

Memoria

ÍNDICE

1. Introducción	1
2. Antecedentes	2
3. Objeto y descripción general del proyecto	4
4. Línea 5. Tramos	5
4.1 Tramificación de Línea 5 establecida en abril de 2013	5
4.2 Criterios para definir la nueva tramificación	6
4.3 Tramificación de Línea 5	6
4.4 Tramo 1 Sarratu-Aperribai	9
5. Información de partida	11
5.1 Topografía	11
5.2 Geología y Geotecnia	12
5.3 Planeamiento Urbanístico	18
5.4 Redes de Servicios	21
5.5 Otras infraestructuras	21
6. Descripción de la solución adoptada	25
6.1 Descripción general	25
6.2 Geotecnia. Obras Subterráneas	33
6.3 Trazado	56
6.4 Reposición de redes de Servicios Afectados	64
6.5 Servicios Afectados a reponer por terceros	68
6.6 Otras afecciones	71
6.7 Drenaje	72
6.8 Superestructura de vía	75
6.9 Electrificación y señalización	78
6.10 Incidencia en el entorno Urbano	80
6.11 Estación de Sarratu	83
6.12 Reposición viaducto Baskonia y pasarela peatonal	87
6.13 Estructuras área de Sarratu	89
6.14 Estación de Aperribai	99
6.15 Salida de emergencia de Ariz	100
6.16 Equipos e instalaciones	102
6.17 Conducciones	105

Memoria

Página i

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI



6.18 Fases de obra	107
6.19 Expropiaciones	108
6.20 Integración ambiental	109
6.21 Gestión de residuos	115
7. Contratación y ejecución de las obras	118
7.1 Clasificación del Contratista	118
7.2 Sistema de Adjudicación	118
7.3 Revisión de Precios	119
7.4 PERIODO DE GARANTÍA	120
8. PRESUPUESTOS	121
8.1 Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	121
8.2 Presupuesto Base de Licitación (PBL)	121
8.3 PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN (PPCA)	121
9. Documentos que integran el proyecto	122
10. consideraciones finales	124

Memoria

Página ii

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento aborda el Proyecto Constructivo de la Línea 5 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao en su primer tramo, Sarratu-Aperribai.

La nueva Línea 5 del FMB se inicia en el área de Sarratu (Basauri) y finaliza en el Hospital de Galdakao. Se diseña para dar servicio al barrio de Sarratu y a la población de Galdakao, último municipio circunscrito al área definida para el Bilbao Metropolitano en dirección Este. A tal efecto, la línea cuenta con un total de cinco estaciones a lo largo de su recorrido, una en el T.M. de Basauri y cuatro en el de Galdakao: Intermodal de Sarratu (Basauri), Aperribai, Bengoetxe, Galdakao Centro y Hospital.

El presente tramo Sarratu-Aperribai se inicia conectando con la Línea de EuskoTren en el corredor ferroviario de Sarratu y finaliza en el PK 1+540 de la nueva línea, donde da paso al tramo siguiente Aperribai-Galdakao. El proyecto incluye la conexión con la Línea 1 de METRO, la remodelación del corredor ferroviario de Sarratu-Ariz, túnel de línea, dos estaciones (Intermodal de Sarratu y Aperribai), ambas en falso túnel y la galería de emergencia de Ariz. Incluye, así mismo, las reposiciones ferroviarias de la línea Basurto-Ariz de mercancías y del ramal de Aceralia y un nuevo viaducto y pasarela peatonal en Calle Larrazabal/Avda. Cervantes.

Memoria

Página 1

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI



2. ANTECEDENTES

Con fecha 22 de Febrero de 2005, el Departamento de Transportes y Obras Públicas del Gobierno Vasco aprobó definitivamente la Modificación del Plan Territorial Sectorial de la Red Ferroviaria del País Vasco, relativa a la ordenación ferroviaria en el área del Bilbao Metropolitano.

Esta modificación recogía entre otras actuaciones la realización de un ramal del metro que diera servicio al casco urbano de Galdakao pasando por el pequeño núcleo de Aperribai.

Con fecha 11 de Diciembre de 2.007, el Departamento de Transportes y Obras Públicas del Gobierno Vasco convocó Concurso Público para la contratación de la “Asistencia Técnica para la Redacción del Estudio Informativo del acceso a Galdakao del F.M.B.”, y el 29 de Octubre de 2.008 mediante Resolución del Director de Servicios del Departamento de Transportes y Obras Públicas, se adjudicó el contrato a la empresa FULCRUM.

El ramal de Galdakao contemplado en el alcance del estudio informativo contratado, se basaba en el estudio de la red ferroviaria en el Bilbao Metropolitano realizado en el año 2.002. Conforme a estos estudios habían sido redactados los pliegos que regían la Asistencia Técnica para la redacción del Estudio informativo. No obstante, durante el largo proceso de licitación y adjudicación que tuvo lugar, se finalizaron diversos estudios urbanísticos y funcionales que aconsejaban ampliar el trazado hasta Usánsolo, dando servicio de esta manera al Hospital comarcal existente en sus proximidades.

Estos esquemas fueron acordados (junto con otras ampliaciones del sistema metro), por los responsables del Departamento, Diputación Foral y Consorcio de Transportes de Bizkaia.

Así, se integró en el contrato de Asistencia Técnica para la Redacción del Estudio Informativo, la prolongación de la línea de metro hasta Usánsolo y la inclusión de dos nuevas estaciones en el trayecto (Hospital de Galdakao e Intercambio con EuskoTren en Usánsolo), modificándose el nombre original del estudio por el de “Estudio Informativo de la Línea 5 del F.M.B.”

Posteriormente se realizó una división del Estudio Informativo en dos partes, en correspondencia con los tramos Ariz-Galdakao Centro y Galdakao-Usánsolo de la nueva línea 5.

Con fecha 15 de marzo 2011 el ente público Euskal Trenbide Sarea, adscrito al Departamento de Transportes y Obras Públicas del Gobierno Vasco, adjudica a la UTE EPTISA-FULCRUM la redacción del Proyecto de Construcción de la línea 5 del FMB Tramo Sarratu-Hospital de Galdakao. Por razones de licitación para las obras el proyecto se dividió en tres tramos, y por tanto se entregaron tres proyectos. Estos proyectos se finalizaron en diciembre de 2013.

