermua) a la vía única actual en Eitzaga, es necesario proyectar un Ramal provisional. Se proyecta un ramal definido por dos curvas de 900 m de radio y signo contrario, que con una pendiente constante de 22‰ desde la salida del túnel de Ermua, alcanza la vía actual en 153 metros.

Para conectar la Fase 2 (Tramo Zaldibar-Lerzardi) con la vía actual en Lerzardi, se proyecta un ramal que desde el PK 2+180 prolonga la vía izquierda del tronco para conectar con la vía única actual que discurre por la ladera opuesta del valle.

## 4.5 ESTRUCTURAS

El presente Estudio Informativo se caracteriza, además de por los tres túneles excavados en mina, por las estructuras generadas en Zaldibar al proyectar un nuevo trazado de las vías que se plantea en gran medida soterrado o cubierto y que discurre, en algunos tramos, por una zona urbanizada y con estructuras y edificaciones ya existentes y por la generada en la estación de Ermua, con un viaducto sobre la cantera.

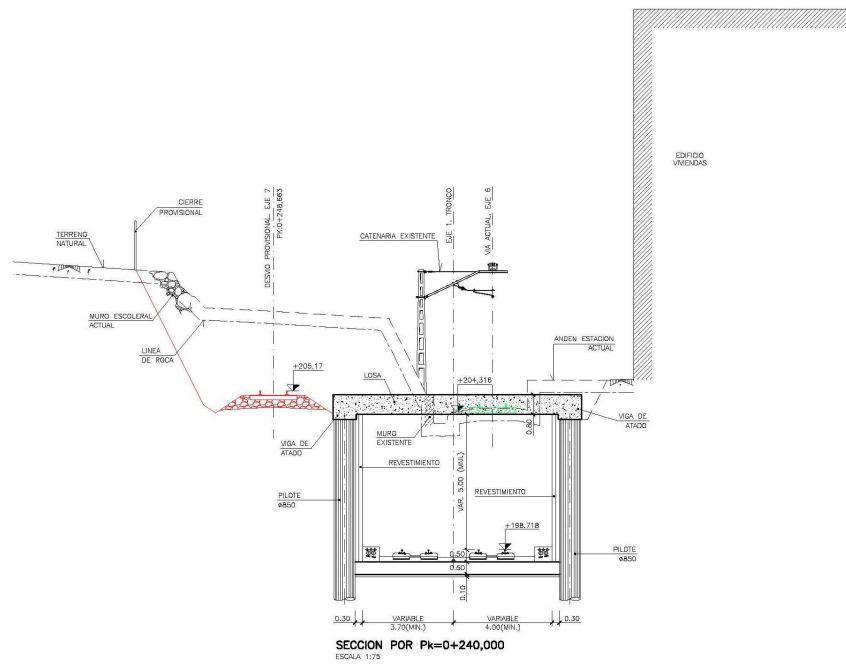
La complejidad que esto supone da lugar a una serie de estructuras de diferente tipología, pero bien conocidas, resultando conjuntos estructurales sencillos pero con cierta complejidad en el planteamiento de su ejecución.

Asimismo se producen interferencias de las estructuras del soterramiento ferroviario con infraestructuras viarias como la carretera N-634 o el desvío ferroviario que resulta necesario al inicio del proyecto para poder construir las estructuras del soterramiento, ya que la variante de trazado planteada coincide en algún tramo con el trazado ferroviario existente.

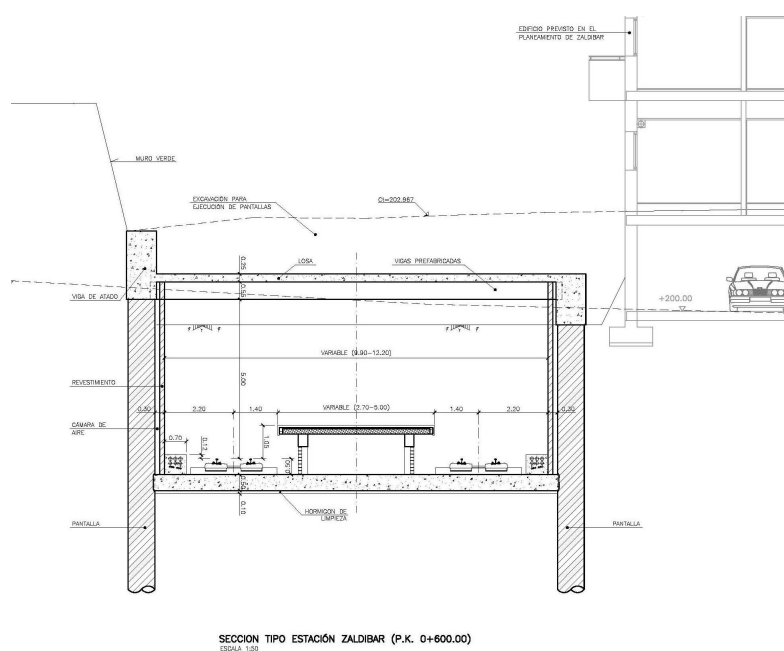
Las obras más importantes del tramo, además de los túneles a excavar en mina, son las estructuras y/o conjuntos estructurales que se resumen a continuación, agrupados en función de su naturaleza o tipología. Se incluye una breve descripción de los rasgos fundamentales de cada una de ellas.

### **Coberturas para soterramiento de las vías ferroviarias**

PK inicial y final	Estructura	Características	Longitud (m)
0+130 a 0+210	Estructura en U a cielo abierto	Estructura en U mediante pantalla de pilotes secantes de Ø850mm y/o muro de hormigón armado	45
0+210 a 0+350	Cobertura de vía en el ámbito de la actual estación de Ermua	Pórticos de hormigón armado con cimentación de pilotes secantes de Ø850mm y losa de H.A de 8 m de luz.	140



PK inicial y final	Estructura	Características	Longitud (m)
0+500 a 0+660	Cobertura de vía en el ámbito de la nueva estación de Zaldibar	<p>Pórticos de hormigón armado con cimentación de pantallas de 0,80 m y cubierta de H.A de 0,80 m (0,55 m+losa de 0,25 m)</p> <p>Luz: Vble, desde 12,20 en andén central a 9,30 m en cruce con calle Autonomía</p>	160

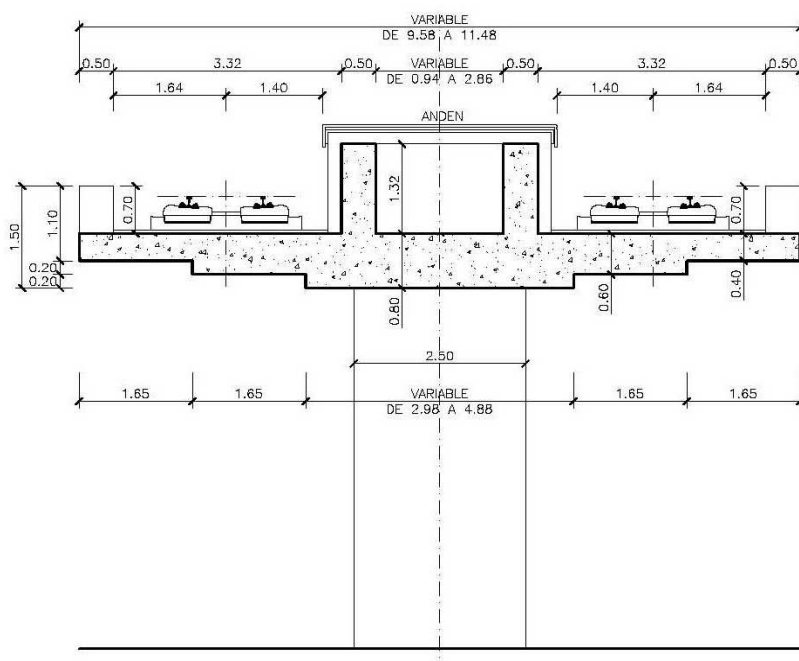


## Falsos túneles

PK inicial y final	Estructura	Características	Longitud (m)
4+170 a 4+180	Boquilla sur del túnel de Ermua	Bóveda de hormigón armado y contrabóveda	10
5+182 a 5+194	Boquilla sur del túnel de Ermua	Bóveda de hormigón armado y contrabóveda	12
-	Boquilla de la galería de evacuación-ventilación	Bóveda de hormigón armado y contrabóveda	30

## Viaducto de la Estación de Ermua

PK inicial y final	Estructura	Características	Longitud (m)
5+199 a 5+237		Losa postensada integral	38



Asimismo se define un pozo de ventilación en la estación de Zaldibar y una serie de obras de drenaje transversal que se describen en el Anejo 6 Hidrología y drenaje.

## 4.6 OBRAS SUBTERRÁNEAS

### 4.6.1 Introducción

La variante de trazado objeto del presente proyecto tiene una longitud total de 5.528 m, de los cuales 2.994 m –la mitad aproximadamente– discurren soterrados. El tramo dispone de tres túneles excavados en mina que suman 2.682 m.

En la tabla que se incluye a continuación se resumen las principales características de los túneles y galería proyectadas:

#### Características de los túneles en mina

Túnel	P.K. Inicial	P.K. Final	Longitud (m)	Sección libre (m <sup>2</sup> )
BAJO N-634	0+350	0+500	150	40 m <sup>2</sup>
ZALDIBAR	0+660	2+180	1.520	40 m <sup>2</sup>
Galería Evacuación del Túnel de Zaldibar	1+360	-	240	40 m <sup>2</sup>
ERMUA (*)	4+180	5+182	1.002	40 m <sup>2</sup>

(\*) El túnel de Ermua incluye una vía mango en el interior del túnel, cuya transición se produce entorno al PK 5+150

#### Características de los túneles (incluidos los emboquilles y falsos túneles)

Túnel	P.K. Inicial	P.K. Final	Longitud (m)
BAJO N-634	0+350	0+500	150
ZALDIBAR	0+660	2+180	1520
Galería Evacuación del Túnel de Zaldibar	1+360	-	270
ERMUA	4+170	5+194	1.024

#### 4.6.2 Condicionantes existentes

El **túnel bajo la N-634** discurre bajo la citada carretera y bajo unas viviendas del casco urbano de Zaldibar, en unas condiciones de escasa tapada de roca y cobertera entre la clave del túnel y la superficie del terreno natural, cercana a un diámetro o diámetro y medio del túnel.

En estas condiciones, independientemente de la calidad de la roca que se va a atravesar a lo largo de los 150 metros de longitud de este túnel, los sostenimientos que se ejecutarán serán los más pesados que contemplen el sistema de secciones diseñadas para este túnel. Este túnel se realizará a base de cerchas, bulones y hormigón proyectado. Localmente, si las condiciones lo requiriesen por una calidad muy baja de la roca, este sostenimiento se puede incrementar mediante la colocación de paraguas de micropilotes o de bulones, o mediante empquetados con chapa de enfilaje.

Los emboquilles del Túnel Bajo N-634 se realizarán desde dos zonas soterradas, desde el soterramiento de Zaldibar en un recinto cerrado mediante muros de pilotes, y desde el soterramiento de la estación de Zaldibar, en un recinto también cerrado mediante

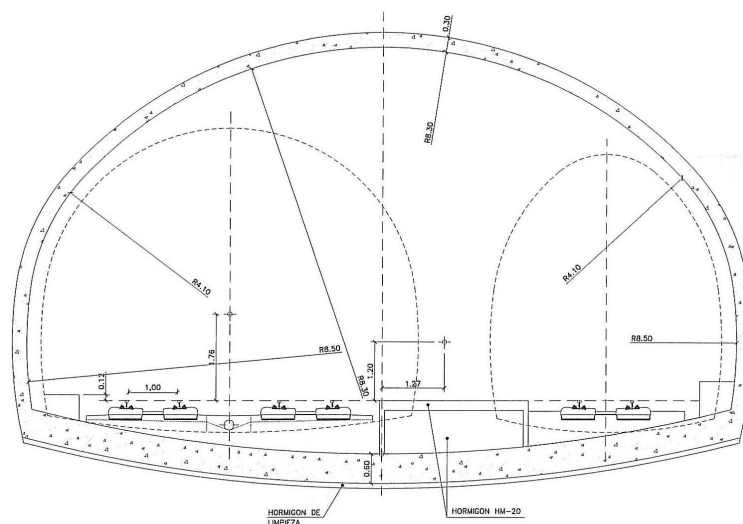
muros de pantallas. El túnel se perforará desde la boquilla de entrada, según pp.kk. crecientes.

El resto de túneles y la galería de evacuación no presentan ninguna singularidad que condicione su excavación y sostenimiento, de la manera que ocurre con el citado túnel Bajo N-634.