Memoria

Página 2

**PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERIBAI**



Mediante Resolución de 15 de abril de 2.015 de la Directora de Administración Ambiental, formuló con carácter favorable la Declaración de Impacto Ambiental del tramo Ariz-Galdakao de Línea 5, estableciendo una serie de condiciones para la realización del proyecto constructivo y medidas protectoras y correctoras para su adopción durante la ejecución de las obras y la explotación del servicio.

En marzo de 2.021 se licita el “Servicio para la adecuación de normativa y actualización de los Proyectos Constructivos de la Línea 5 del ferrocarril metropolitano de Bilbao” en el que, además de actualizar los proyectos redactados en abril de 2.013 por la UTE EPTISA-FULCRUM, se adaptan al nuevo esquema de explotación, que queda definido del siguiente modo:

- La línea conecta con la Línea 1-2 del F.M.B. en el entorno de las Cocheras de Ariz en Basauri, donde se pretende completar el esquema de la red de metro en dicho municipio con la implantación de una estación de intercambio con EuskoTren en el barrio de Sarratu. Esta estación, denominada Intermodal de Sarratu, se convierte en final de la línea 1 y de la explotación por Metro Bilbao.
- Desde la estación de Sarratu la explotación del servicio corresponderá a EuskoTren, por lo que, desde este punto la línea 5, será una variante de la actual línea Bilbao/Donostia, que pasará por esta estación de intercambio con la línea 1 del FMB hasta Usánsolo, pasando por las estaciones de Aperribai, Bengoetxe y Galdakao y que dará servicio también a los Barrios de Labeaga y Usansolo desde la estación de Hospital.

En abril de 2.021 se adjudican dichos trabajos a la UTE FULCRUM-EPTISA, firmándose el acta de inicio de los trabajos el 28 de abril de 2021. Dentro de este contrato se redacta el presente proyecto: “Proyecto Constructivo de la Línea 5 del FMB. Tramo Sarratu-Aperribai”, como actualización, en la línea indicada anteriormente, del redactado en abril de 2.013.

Memoria

Página 3

**PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERIBAI**



3. OBJETO Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El objeto del “Proyecto Constructivo de la Línea 5 del FMB. Tramo Sarratu-Aperribai” es definir, a nivel de construcción, la obra civil que es necesario llevar a cabo para la implantación de la nueva Línea 5 del FMB en su primer tramo, desde la conexión con las líneas de METRO y EUSKOTREN en el Barrio de Sarratu de Basauri hasta finalizar el falso túnel posterior a la estación de Aperribai.

Se desarrolla dentro de los términos municipales de Basauri y Galdakao e incluye dos estaciones, Estación Intermodal de Sarratu (Basauri) y Estación de Aperribai (Galdakao).

En el desarrollo de la solución ha tenido especial complicación el diseño del área de Sarratu, que se desarrolla a cielo abierto, por la coincidencia en esta zona de varias líneas férreas gestionadas por distintos operadores: EUSKOTREN (Línea Bilbao – San Sebastián, Línea Basurto-Ariz y Ramal de mercancías de Aceralia) y METRO (Línea Ariz-Basauri y acceso a las cocheras de Ariz).

Condicionan asimismo el diseño de la línea, en el entorno de la Estación de Sarratu, las calles adyacentes de la red viaria de Basauri y los varios desarrollos urbanísticos previstos en dicha zona, y especialmente el carácter intermodal de la Estación de Sarratu, que ha de permitir la conexión entre la Línea 5 de Metro y la red de EUSKOTREN.

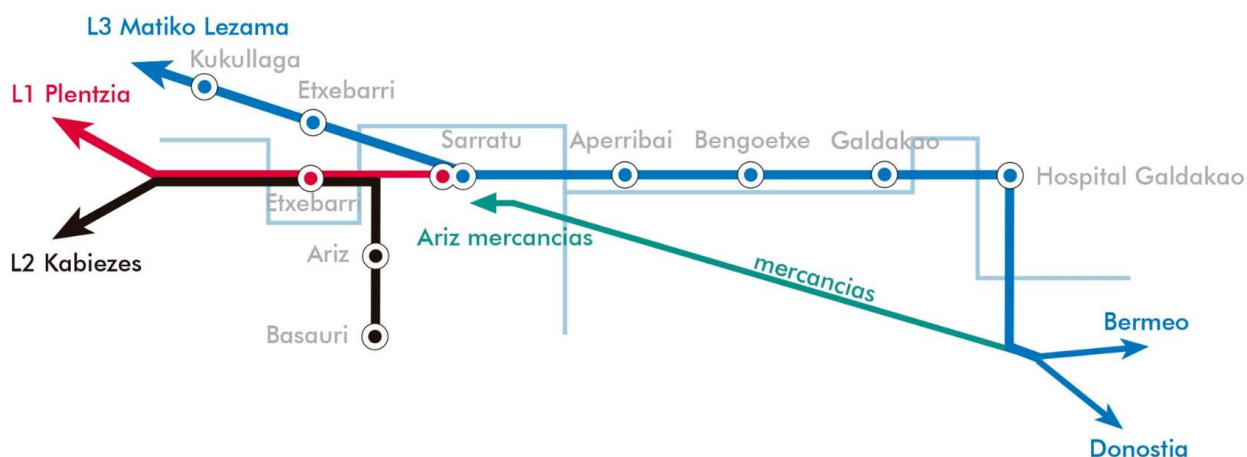
En proyectos constructivos posteriores se definirán otras actuaciones como instalaciones de electrificación, señalización y seguridad, electromecánicas y otras necesarias para la puesta en servicio de la nueva infraestructura ferroviaria.

4. LÍNEA 5. TRAMOS

La Línea 5 amplía las redes de metro existentes, desde la Estación de Etxebarri hasta el Hospital de Galdakao, pasando por varias estaciones intermedias de nueva creación. Tiene una longitud total en torno a los 6,6 km, por lo que se ha optado por dividir la misma, de cara a la redacción del proyecto constructivo, en tres tramos, el primero de los cuales es el objeto del presente documento.