De los tres túneles que se excavarán en la nueva variante ferroviaria, únicamente el **túnel de Zaldibar**, de 1.520 m de longitud, contempla la excavación de una galería de evacuación, la cual entroncará con el citado túnel en el p. K. 1+360, y la boquilla de salida se ubicará en el entorno del caserío Solozabal, cerca de la boquilla de entrada del actual túnel de Santa Lucía, de la línea Bilbao-Donostia gestionada por ETS.

El emboquille de entrada del Túnel de Zaldibar se hará desde un recinto soterrado excavado con pantallas (soterramiento de la estación de Zaldibar) mientras que el emboquille de salida se realizará de forma convencional con taludes excavados en una ladera. La perforación del túnel se llevará a cabo desde la boquilla de salida, en Lezardi, y desde la propia galería.

El túnel de Ermua, de 1.024 m de longitud y vía doble, se proyecta una vía mango en el interior del mismo entorno al PK 5+100, cerca de la estación de Ermua, pero una vez que el túnel se ha introducido suficientemente en el macizo rocoso, sin comprometer aún más la sección en transición producida por la vía mango.



Los dos emboquilles del Túnel de Ermua se excavarán contra el terreno natural, y su perforación se realizará únicamente desde la boquilla de entrada en Eitzaga, al objeto de evitar el trasiego de camiones y maquinaria pesada por el núcleo urbano de Ermua.



de evacuación y del túnel de Zaldibar y al objeto de homogeneizar los carros de encofrado a utilizar en la obra se ha diseñado la misma sección geométrica para el túnel y para las galerías (secciones geométricas del túnel en recta y  $R < 375$  m).

La galería de evacuación podría servir en la fase de construcción como galería de ataque del Túnel de Zaldibar y en fase de explotación se utilizará como galería de evacuación y de ventilación del citado túnel.

#### **4.6.4 Método Constructivo**

La elección del sistema constructivo depende de diversos factores, entre los que destaca los condicionantes geotécnicos del terreno. En este caso, la escasa longitud de los túneles hace poco viable, económicamente hablando, el empleo de tuneladoras.

Tampoco el método de precorte parece adecuado en el tipo de terreno rocoso en el que se encuentra el túnel, y también es un método muy mecanizado, cuya puesta a punto tardaría en darse para la longitud de que se trata, y en el cual hay poco personal experimentado. La inversión inicial también sería importante, ya que requiere fabricar maquinaria *ad hoc*.

Así pues, los métodos que parecen más adecuados son los denominados Nuevo Método Austriaco y el Sistema Bernold.

Los terrenos rocosos que los tres túneles y la galería de evacuación atraviesan podrían excavar con voladuras. Sin embargo, en el presente Estudio Informativo se ha descartado el empleo de explosivos para la excavación de los túneles, y en su lugar se emplearán medios mecánicos: rozadora y eventualmente retroexcavadoras equipadas con martillos hidráulicos, que serán especialmente útiles para excavación de la destroza y solera. En cualquier caso en posteriores fases de Proyecto Constructivo se analizará la conveniencia de la utilización de explosivos para la excavación de los túneles en mina

En cuanto al tipo de rozadora a utilizar, será conveniente el empleo de rozadoras de alta potencia con un peso del orden de las 80 toneladas, siendo las más idóneas las de 100 a 120 toneladas por su mayor rendimiento.

#### **4.6.5 Sostenimientos**

El sostenimiento se coloca inmediatamente después de la excavación. Una vez excavado y sostenido se aplicará un revestimiento final.

Se emplearán sostenimientos basados en el empleo de hormigón proyectado, cerchas, bulones y mallazo. Sus espesores totales variarán en función de la calidad geotécnica del terreno. Para su colocación se emplearán gunitadoras, plataformas elevadoras y jumbos perforadores.

Se han estimado las necesidades de sostenimiento para el túnel y galerías. Las secciones tipo que se han definido para túnel y galerías de evacuación son las mismas

debido a que presentan secciones de excavación muy semejantes Las cuantías de los mismos se resumen en el cuadro del anejo 9. Obras Subterráneas.

#### **4.6.6 Seguridad en túneles. Rutas de evacuación**

En el presente proyecto, donde la superestructura de vía será de vía en placa, al menos en el tramo soterrado, la plataforma de evacuación la conforma la propia vía en placa por lo que no resulta necesario disponer aceras para evacuación, cuestión necesaria en túneles con vía sobre balasto.

Las nuevas estaciones de Zaldibar y de Ermua se consideran como puntos de evacuación, donde se dispone una salida al exterior. La nueva estación de Zaldibar (PK 0+580), soterrada, dispondrá de la correspondiente salida / acceso al exterior, al igual que la nueva Estación de Ermua (PK 5+260).

El tramo comprendido entre el inicio del soterramiento (PK 0+210) y la nueva estación de Zaldibar (PK 0+580) es de apenas 370 m por lo que no necesita de ninguna salida intermedia.

El túnel de Zaldibar, de 1.520 m de longitud, requiere de una ruta de evacuación intermedia, que se ha resuelto mediante una galería de evacuación y ventilación en el PK 1+340 que sale al exterior, cerca de la boca sur del túnel de Santa Lucía de la línea férrea actual. De esta forma esta galería se ubica a 840 m de la boca norte y a 760 m de la nueva estación de Zaldibar.

El túnel de Ermua de 1.024 m de longitud se encuentra en el límite marcado por las ETI sobre seguridad en túneles ferroviarios (1.000 m de distancia entre puntos seguros), y no se ha considerado necesario proyectar galería de evacuación para este túnel.

### **4.7 ESTACIONES Y URBANIZACIÓN**

#### **4.7.1 Estación de Zaldibar y su entorno**

La nueva estación de Zaldibar genera un cambio significativo en el transporte ferroviario a su paso por la población. El soterramiento de gran parte del trazado desde el cruce bajo la carretera N-634 pasada la estación actual en adelante hace que las condiciones medioambientales en la población mejoren sustancialmente.

Por un lado la nueva estación se sitúa en un espacio con mejor accesibilidad desde el centro urbano y por otro en un entorno más pacificado en cuanto a tráfico motorizado, lo cual redundará también en una mayor seguridad al futuro usuario.

También la proximidad a la zona de equipamientos docentes y deportivos y a todo el nuevo barrio actualmente en desarrollo, darán a la estación la posibilidad de mayor servicio a la población.

El edificio de la estación se plantea como volumen cúbico sencillo adaptado a la topografía de las calles adyacentes y con la rasante de acceso a cota del acceso actual por la nueva calle Elizondo. Este volumen de unos 14m x 13,60 m y 5,10 m de altura exterior se configura como un pórtico con dos fachadas libres y permite una visión diáfana a través del espacio interior. El volumen limita en medianera con el edificio del frontón.

La configuración de la estación se ha proyectado de modo que permita una claridad funcional y visual en el modo del uso y percepción de los espacios del vestíbulo y el camino a recorrer hacia el andén central. Así el usuario ingresa frontalmente desde la calle al espacio del vestíbulo y percibe claramente el recorrido hacia el andén, solo interceptado por la barrera de las máquinas canceladoras.

Desde el vestíbulo y frontalmente la percepción del usuario será una perspectiva de la zona de equipamientos y pistas deportivas de los mismos. La idea del proyecto de la estación y que debe reflejarse ya en el acceso al vestíbulo es que la estación es una prolongación del espacio público fácilmente accesible y abierto al entorno. Un espacio claro, diáfano y fácil de percibir y utilizar que incentive el uso del tren como medio de transporte alternativo. Los materiales de pavimentación a utilizar en el interior y exterior de la estación también deberán incidir en esta sensación de continuidad.

La estación esta configurada con un andén central de 80 m de longitud útil y tiene 5 m de anchura en el desembarco de la escalera y 2,70 m de ancho en el testero más alejado. La altura de la estación soterrada se ha fijado en 5,10 m. Esta altura viene condicionada por la necesidad de minimizar el desnivel entre la cota de acceso desde la calle y la cota de andén.

Los accesos al vestíbulo se componen de una escalera de 1,90 metros de anchura y un ascensor eléctrico de doble embarque a 180°. El ascensor al andén se sitúa lateralmente anexo a la escalera pero con espacios de espera independientes del recorrido peatonal.

Los espacios anexos de cuartos técnicos y servicios se disponen en el extremo del andén de modo que no interfieran en el recorrido del usuario. Estos espacios se hallan confinados para evitar el acceso al personal no autorizado.

El volumen de la estación a nivel de la calle se propone mediante una estructura de hormigón armado formado por muros, pilares prismáticos y forjados mediante losas in situ también de hormigón armado, tanto en el forjado de cobertura de las vías como la cubierta de la propia estación.

La fachada de acceso se proyecta con cerramiento semitransparente con una estructura de lamas de madera y marcos metálicos de soporte. La fachada posterior con límite a la zona de la ikastola tiene un cierre de vidrio laminado de seguridad.

Exteriormente el edificio se alinea con la nueva calle y por tanto sobresaliendo de la alineación actual del frontón. Este espacio frente al cierre del frontón puede utilizarse como parterre y espacio para construir un cierre vegetal que aporte continuidad a los patios y la fachada del edículo de la estación

#### **4.7.2 Estación de Ermua y su entorno**

La estación de Ermua delimita el inicio del verdadero núcleo urbano en un entorno que ha ido densificándose de nuevas edificaciones en los últimos años. El entorno de la estación también ha ido rehabilitándose mediante la urbanización de los espacios libres, la disposición de aparcamientos, la eliminación de barreras arquitectónicas en los accesos al ferrocarril, etc.

La remodelación de la línea de ferrocarril que atraviesa este ámbito, sin embargo representa una oportunidad para mejorar la estación, sus accesos y mejorar la conectividad entre los espacios surgidos de la construcción de varios bloques de viviendas.

La topografía existente ha condicionado la aparición de diferentes plataformas en desnivel entre la cota de la estación, los accesos a los edificios y la conexión con la plaza Marquesa de Valdespina. Estas plataformas distintas están ahora conectadas por rampas y escaleras, y por un ascensor público situado en un paso inferior de reciente construcción. Sin embargo este paso solo conecta el nivel inferior y el superior donde se encuentra el edificio de la estación. El acceso a la placita triangular frente a los edificios solo puede hacerse mediante escalinatas, incluso la rampa que desciende desde la estación presenta series de peldaños que interrumpen la posibilidad de ser un recorrido válido para personas de movilidad reducida.

La nueva estación pretende solucionar estos recorridos mediante la resituación del vestíbulo de la estación a cota de la plaza Marquesa de Valdespina y de la plaza triangular. El recorrido a través del paso inferior se reconvierte en un amplio paso entre las dos plazas que además contiene el vestíbulo de la estación y los accesos al nivel superior de andenes y plataforma ferroviaria.

Dadas las condiciones en las que se implanta la nueva estación, podría decirse que más que un edificio, es un conjunto de elementos lo que se convierte en visualmente significativo dentro del entorno urbano. El vestíbulo, situado bajo la plataforma viaria, el viaducto y la estructura que cubre parte del andén, conforman la estación. Los distintos elementos se adaptan para generar espacios y recorridos que mejoran la conexión a ambos lados de la plataforma ferroviaria, mejorando las condiciones de accesibilidad actuales.

El acceso principal a la estación se lleva a cabo por el parque Valdespina. Se abre un nuevo paso inferior que comunica directamente hasta la plaza triangular mediante recorridos amplios de no menos de 5 m de ancho y no más de un 7,7% de pendiente. Se mantienen las escaleras que actualmente sirven para subir a la estación existente,

y entre estas y el paso inferior se sitúa el nuevo vestíbulo.

Aparece una gran cubierta de hormigón que permite que la altura del espacio se amplíe de los 3,40m a los que limita la plataforma ferroviaria, a 5 m. Este cambio de altura, y la barrera tarifaria, dividen el recinto en dos zonas. El vestíbulo se compone de un espacio diáfano donde se sitúan las cuatro máquinas canceladoras normales mas otra mas para personas de movilidad reducida. La caja prismática de 2,25 m x 2,25 m que contiene el ascensor se sitúa en continuidad a las canceladoras de manera que no interrumpa el flujo peatonal entre estas y hacia la escalera al andén. Lateralmente al espacio principal se dispone de un espacio previsto para locales de servicio para la estación y para los cuartos técnicos. Situadas casi en la entrada, al lado de la atención al cliente, se encuentran las máquinas de expedición de billetes.