El proyecto toma como referencia los proyectos redactados en abril de 2.013 por la UTE EPTISA-FULCRUM. Se trata de una actualización del proyecto redactado que incluye un nuevo esquema de explotación de la línea.

La nueva Línea 5 estaría operada por EuskoTren, constituye una variante de trazado de la actual línea para el tráfico de viajeros, conectando con el actual trazado de EuskoTren en Usánsolo y en Sarratu. La línea de EuskoTren en servicio discurre por el corredor Usánsolo-Zuhatsu-Ariz en vía doble electrificada de tráfico mixto mercancías y viajeros. La futura línea 5 pasaría a albergar el tráfico de viajeros, con un trazado y estaciones pensadas específicamente para las necesidades de la población de los municipios de Galdakao y Basauri, quedando el actual trazado sólo para mercancías entre estos puntos.



El trazado proyectado incluye, además, los ramales de conexión con la Línea 1 operada por METRO, que permitirán la intermodalidad en Sarratu entre las líneas 1 y 5.

4.1 TRAMIFICACIÓN DE LÍNEA 5 ESTABLECIDA EN ABRIL DE 2013

La actuación proyectada en abril de 2.013 para Línea 5 se divide en tres tramos

- Tramo 1, Sarratu-Aperribai: se extiende desde el inicio de la Línea en las inmediaciones del Puente 3 hasta la Galería de emergencia de Olabarrieta. Incluye la Estación Intermodal de

Memoria

Página 5

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERTRIBAI

Sarratu y la Estación de Aperribai, así como las Galerías de emergencia de Ariz y Olabarrieta. El túnel en mina se ataca desde la Galería de emergencia de Ariz (el tramo Ariz-Aperribai) y desde la Galería de emergencia de Olabarrieta (el tramo Aperribai-Olabarrieta).

- Tramo 2, Aperribai-Galdakao: se extiende entre la Galería de emergencia de Olabarrieta hasta superar la Estación de Galdakao. Incluye las Estaciones de Bengoetxe y Galdakao. El único acceso o ataque para las excavaciones en mina es la Galería de Olabarrieta, compartida con el tramo 1. A partir de ahí, se excava el túnel hasta pasada la estación de Galdakao.
- Tramo 3, Galdakao-Hospital: se extiende desde el final del tramo anterior en Galdakao hasta el final de la Línea en el Barrio de Labeaga. Incluye la Estación de Hospital y las Galerías de emergencia de Abusu y Puentelatorre. Los puntos de ataque para las excavaciones en mina son en este caso la Galería de emergencia de Abusu y la Galería de emergencia de Puentelatorre.

En este diseño inicial, las galerías de emergencia son también galerías de ataque. En el caso del Tramo 2, que no cuenta con galerías de emergencia, se comparte como punto de ataque la Galería de Olabarrieta con el Tramo 1 ya que se encuentra muy cercana al límite entre ambos tramos.

En el siguiente cuadro se resume la tramificación descrita:

Tramo	Inicio	Final
1	(*)	2+020
2	2+020	4+020
3	4+020	6+270

(*) Conexión con la línea del FMB Ariz-Basauri

4.2 CRITERIOS PARA DEFINIR LA NUEVA TRAMIFICACIÓN

De cara a la actualización que se va a realizar se pretenden dos objetivos:

- Que cada tramo tenga sus galerías de ataque en exclusiva, sin compartir con los tramos contiguos.
- Que los presupuestos de los dos primeros tramos estén más compensados y que el presupuesto del tercer tramo, que únicamente tiene una estación, quede por debajo de la media.

4.3 TRAMIFICACIÓN DE LÍNEA 5

A la vista de lo señalado en los apartados anteriores, se propone:

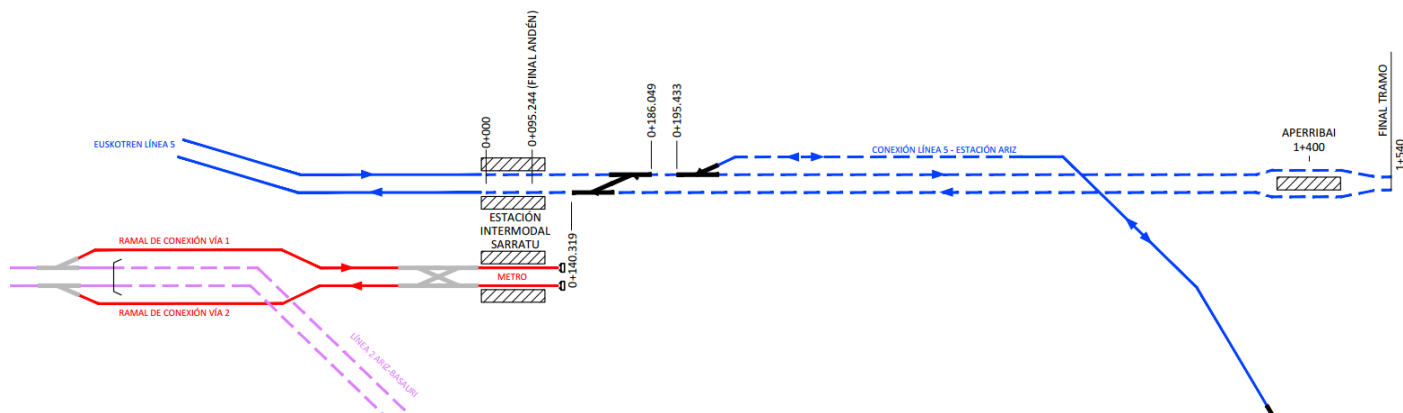
Memoria

Página 6

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERIBAI

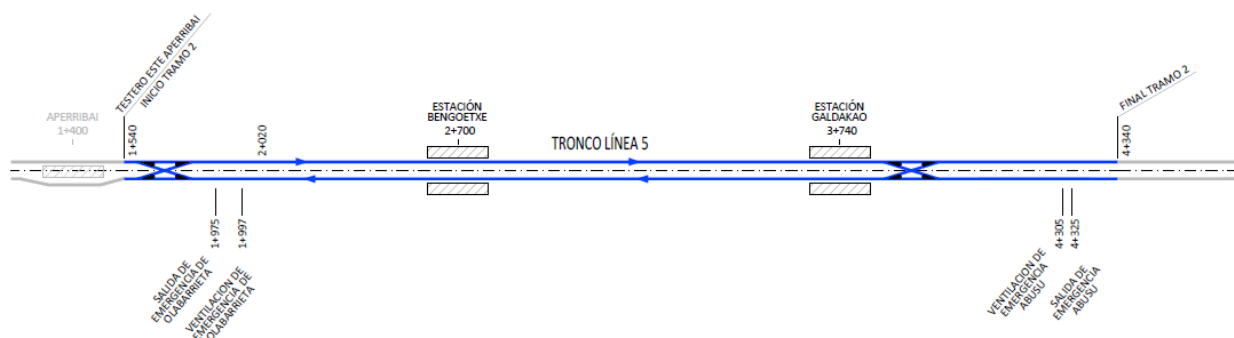


- Tramo 1, Sarratu-Aperribai: En el proyecto de abril de 2.013 el túnel de línea se atacaba desde la Galería de emergencia de Ariz (el tramo Ariz-Aperribai) y desde la Galería de emergencia de Olabarrieta (tramo Aperribai-Olabarrieta).



Se propone que este Tramo 1 termine en el testero este de Aperribai, de forma que el tramo de túnel de línea Aperribai-Olabarrieta y la Galería de emergencia de Olabarrieta pasan a pertenecer al Tramo 2 contiguo. Esto supone un recorte de unos 480 metros de túnel de línea en este tramo. El punto de ataque para las excavaciones en mina de este tramo será la Galería de emergencia de Ariz.

- Tramo 2, Aperribai-Galdakao: En este tramo el único acceso previsto era la galería de Olabarrieta, compartida con el Tramo 1, y desde esta galería se excavaba el túnel hasta pasada la estación de Galdakao (final previsto en el PK 4+020). Ya en el programa de trabajos se contemplaba la posibilidad de incluir un segundo frente, incorporando la galería de ataque de Abusu a este tramo.



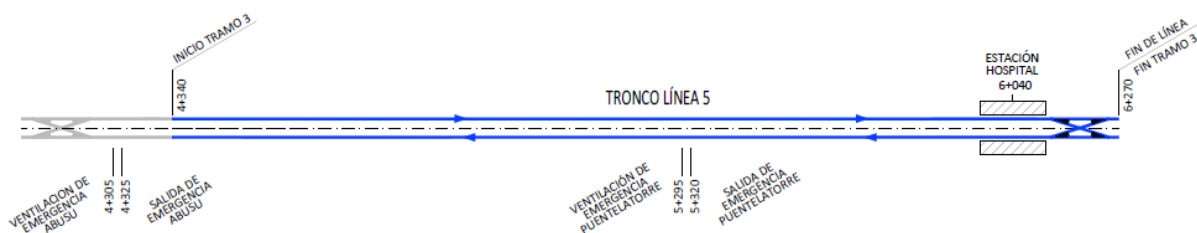
En la nueva tramificación propuesta se sigue dicho planteamiento y se contempla la reubicación de la Galería de emergencia de Abusu y su inclusión en el Tramo 2. Se desplaza hacia la estación de Galdakao, separándola lo máximo posible de la Galería de emergencia de Puentelatorre (se traslada desde el PK 4+425 hasta el PK 4+320 aproximadamente).

Memoria

Página 7

De esta forma, el Tramo 2 tendrá dos puntos de ataque: la Galería de emergencia de Olabarrieta y la Galería de emergencia de Abusu:

- Desde la galería de Olabarrieta se excavarán 1.013,00 metros de túnel de línea:
 - 460 metros hacia Aperribai de túnel de línea
 - 573 metros hacia Bengoetxe de túnel de línea
- Desde la Galería de Abusu (reubicada en el PK 4+320) se excavarán 1.566,00 en dirección oeste, hasta el testero este de la estación de Bengoetxe (2+759), incluyendo la estación de Galdakao (3+664 a 3+783).
- Tramo 3, Galdakao-Hospital: En el proyecto de abril de 2013 el túnel de línea se atacaba desde la Galería de emergencia de Abusu y desde la Galería de emergencia de Puentelatorre.
- Con la tramificación propuesta, este tramo se acorta y la Galería de emergencia de Abusu pasa a formar parte del Tramo 2 anterior.



Se prevé excavar con dos equipos:

- Desde la Galería de Puentelatorre (PK 5+320) hasta el final del tramo anterior (PK 4+340), es decir 980 ml de túnel de línea.
- Desde esta galería hacia la estación de Hospital y hasta el final del tramo, es decir 950 ml de túnel, incluida la estación de Hospital.

En la tabla siguiente se resumen los PK de inicio y final de los tres tramos correspondientes a esta propuesta:

Tramo	Inicio	Final
1	(*)	1+540
2	1+540	4+340
3	4+340	6+270

(*) Conexión con la línea del FMB Ariz-Basauri

4.4 TRAMO 1 SARRATU-APERRIBAI

Este tramo se extiende desde la conexión con la actual línea de EuskoTren Bilbao-Donostia en las inmediaciones de Talleres y Cocheras y de Ariz hasta el PK 1+540 del eje que define la nueva línea "Tronco Línea 5". Tiene por tanto una longitud de 2,8 km e incluye dos estaciones, Intermodal de Sarratu y Aperribai. Ambas se desarrollan en falso túnel.

Son objeto directo del presente proyecto las líneas operadas por METRO y EUSKOTREN con las estaciones y obras singulares asociadas a las mismas. La reposición de los trazados ferroviarios de la línea de mercancías Basurto-Ariz (antigua FEVE) y del Ramal que parte de la factoría de Aceralia para incorporarse a ésta última en Ariz no son objeto directo del proyecto, pero se ven afectadas por la implantación de la Línea 5 y la Estación Intermodal, siendo necesaria la reposición de las mismas.

La solución adoptada se completa con el trazado definido para la conexión provisional entre la futura Línea 5 y la actual Línea Bilbao-Donostia de EuskoTren, ramal este que conectaría la estación de Sarratu con la de Ariz, permitiendo mantener el servicio de viajeros hasta la puesta en servicio de la nueva línea.