La estación esta configurada con un andén central de 80 m de longitud útil y tiene 4,10 m de anchura en el desembarco de la escalera y 2,50 m de ancho en el testero más alejado. La diferencia de altura entre la cota de andén y la cota de acceso desde la calle, es de 5,50 m.

La rampa existente en el lado norte de la plaza, se adapta a la normativa de accesibilidad. Con una pendiente máxima del 8%, y tramos de no más de 10 m de longitud, lleva al peatón desde la plaza y la acera de la N-634, hasta el mismo punto que la estación actual.

Los accesos al vestíbulo se componen de una escalera de 1,90 metros de anchura y un ascensor eléctrico de doble embarque a 180°. El ascensor al andén se sitúa lateralmente anexo a la escalera pero con espacios de espera independientes del recorrido peatonal.

El elemento que cubre parte del andén se proyecta como una estructura que protege al viajero de la lluvia y a los edificios vecinos del ruido del tren. Se plantea como una estructura metálica con módulos en diferentes tamaños y transparencias. La fachada de acceso se proyecta con cerramiento de vidrio y marcos metálicos de soporte y grandes puertas correderas que durante las horas de funcionamiento de la estación permitan la apertura de dos accesos, uno sobre el parque y otro lateral hacia el paso inferior.

La barrera visual que ahora supone el trazado ferroviario se mejora haciéndose más amplio el paso sobre la N-634 y ampliándose el paso inferior bajo las vías entre 5 y 8 m. Con la reposición del nuevo viaducto sobre la carretera nacional se propone reurbanizar todo el entorno mejorando la accesibilidad desde el gran aparcamiento situado a la falda de la ladera. Se propone ampliar las aceras dándoles continuidad a lo largo de ambos lados de la plataforma ferroviaria y con prioridad peatonal, unificar la acera frente al edificio que limita con la estación, eliminando muretes y desniveles.

## 4.8 REPOSICIÓN DE SERVIDUMBRES

Adicionalmente al propio trazado ferroviario, es necesario ejecutar la reposición de un vial y un camino rural, afectados tanto por la nueva infraestructura en sí misma como por las ocupaciones temporales necesarias para la ejecución de las obras.

En el Anejo 16 se recoge el diseño de la reposición de las servidumbres, diseñándose a continuación las actuaciones precisas para las correspondientes reposiciones.

### 4.8.1 Camino Tellería.

En la fase 3 se proyecta emplear como camino de obra para acceso al inicio del tramo en Lezardi, el camino de evacuación del túnel de Zaldibar construido para la fase 2, trazado sobre el camino ó sendero existente por el fondo del valle junto al arroyo Beko. Durante la construcción de las Fases 1, 2, y parte de la fase 3, el acceso a los invernaderos de Tellería no se ve afectado.

Es durante la ejecución del tronco en la fase 3, entre los PK 3+430 y PK 3+555, cuando el trazado coincide en planta sobre el acceso. En este momento se propone reponer el acceso a los invernaderos a través de un nuevo camino, camino 3.6-D, que se abra por la margen derecha del arroyo. Se propone que arranque al sur del arroyo Beko (PK 3+696 del tronco), desde la antigua N-634, junto al paso bajo la autopista AP-8.

El acceso se repone con un camino de 269 metros de longitud excavado en tierras, de 3 metros de anchura, con cunetas en el lado del desmonte, que se ajusta en lo posible al terreno existente con pendientes de entre el 0,8% y 11%.

### 4.8.2 Calle Autonomía en Zaldibar.

La calle Autonomía de Zaldibar, localizada en el perímetro del sector residencial S.R.-1 que se encuentra actualmente en construcción, se ve afectada por el trazado de la variante ferroviaria. El trazado cruza perpendicularmente la calle en el PK 0+522, en un tramo en falso túnel excavado entre pantallas, entre la salida del túnel bajo la N-634 y la nueva estación soterrada de Zaldibar.

La cota del trazado en este punto es la 195,35 m y la cota actual de la calle Autonomía, la 199,99 m, por lo que es necesario elevar la rasante de la calle para obtener el gálibo suficiente en el que alojar las instalaciones del ferrocarril.

La rasante del ferrocarril se ha proyectado de forma que el desnivel a salvar por la escalera de desembarco entre el vestíbulo de la estación y el andén central no sea mayor de 5 m, al objeto de evitar la colocación de escaleras mecánicas, lo que conllevaría ensanchar el andén central en este ámbito y por tanto la sección de excavación en una zona donde los edificios existentes y previstos en el planeamiento se encuentran muy próximos a la citada franja habilitada para el ferrocarril en el planeamiento de Zaldibar.

Por otro lado, hay portales en el lado oeste de la calle Autonomía –si bien a un nivel superior al de la propia calle- y un edificio proyectado con garajes subterráneos, por lo que no conviene elevar demasiado la rasante de la vía. Además, discurren sendos colectores de aguas fecales y pluviales de PVC Ø315 mm y HAØ400 mm, respectivamente, que hay que mantener en servicio.

Por estos motivos, y fundamentalmente por no condicionar sobremanera la reposición de la rasante de la calle Autonomía, se ha ajustado al máximo la rasante. Se ha previsto la construcción de una losa de 0,55 m de canto entre los PK 0+510 y 0+530 aproximadamente, losa que se interrumpe en el cruce con los servicios comentados. En este ámbito de apenas 20 m de longitud se ha reducido el gálibo vertical entre la rasante ferroviaria (cabeza de carril) y la cara inferior de la losa hasta los 4,65 m, pero sin comprometer la solución de catenaria convencional, ya que la poca longitud del tramo afectado permite disponer los anclajes de la catenaria fuera del mismo.

La reposición de los colectores se realizará embebiéndolos en la losa de hormigón armado del falso túnel, dejando 0,10 m de recubrimiento y disponiendo sobre las tuberías una chapa de acero reforzada con hormigón. Sobre el refuerzo se extenderá una capa de rodadura de 0,06 m de espesor de mezcla bituminosa y aceras embaldosadas a ambos lados. Finalmente, la cota de la calle en el punto crítico queda a 200,61 m.

La longitud total de esta reposición 0.5-I es de 118 m. En la rasante actual, con pendiente uniforme del 3,6%, se introduce un lomo coincidente con el cruce con el ferrocarril proyectado, formado por dos alineaciones al 1% y el 8%, que elevan la rasante hasta 0,98 metros en algún punto. Se repone la calzada con el ancho actual de 4,45 m, la acera izquierda con 1,5 m y la derecha se extiende hasta el terreno y la fachada de los edificios circundantes.

#### **4.8.3 Camino caserío Tellería.**

En la construcción de la denominada fase 3 el tronco del futuro ferrocarril coincide en planta con el camino de acceso al caserío Tellería, ubicado al norte de la actual línea ferroviaria Bilbao-Donostia, gestionada por ETS.

La reposición prevista discurre en paralelo al camino actual y al arroyo beko y cruza bajo la futura plataforma ferroviaria mediante un cajón, en paralelo al encauzamiento del arroyo beko (denominado "encauzamiento beko 3"), para conectar con el camino actual al norte de la plataforma ferroviaria.

## 4.9 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La Ley 3/1998, de 27 de febrero, general de protección del medio ambiente del País Vasco (BOPV núm. 059, de 27 de marzo de 1998) establece en sus artículos 41 y 47 que con carácter previo a la resolución administrativa que se adopte para su realización o, en su caso, autorización, los proyectos contemplados en el apartado B) del Anexo I se someterán a un procedimiento de evaluación individualizada que culminará con una declaración de impacto ambiental del órgano competente del Gobierno Vasco y determinará, a los solos efectos ambientales, la conveniencia o no de tal actuación y, en caso afirmativo, fijará las condiciones en que deba realizarse.

En el apartado B) del Anexo I de la citada Ley figura la Construcción de vías ferroviarias y de instalaciones de transbordo intermodal y de terminales intermodales, tranvías, metros aéreos y subterráneos, líneas suspendidas o líneas similares que sirvan exclusiva o principalmente para el transporte de pasajeros, estando este proyecto recogido entre esos supuestos, por lo que deberá someterse al procedimiento de evaluación individualizada de impacto ambiental.

Por tanto, se ha elaborado el Estudio de Impacto Ambiental, que a continuación se resume.

Los principales impactos detectados para las fases de construcción y explotación de la variante de trazado del tramo Zaldibar – Ermua se señalan a continuación:

### Fase de construcción:

- Las instalaciones auxiliares de obra previstas en las fases 2 y 3, producirán un impacto MODERADO sobre la edafología (afección a suelos con capacidad de uso muy elevada) y sobre el arroyo Beko y el río Ego, dada su proximidad a estos cursos fluviales.
- Los movimientos de tierras producirán la modificación del relieve principalmente en los emboquilles de los dos túneles y en el tramo que discurre en superficie, valorándose este impacto como MODERADO. También se producirán afecciones sobre algunos puntos de agua inventariados por la Agencia Vasca del Agua (URA).
- La ocupación de la superficie debida a: la plataforma ferroviaria, las nuevas estaciones ferroviarias, el desvío provisional de Zaldibar, las instalaciones auxiliares de obra y los caminos de acceso a la obra, producirá diferentes impactos entre los que cabe destacar los siguientes:
  1. Impacto MODERADO sobre suelos con capacidad de uso muy elevada.
  2. Impacto MODERADO por ocupación de cauces fluviales
  3. Impacto MODERADO por afección a robledales y alisedas (consideradas Hábitats prioritarios por la Directiva 92/43/CEE)

4. Impacto MODERADO sobre algunos elementos patrimoniales situados a menos de 25 m que pueden verse afectados por las obras.
  5. Impacto MODERADO por ocupación de suelos contaminados.
- El desmantelamiento de la vía existente producirá un impacto BENEFICIOSO MEDIO sobre la edafología y sobre la población.
  - La electrificación de la vía dará lugar a un impacto MODERADO por el riesgo de choque de las diferentes especies de aves con la catenaria.

#### Fase de explotación:

- El tránsito de trenes supondrá un aumento en el riesgo de mortalidad asociado a la colisión entre trenes y animales, lo que dará lugar a un impacto MODERADO.
- La puesta en servicio de la nueva variante de trazado supondrá un aumento en el servicio de transporte y una disminución en los tiempos de recorrido, dando lugar a un impacto BENEFICIOSO ALTO.

Para prevenir, eliminar y minimizar los impactos negativos que se derivan de las diferentes actuaciones del proyecto se han definido un conjunto de medidas preventivas y correctoras, entre las que cabe señalar las siguientes:

- Jalonamiento de la superficie estrictamente necesaria. Retirada previa de los horizontes superficiales del suelo que constituyen la tierra vegetal.
- Diseño de las obras de drenaje para el mantenimiento de la red de drenaje superficial. Barreras de retención de sedimentos en el arroyo Beko y en el río Ego.
- Encauzamiento del arroyo Beko en tres tramos entre los PPKK 2+960 y 3+060, para evitar la alteración del sistema de escorrentía y de los procesos locales de erosión-sedimentación. En la solución adoptada se han seguido los criterios establecidos por URA.
- Tratamiento de las aguas procedentes de los túneles y de las instalaciones auxiliares de obras.
- Protección integral de elementos patrimoniales y control y seguimiento arqueológico durante las excavaciones.
- Pantallas acústicas en los tramos en superficie en Zaldibar y Ermua.
- Estudio de Residuos de Construcción y Demolición.
- Medidas de defensa contra la erosión, recuperación ambiental e integración paisajística de la obra.

Se ha redactado finalmente el Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) para controlar la correcta ejecución de las medidas previstas.

#### **4.10 SERVICIOS AFECTADOS**

En este apartado se resume el inventario de los servicios que se ven afectados por la ejecución del presente Estudio Informativo y para los que se define su reposición o protección.

Se describen a continuación los servicios existentes en la zona de estudio, así como en analizar su posible afección por las obras de la variante de trazado del tramo Zaldibar-Ermua de la línea férrea Bilbao-Donostia, realizándose en caso necesario la reposición y valoración posterior de los servicios afectados.

El inventario de los servicios existentes en la zona de estudio, y por tanto con posibilidad de verse afectados por la construcción de las obras, ha sido posible gracias a la inspección en campo y levantamiento topográfico de elementos significativos, así como a los contactos mantenidos con los distintos Organismos y Compañías competentes.

- Inkolan, Información y Coordinación de obras.
- Ayuntamiento de Zaldibar.
- Ayuntamiento de Ermua.
- Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia.
- Iberdrola, S.A.
- Naturgas Energía Redes, S.A.
- Gas Natural, S.A.
- Telefónica, S.A.
- Euskaltel
- S.E. Correos y Telégrafos, S.A.