Las actuaciones incluidas en proyecto son las siguientes:

- Conexión con la Línea 1 de METRO. Se proyectan dos ramales de conexión con la vía de METRO a la salida del Puente 3 que permiten el cruce sobre la Línea 2 (Ariz-Basauri) y finalizan en la Estación de Sarratu.
- Estación Intermodal de Sarratu: estación en falso túnel de conexión ente la Línea 1 de METRO y la nueva Línea 5 de EuskoTren. Incluye la conexión peatonal entre ésta y las instalaciones de Cocheras de Ariz.
- La remodelación del corredor ferroviario de Sarratu-Ariz, que incluye las reposiciones ferroviarias de la línea Basurto-Ariz de mercancías, el ramal de Aceralia y la playa de vías de Sarratu-Ariz. Parte de las nuevas vías quedarán cubiertas.
- Falso túnel de Línea 5 en Sarratu: Estructura que alberga el tronco de la Línea 5 entre el testero Este de la Estación de Sarratu y el emboquille del túnel en mina en el PK 0+400.
- El túnel en mina entre los PK 0+400 y 1+214.
- Falso túnel y estación de Aperribai entre los PK 1+214 a 1+540
- Salida/ventilación de emergencia de Ariz: Galería de emergencia excavada en mina que conecta el túnel de línea en el entorno del PK 0+500 con un edificio que funciona como chimenea de ventilación y salida peatonal de emergencia. La galería será utilizada durante las obras como rampa de ataque del túnel de línea entre los falsos túneles de Sarratu y Aperribai.

Memoria

Página 9

- Reposición de la Avenida Cervantes y la calle Matxitxako, incluyendo un nuevo viaducto de la Baskonia y una pasarela que repone un itinerario peatonal y bidegorri.
- Desvíos provisionales de EuskoTren y Ramal Basurto-Ariz de mercancías.

Memoria

Página 10

**PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI**



5. INFORMACIÓN DE PARTIDA

A continuación, se describe la información básica a partir de la cual se ha elaborado el presente Proyecto.

5.1 TOPOGRAFÍA

El Proyecto se desarrolla en terrenos pertenecientes a los términos municipales de Basauri y Galdakao, existe por tanto cartografía disponible a diferentes escalas de la zona de actuación: cartografía de la DFB (1:5000, 1:1000 y 1:500), del Gobierno Vasco y de los propios municipios mencionados.

Se han realizado además distintos trabajos topográficos en el ámbito del proyecto, al objeto de disponer levantamientos taquimétricos de las zonas donde se desarrollan obras en superficie. Estos trabajos, realizados en distintas fases, han sido desarrollados por la empresa TOPART y van destinados fundamentalmente a:

- Enlazar la topografía recogida en el proyecto con las bases propias de ETS disponibles a lo largo del corredor que ocupará la futura Línea 5.
- Obtener una representación gráfica fidedigna del terreno, que permita una correcta definición de todas las obras incluidas en el proyecto.
- Relacionar adecuadamente las obras a proyectar con otras obras ya ejecutadas en el entorno, (Área de Sarratu) así como con obras soterradas, de las cuales existen proyectos as-built.

Dentro de los trabajos de elaboración del presente Proyecto de Construcción, se incluye la realización del levantamiento topográfico a escala 1/200 o 1/500 en las siguientes zonas:

- Área de Sarratu: Se ha realizado el levantamiento taquimétrico de todo el corredor ferroviario donde se prevé la implantación de la futura estación intermodal, lo cual incluye la toma de datos de todas las vías que confluyen en esta área. En torno a este corredor, se ha levantado una banda de anchura suficiente para abarcar todas las obras que implica la implantación de la Línea 5 y las calles que se verán modificadas por las obras de implantación de ésta (Calle Larrazábal y Avenida Cervantes), habiéndose realizado levantamientos de detalle de las actuales estructuras de cruce de dichas calles sobre el corredor ferroviario.
- Reposición de FEVE: Se ha levantado topográficamente la vía de FEVE y su playa de vías en Ariz.

Memoria

Página 11

- Área de Ariz: Se ha levantado el entorno de la Salida de emergencia de Ariz y la zona donde se desarrollarán los accesos a la obra en ese punto.
- Estación de Aperribai: Se ha realizado el levantamiento taquimétrico de toda el área que se verá ocupada por la Estación y los falsos túneles anterior y posterior, así como los dos viales entre los cuales se extiende la misma.

Los trabajos topográficos desarrollados se presentan ampliamente en el Anejo nº2, Cartografía y Topografía, en el que se recoge el levantamiento topográfico realizado en 2011 para la redacción de los proyectos de Línea 5 realizados en el año 2013, y la actualización realizada en el año 2021 en aquellas zonas en las que ha sido necesario

Además, en esta actualización, se modifica el sistema de referencia pasando de coordenadas UTM ED-50 a coordenadas UTM ETRS-89. Esta transformación afecta a las coordenadas x e y, manteniendo la nivelación con el mismo sistema de referencia empleado en el levantamiento de 2011: Red de Nivelación de Alta Precisión del Gobierno Vasco.

5.2 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

En el Anejo nº 5, Geología y Geotecnia, se han analizado desde un punto de vista geológico y geotécnico las obras proyectadas, determinando las condiciones del terreno y las recomendaciones relativas tanto a las obras de tierra como a la cimentación de las estructuras proyectadas. A continuación, se describen las condiciones geológicas y geotécnicas del terreno.

5.2.1 MARCO GEOLÓGICO GENERAL

El área estudiada se encuadra, desde un punto de vista muy general, dentro del dominio geológico conocido como Cuenca Vasco – Cantábrica, la cual, a su vez, se articula en cuatro dominios estructurales. El ámbito geológico donde se ubica el corredor estudiado entre los municipios de Basauri y Galdakao se incluye en el dominio estructural denominado Arco Vasco, que representa la terminación occidental de los Pirineos y que comprende gran parte de materiales Cretácicos.