A continuación se incluye unas tablas a modo resumen en el que se realiza la descripción de los servicios y la forma de reposición o protección adoptada en cada caso:

## 4.11 BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

Al discurrir el eje de la traza en gran parte por la actual línea Bilbao-Donostia gestionada por ETS, parte de los terrenos a ocupar son propiedad de Eusko Tren, el destinatario final. El resto pertenecen a los ayuntamientos de Zaldibar y Ermua o bien a propietarios particulares.

En el Anejo 17. Bienes y Derechos Afectados se han establecido cuatro clases de afección:

- **Permanentes:** Permanente o de pleno dominio para ubicar las instalaciones permanentes a cielo abierto del ferrocarril y todos los elementos funcionales que dependen de éste. Se denominan expropiaciones o mutaciones, ya se trate de un bien de propiedad privada o pública, respectivamente. Éstas están motivadas por la ejecución de las obras para ubicar instalaciones permanentes en superficie y representan la expropiación o mutación plena del bien afectado y la transmisión de dominio.
- **Temporal:** Se definen de este modo aquellas franjas de terreno de titularidad privada o pública que resultan estrictamente necesario ocupar temporalmente por obras y elementos auxiliares, instalaciones de obra, áreas de trabajo, áreas de acopios y logísticas, etc. durante la ejecución de los trabajos. Afectan a la parcela ocupada, pero únicamente por un periodo de tiempo, y nunca representan una transmisión de dominio.
- **Imposición de servidumbre permanente de uso:** Se incluyen aquí las parcelas que exigen la constitución de una servidumbre perpetua que permita su mantenimiento futuro y garantice la no ejecución de obras o construcciones en esa zona que puedan afectar a instalaciones de la línea ferroviaria objeto del presente proyecto. Se ha impuesto esta servidumbre en las zonas donde la tapada es inferior a 15 m.
- **Mutación demanial:** Es el acto en virtud del cual se efectúa la desafectación de un bien o derecho del Patrimonio del Estado, con simultánea afectación a otro uso general, fin o servicio público de la Administración General del Estado o de los organismos públicos vinculados o dependientes de ella. En el presente Estudio corresponde a los terrenos de titularidad pública en los que se implanta la nueva línea férrea (mutación permanente) o en los que se colocan las casetas de obra, maquinaria, etc, que tras finalizar las obras se liberan (mutación temporal).

En el mencionado anejo se incluye la relación concreta e individualizada de los bienes y derechos afectados así como los planos que definen dichas afecciones.

## 4.12 PROCESO CONSTRUCTIVO

### 4.12.1 Ejecución por fases

Al objeto de reducir la fuerte inversión que supondría la ejecución de la totalidad de la obra en una única fase, se ha decidido proyectar un trazado que permita la construcción de la variante de trazado entre Zaldibar y Ermua en tres fases distintas.

Las dos primeras fases se conectan provisionalmente con la línea actual Bilbao-Donostia de vía única, mientras que la 3ª fase es aquella que une las dos anteriores y cierra el trazado de la nueva variante en vía doble entre Zaldibar y Ermua.

#### 4.12.1.1 Fase 1 Eitzaga-Ermua

La **primera fase** consiste en ejecutar el túnel de vía doble de Ermua (L= 1.024 m) entre Eitzaga y la estación de Ermua. Dentro del túnel de Ermua, a escasos 60 m de la boca de salida se ha previsto una vía mango de 90 m de longitud que permita la maniobra de las unidades de pasajeros.

El nuevo trazado cruza la carretera N-634 mediante el Viaducto de la Estación de Ermua (L= 40 m) y conecta con la vía actual previamente al paso inferior de la calle Izelaieta.

La nueva estación de Ermua se localiza junto al paso inferior recientemente construido junto a la estación actual y permite la conexión transversal entre el parque de Valdespina y la plaza contigua a la N-634. Se trata de una nueva estación bajo la plataforma ferroviaria, con un andén central de ancho variable y 80 m de longitud útil al que se accede a través de una escalera de 1,90 m de ancho y un ascensor.

Para conectar la 1ª fase con el trazado actual, se proyecta a la entrada del túnel de Ermua, en Eitzaga, un pequeño ramal denominado ramal Eitzaga, que con un trazado de 200 metros de longitud aproximadamente y pendiente de *22 milésimas* saca las vías a superficie y las conecta con la línea actual Bilbao-Donostia.

#### 4.12.1.2 Fase 2 Zaldibar-Lezardi

La **segunda fase** comprende desde el inicio del tramo en Zaldibar hasta la zona de Lezardi, al norte de la salida de los túneles de la autopista AP-8 y al sur del arroyo beko.

El trazado se inicia después del apeadero de Zaldibar, en la actualidad fuera de servicio, con un trazado nuevo en doble vía, en sustitución de la vía única actual. Una vez salvada la obra de drenaje actual (PK 0+100) el trazado comienza su soterramiento, mediante una estructura entre pantallas de pilotes hasta el PK 0+350. Entre el PK 0+350 y el 0+500 se encuentra el túnel bajo la N-634 (L=150 m), excavado en mina bajo la carretera y los edificios existentes, y a continuación la nueva estación de Zaldibar, excavada a cielo abierto entre muros de pantallas,

respetando la alineación del eje 5 prevista en el nuevo planeamiento de Zaldibar (Sector Residencial SR-1).

Tras la nueva estación el trazado se adentra en el túnel de Zaldibar, de 1.520 m de longitud, que dispone de una galería de evacuación y ventilación entorno al PK 1+340 del trazado ferroviario.

A la salida del túnel de Zaldibar en la zona de Lezardi, el trazado se conecta con la vía única actual de la línea Bilbao-Donostia mediante un ramal ferroviario de vía única de 400 m de longitud aproximadamente y que cruza prácticamente a cota el arroyo beko mediante una obra de drenaje transversal. Este ramal se utiliza como camino de obra para la ejecución del túnel de Zaldibar.

Para la ejecución del soterramiento del ferrocarril en Zaldibar, al inicio del tramo, resulta necesario ejecutar previamente un desvío provisional en vía única sobre balasto que permita construir el nuevo trazado en doble vía, manteniendo el tráfico ferroviario. Este ramal tiene una longitud de 550 m aproximadamente y conecta con la vía actual entorno al actual paso bajo la carretera N-634.