Centrando aún más, el área donde se proyecta el tramo del ferrocarril metropolitano de Bilbao se ubica en el elemento estructural conocido como Anticlinorio de Vizcaya, uno de los cuatro elementos que integran el Arco Vasco. Concretamente la zona estudiada se asienta en el flanco norte de dicho anticlinorio. La zona se estructura según las directrices ONO–ESE, que es concordante con la orientación de las estructuras más importantes del Arco Vasco.

5.2.2 CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS DEL SUBSTRATO ROCOSO.

El corredor estudiado discurre sobre materiales pertenecientes al Complejo Urgoniano y Supraurgoniano del Cretácico medio al superior (Unidad de Oiz, Sector Durango), que se encuentran parcialmente tapizados por depósitos cuaternarios de origen antropogénico, aluvial debido a la actividad fluvial y origen coluvial debido a movimientos gravitacionales.

Estructuralmente, la zona de estudio se engloba dentro del Sector de Durango, enmarcado en la Unidad de Oiz. Las directrices estructurales principales son NO-SE. Al igual que en otras unidades, se contempla la división de esta gran área estructural en sectores que presentan características estructurales comunes y/o están diferenciados por accidentes de importancia. La principal estructura de la Unidad de Oiz, aparte de sus accidentes limitantes, es el Sinclinorio de Bizkaia, plegamiento de directriz NO-SE situado en la franja centro-meridional de esta región estructural.

Estratigráfica y litológicamente, los materiales afectados por la traza se dividen en: materiales integrantes del sustrato rocoso del Complejo Urgoniano y formaciones superficiales cuaternarias.

5.2.2.1 COMPLEJO URGONIANO (APTIENSE – ALBIENSE)

- **Margas, Margocalizas y Calcarenitas de grano fino (CU-1).** Este tramo se compone fundamentalmente de margas y margocalizas gris-azuladas, a veces con nódulos calizos o piritosos, estratificadas en bancos decimétricos, además de niveles de calizas nodulosas / parabrechas calcáreas, en matriz margosa (lutítica/ limolítica)
- **Filones de cuarzo y zonas silicificadas (CS-7).** Los filones de cuarzo pueden llegar a tener potencias de varios metros y normalmente están acompañados por una fuerte tectonización y silicificación de la roca encajante, en forma de abundantes venillas de cuarzo de potencia milimétrica o decimétrica, siendo su origen de tipo hidrotermal. Puntualmente se ha observado en el extremo Oeste de la zona de Aperribai un afloramiento de estas características, un filón de cuarzo con abundantes mineralizaciones de hierro.

5.2.2.2 FORMACIONES SUPERFICIALES CUATERNARIAS

- **Depósito aluvial (Q_{AL}).** Los depósitos aluviales del área de estudio están asociados al río Ibaizábal y Nervión en su margen derecha y se encuentran mayoritariamente cubiertos por los rellenos de los polígonos industriales circundantes, por la explanada de la actual CN-634 y autopista A-8.

En los sondeos realizados en las cercanías de los ríos principales y en algunos de los sondeos realizados en el casco urbano de Galdakao (asociados a la presencia de algún arroyo subterráneo), también se han detectado estos materiales. Están integrados por niveles de

Memoria

Página 13

depósitos de granulometría muy variada, como limos, arenas limosas y gravas arenosas y arcillosas.

- **Depósitos Antropogénicos (RA).** El corredor estudiado atraviesa zonas urbanas e infraestructuras en gran parte de su recorrido, aunque mayoritariamente lo haga de manera soterrada, hay zonas en las que las trazas propuestas se apoyan directamente sobre depósitos antropogénicos. De esta manera y dependiendo del grado de compactación y tratamiento de estos depósitos, se pueden distinguir dos tipos de rellenos:
- **Rellenos Compactados (RAc).** Son aquéllos que conforman los viales urbanos, la plataforma de la actual N-634 y autopista A-8. Se prevé que se traten de rellenos de tipo todo-uno o suelos seleccionados, adecuadamente puestos en obra y compactados, ya que no muestran patologías significativas en esta zona.
- **Rellenos Sin Compactar (RAn).** Depósitos de tierras procedentes probablemente de los excedentes de tierras de obras próximas, formados por restos de escombros sin compactar y cantos angulosos de las formaciones rocosas del entorno muy alterados.

5.2.3 CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DEL MACIZO ROCOSO

Geomorfológicamente, el relieve en esta zona viene condicionado por la litología y estructura geológica, presentándose como una serie de elevaciones, debido a una componente carbonatada más elevada en la primera mitad del corredor, y silícea en la segunda mitad.

Las cotas mínimas y máximas de la zona oscilan entre las 40 y 105, respectivamente. Cabe destacar que toda la cuenca tiene un marcado componente en el sentido de aporte hacia el Sureste, coincidiendo con la dirección principal de fracturación (NO-SE). El corredor de Sarratu discurre a través del margen con carácter deposicional de uno de los meandros del río Nervión, en el término municipal de Basauri. La morfología de esta zona es esencialmente llana, debido al depósito de sedimentos aluviales y a la remodelación antrópica posterior.

5.2.4 HIDROGEOLOGÍA

Hidrogeológicamente, el área de estudio se sitúa próxima al curso medio del río Nervión y a cierta distancia del cauce. En el curso medio del río se alternan áreas del río erosionadas y zonas de depósito de sedimentos, lo cual se debe, principalmente, a las fluctuaciones de la pendiente y a la influencia que reciben con respecto al caudal y sedimentos de sus afluentes, como el río Ibaizábal. La sección transversal del río toma forma de U seccionada en lugar de la forma de V que prevalece en el curso superior. A lo largo del curso medio, el río sigue teniendo la suficiente energía como para mantener un curso aproximadamente recto, excepto que haya obstáculos excepcionalmente resistentes, como es el caso del macizo rocoso circundante.

Memoria

Página 14

Las formaciones rocosas en las que se encuadra el ámbito de estudio no presentan antecedentes de interés hidrogeológico importantes.

5.2.5 SISMICIDAD

De acuerdo con la “Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02)” Real Decreto 997/2002 de 30 de Agosto, la obra que se proyecta se clasifica como “DE ESPECIAL IMPORTANCIA”, dado que su destrucción por terremoto puede interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos. En este grupo se incluyen las infraestructuras básicas como principales vías de comunicación de las poblaciones. Sin embargo, de acuerdo con los “Criterios de aplicación de la Norma” no es obligatorio tener en cuenta este factor, ya que toda la provincia de Bizkaia queda por debajo del límite establecido a estos efectos.