#### 4.12.1.3 Fase 3 Lezardi-Eitzaga

La **3ª y última fase** comprende el tramo intermedio entre las otras dos fases, entre la salida del túnel de Zaldibar en Lezardi, y la entrada del túnel de Ermua en Eitzaga. El trazado discurre a cielo abierto, a media ladera entre el arroyo beko y la autopista AP-8, y al sur de la futura carretera de la Variante de Ermua.

Esta fase es la última y necesita de la existencia de las otras dos.

#### **4.12.2 Proceso Constructivo**

El proceso constructivo de las obras, dividido en las tres fases ya comentadas, se describe de forma detallada en el Anejo 19. Fases de Ejecución.

En la fase 1, el túnel de Ermua se excavará únicamente desde su boca sur en Eitzaga, al objeto de evitar el tránsito de camiones y maquinaria pesada procedente del túnel por el núcleo urbano de Ermua. Este túnel, al igual que el resto de túneles del proyecto, se excavará a priori por medios mecánicos, mediante rozadora, si bien durante el Proyecto de Construcción deberá analizarse la posibilidad de perforar mediante voladuras.

En la fase 2 se construirá el túnel de Zaldibar cuya excavación se ha previsto desde la boca de salida en Lezardi y en su caso desde la galería de evacuación y ventilación de este túnel.

En el entorno del núcleo de Zaldibar resulta necesario ejecutar al inicio de los trabajos el desvío ferroviario que permite construir el soterramiento ferroviario en el entorno de la actual estación de Ermua.

## **5 PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

El plazo de ejecución de las obras en cada una de las tres fases previstas, tal y como puede verificarse en el cronograma de trabajos que se incluye en el Anejo 19. Fases de Ejecución, será la siguiente:

- Fase 1. Eitzaga – Ermua: 28 meses naturales
- Fase 2. Zaldibar – Lezardi: 26 meses naturales
- Fase 3. Lezardi – Eitzaga: 15 meses naturales

## 6 PRESUPUESTO

Se presenta un desglose de la valoración en las tres fases de ejecución en las que se ha dividido el proyecto, según se desprende del Documento nº 3: Valoración, y a continuación se muestra el presupuesto del conjunto de la obra.

Fase 1 Eitzaga Ermua:

- Presupuesto de Ejecución Material Fase 1: 15.238.864,76 €
- Presupuesto Base de Licitación Fase 1: 21.035.728,91 €

Fase 2 Zaldibar – Lezardi:

- Presupuesto de Ejecución Material Fase 2: 26.973.555,82 €
- Presupuesto Base de Licitación Fase 2: 37.234.296,45 €

Fase 3 Lezardi - Eitzaga:

- Presupuesto de Ejecución Material Fase 3: 7.463.499,27 €
- Presupuesto Base de Licitación Fase 3: 10.302.614,39 €

El Presupuesto de Ejecución Material de la obra completa asciende a la cantidad de CUARENTA Y NUEVE MILLONES SEISCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS DIECINUEVE EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS (49.675.919,85 €).

El Presupuesto Base de Licitación de la obra completa asciende a la cantidad de SESENTA Y OCHO MILLONES QUINIENTOS SETENTA Y DOS MIL SEISCIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS (68.572.639,75 €).

El Presupuesto para Conocimiento de la Administración de la obra completa asciende a la cantidad de SESENTA Y NUEVE MILLONES CUATROCIENTOS SETENTA Y NUEVE MIL TREINTA Y SEIS EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS (69.479.036,80 €).

---

## **7 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL ESTUDIO INFORMATIVO**

### DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

#### MEMORIA

ANEJO Nº 1	ANTECEDENTES
ANEJO Nº 2	CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA
ANEJO Nº 3	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
ANEJO Nº 4	PLANEAMIENTO URBANÍSTICO
ANEJO Nº 5	TRAZADO FERROVIARIO
ANEJO Nº 6	HIDROLOGÍA Y DRENAJE
ANEJO Nº 7	MOVIMIENTO DE TIERRAS
ANEJO Nº 8	ESTRUCTURAS
ANEJO Nº 9	OBRAS SUBTERRÁNEAS
ANEJO Nº 10	ESTACIONES Y ACCESOS
ANEJO Nº 11	INCIDENCIA EN EL ENTORNO URBANO
ANEJO Nº 12	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y SOSTENIBILIDAD
ANEJO Nº 13	EQUIPOS E INSTALACIONES
ANEJO Nº 14	SERVICIOS AFECTADOS
ANEJO Nº 15	SERVICIOS AFECTADOS A REPONER POR TERCEROS
ANEJO Nº 16	REPOSICIÓN DE SERVIDUMBRE
ANEJO Nº 17	BIENES Y DERECHOS AFECTADOS
ANEJO Nº 18	COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS
ANEJO Nº 19	FASES DE EJECUCIÓN
ANEJO Nº 20	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD
ANEJO Nº 21	REPORTAJE FOTOGRÁFICO Y FOTOGRAFÍAS AÉREAS

---

## DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

- 1 PLANTA DE SITUACIÓN
- 2 PLANTAS GENERALES
- 3 DEFINICION GEOMETRICA EN PLANTA Y ALZADO
- 4 SECCIONES TIPO
- 5 PERFILES TRANSVERSALES
- 6 SUPERESTRUCTURA
- 7 OBRA SUBTERRÁNEA
- 8 ESTRUCTURAS
- 9 ESTACION DE ZALDIBAR
- 10 URBANIZACIÓN DE ZALDIBAR
- 11 ESTACIÓN DE ERMUA
- 12 URBANIZACIÓN DE ERMUA
- 13 DRENAJE
- 14 REPOSICIÓN DE CAMINOS
- 15 SERVICIOS AFECTADOS
- 16 FASES DE EJECUCIÓN

## DOCUMENTO Nº 3: VALORACIÓN

### MACROPRECIOS

JUSTIFICACIÓN DE MACROPRECIOS

CUADRO DE MACROPRECIOS

### MEDICIONES

MEDICIONES AUXILIARES

MEDICIONES GENERALES

### VALORACIÓN

VALORACIONES PARCIALES

VALORACIÓN GENERAL (E.M.)

## **8 CONCLUSIÓN**

Con todo lo expuesto en la Memoria y demás documentos se considera que queda suficientemente definido el Estudio Informativo de la variante de trazado del tramo Zaldibar-Ermua de la línea Bilbao-Donostia, gestionada por ETS.

Bilbao, Octubre de 2.009

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO

Fdo.: Jesús Buesa Blanco