5.2.6 TRAMIFICACIÓN GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA DEL TRAZADO

Geotécnicamente, se ha realizado una campaña de sondeos mecánicos, ensayos ‘in situ’ y geofísica. La realización de sondeos permite conocer la naturaleza y composición de diferentes litologías, así como extraer muestras inalteradas y parafinadas para determinar los parámetros geomecánicos que intervienen en los cálculos. Se han realizado hasta la fecha en este tramo un total de 20 sondeos mecánicos, 5 en el estudio informativo y 15 para el actual proyecto constructivo del tramo Sarratu-Aperribai.

Los niveles de suelos interpretados y las características geotécnicas de los mismos, a efectos de cálculos, para las **zonas con afección externa**, se han dividido en dos zonas; zona de **Sarratu** y zona de **Aperribai**.

- **Zona de Sarratu:** los espesores, de los niveles de suelos interpretados, pueden sintetizarse en la secuencia siguiente:
 - 1,90-7,50m Rellenos heterogéneos
 - 1,15-5,55m Arcillas limos arenas
 - 0,00-2,35m Gravas y bolos
 - >7,40-11m Roca G-II (CU-1)

Los parámetros obtenidos en los ensayos in situ y de laboratorio se resumen en la siguiente tabla:

Parámetros Rellenos Ra Rc Rv	VALOR
PARÁMETRO	
Humedad natural W (%)	20

Memoria

Página 15

Parámetros Rellenos Ra Rc Rv	
PARÁMETRO	VALOR
Densidad aparente (t/m ³)	1,80
Resistencia a compresión simple (kPa)	50
Cohesión efectiva c' (kPa)	25
Ang Roz. Efectivo ϕ' (°)	33
Módulo de deformación Eo (MPa)	3,0
Parámetros suelos aluviales Av arcillas	
PARÁMETRO	VALOR
Humedad natural W (%)	21
Densidad aparente (t/m ³)	2,10
Resistencia a compresión simple (kPa)	200
Cohesión efectiva c' (kPa)	41,7
Ang Roz. Efectivo ϕ' (°)	28
Módulo de deformación Eo (MPa)	20
Parámetros suelos aluviales Av gravas	
PARÁMETRO	VALOR
Densidad aparente (t/m ³)	2,0
Cohesión efectiva c' (kPa)	10
Ang Roz. Efectivo ϕ' (°)	35
Módulo de deformación Eo (MPa)	9,0
Parámetros suelos eluviales CU-1	
PARÁMETRO	VALOR
Humedad natural W (%)	21
Densidad aparente (t/m ³)	2,00
Resistencia a compresión simple (kPa)	200
Cohesión efectiva c' (kPa)	50
Ang Roz. Efectivo ϕ' (°)	25
Módulo de deformación Eo (MPa)	50
Parámetros sustrato rocoso CU-1	
PARÁMETRO	VALOR
Humedad natural W (%)	1,07
Densidad aparente (t/m ³)	2,70
Resistencia a compresión simple (MPa)	30
Módulo de deformación (MPa)	19489

- **Zona de Aperribai:** los espesores, de los niveles de suelos interpretados, pueden sintetizarse en la secuencia siguiente:
 - 1,00-2,00m Rellenos heterogéneos

Memoria

Página 16

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERIBAI



- 1,50-5,50m Arcillas limos arenas
- 0,00-3,20m Gravas y bolos
- 0,00-1,00m Roca G-IV-V (CU-1)
- >3,50-13,80m Roca G-II (CU-1)

Los parámetros obtenidos en los ensayos in situ y de laboratorio se resumen en la siguiente tabla:

Parámetros Rellenos Ra Rc Rv	
PARÁMETRO	VALOR
Humedad natural W (%)	21,41
Densidad aparente (t/m ³)	1,80
Resistencia a compresión simple (kPa)	50
Cohesión efectiva c' (kPa)	33,3
Ang Roz. Efectivo ϕ' (°)	25
Módulo de deformación Eo (MPa)	3,0
Parámetros suelos aluviales Av arcillas	
PARÁMETRO	VALOR
Humedad natural W (%)	20
Densidad aparente (t/m ³)	2,0
Resistencia a compresión simple (kPa)	100
Cohesión efectiva c' (kPa)	50
Ang Roz. Efectivo ϕ' (°)	25
Módulo de deformación Eo (MPa)	6,0
Parámetros suelos aluviales Av gravas	
PARÁMETRO	VALOR
Densidad aparente (t/m ³)	2,0
Cohesión efectiva c' (kPa)	10
Ang Roz. Efectivo ϕ' (°)	35
Módulo de deformación Eo (MPa)	9,0
Parámetros suelos eluviales CU-1	
PARÁMETRO	VALOR
Humedad natural W (%)	23,8
Densidad aparente (t/m ³)	2,00
Resistencia a compresión simple (kPa)	100
Cohesión efectiva c' (kPa)	25
Ang Roz. Efectivo ϕ' (°)	25
Módulo de deformación Eo (MPa)	50
Parámetros sustrato rocoso CU-1	
PARÁMETRO	VALOR

Memoria

Página 17

Parámetros Rellenos Ra Rc Rv	
PARÁMETRO	VALOR
Humedad natural W (%)	1,80
Densidad aparente (t/m ³)	2,70
Resistencia a compresión simple (MPa)	24
Módulo de deformación (MPa)	12638

Las excavaciones, dados los condicionantes urbanos, se proyectan con elementos de contención tipo pantalla, de micropilotes con anclajes provisionales, los parámetros de cálculo para cimentaciones superficiales, profundas y otros elementos estructurales se resumen en la tabla siguiente:

Anclajes/ Guía para el diseño y ejecución de anclajes al terreno de obras de carretera.	
PARÁMETRO	VALOR
alim (Adherencia limite) Mpa	0,60
Fs (Coeficiente de seguridad al arrancamiento del bulbo anclajes provisionales/permanentes)	1,45/ 1,65
Cimentación profunda con pilotes/ Guía de cimentaciones en obras de carretera.	
PARÁMETRO	VALOR
qp (resist. unitaria por punta para 1 diámetro de empotramiento) (Mpa)	2,50
tf (resist. unitaria por fuste) (Mpa)	0,25
Fs para la carga por punta y por fuste Qp y Qf	3
Cimentación superficial en roca /pozos, zapatas/ Guía de cimentaciones en obras de carretera	
PARÁMETRO	VALOR
Tensión admisible cimentaciones en roca σ_{adm} . (Mpa)	0,5
Cimentación superficial muros en suelos arcillosos/ Guía de cimentaciones en obras de carretera	
PARÁMETRO	VALOR
Tensión admisible cimentaciones en suelos arcillo-arenosos. σ_{adm} . (Mpa)	0,2-0,10
Coeficiente de balasto K ₃₀ (MN/m ³)	100-60

5.3 PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

La actuación contemplada en este proyecto supone la implantación de infraestructuras en superficie, por lo que debe realizarse teniendo en cuenta las previsiones recogidas en los instrumentos de planeamiento municipal vigentes en la zona, intentando que no se planteen incompatibilidades entre dichas previsiones y las ocupaciones recogidas en el Proyecto.

Se ha de considerar además la posible existencia de planeamientos pertenecientes a otros organismos que pudieran afectar a la zona objeto del proyecto.

Memoria

Página 18

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI



En el Anejo nº3 se recogen los distintos planeamientos y se analiza detalladamente la relación de los mismos con las obras proyectadas en el presente documento.

Los municipios en los que se realizan obras en superficie del tramo Sarratu-Aperribai son Basauri y Galdakao. En este tramo son tres las zonas donde se desarrollan estas obras: Área Sarratu-Ariz y Estación de Aperribai.

La primera área de obras en superficie se extiende entre los puentes de las líneas de METRO y EuskoTren sobre el Nervión en Sarratu y el emboquille del túnel de línea en Ariz, se desarrolla en su totalidad en terrenos pertenecientes al municipio de Basauri, mientras que el resto de obras en superficie, del resto de la Línea 5, se desarrollan en suelos de Galdakao. Así pues, en este tramo las obras de la Estación de Aperribai se localizan dentro del término municipal de Galdakao.

5.3.1 PLANEAMIENTO MUNICIPAL

Para la coordinación del trazado con los planeamientos vigentes en los municipios, se ha contado con la información de Udalplan y la facilitada por los propios Ayuntamientos.

El planeamiento urbanístico supone un condicionante de primer orden por la necesidad de coordinar la solución adoptada con las previsiones del mismo, marcando la necesidad de recurrir a secciones soterradas en la línea al paso por sectores con futuros desarrollos urbanísticos, para evitar el efecto barrera que supondría la infraestructura para el futuro uso de dichos suelos.

El Planeamiento también ha influido en la determinación de alternativas y especialmente en la situación de las estaciones, para cuya ubicación también se han tenido en cuenta las previsiones de aumento de población debida a los nuevos o futuros desarrollos urbanísticos.

5.3.1.1 MUNICIPIO DE BASAURI

El Planeamiento vigente en el término municipal de Basauri, es del Plan General de Ordenación Urbana de Basauri, cuya revisión fue aprobada Definitivamente y Publicado en el Boletín Oficial de Bizkaia el 26 de enero de 2021.

La nueva línea discurre por los barrios de Ariz y Sarratu en dirección a Galdakao, por una zona poco poblada, pero con grandes previsiones de desarrollo urbanístico, centradas en el sector de J-Azbarren y el Área A.U.I.-3 AHV.

Las obras proyectadas respetan, en la medida de lo posible, dichas áreas de ordenación y especialmente las edificaciones previstas en las mismas. La mayor interferencia se localiza en la Reposición de la línea de mercancías de FEVE, la Estación de Sarratu y las obras de la Salida/ventilación de emergencia de Ariz, que coincidían en planta con el perímetro de la

Memoria

Página 19

urbanización prevista en el Área J-Azbarren. Para evitar la afección a ésta, se modificó el trazado previsto en el Estudio Informativo previo, desplazando el nuevo corredor ferroviario hacia el Norte y soterrando por completo la Línea de FEVE hasta superar la Estación de Sarratu.

El resultado es una mínima superposición en planta del borde exterior del Área J-Azbarren con el cajón de FEVE y el cajón de Estación, que al quedar soterrados bajo la cota de la urbanización prevista resultan compatibles con ésta.

La implantación de la Estación intermodal de Sarratu ha obligado además a modificar la rasante de la Calle Matxitxako, en el tramo entre rotondas que cruza sobre el corredor ferroviario. La rasante resultante es ligeramente inferior a la actual, por lo que las urbanizaciones previstas deberán realizar un pequeño ajuste de rasantes de su vial perimetral en el punto de intersección de éste con la Avenida Cervantes.

En el caso del Área A.U.I.-3 AHV, conocido como La Baskonia, las interferencias se producirían, en principio, únicamente durante la ejecución de las obras, cuando el desvío provisional previsto en la Fase I coincide en planta con esta parcela. Con los plazos de desarrollo previstos actualmente para las obras de Línea 5 y el área de La Baskonia, no se estiman interferencias entre ambas.

En las situaciones provisionales previstas durante las obras sí se proponen actuaciones que interfieren con el Área J-Azbarren. De igual forma, la rampa de ataque y la zona prevista para las instalaciones del contratista se desarrollan en esta área, por lo que la puesta en marcha de los desarrollos previstos supondría un serio condicionante para la ejecución del Tramo 1.

Mencionar por último la afección al Edificio Ibarro, ubicado inmediatamente al Norte de la traza actual, e inmerso en el actual canal ferroviario, que será necesario demoler para implantar la nueva Estación Intermodal de Sarratu.

5.3.1.2 MUNICIPIO DE GALDAKAO

El planeamiento vigente en el término municipal de Galdakao es el Plan General de Ordenación Urbana. El Ayuntamiento ha facilitado además el "Proyecto básico de la residencia para mayores dependientes en Irubide", en el Barrio de Aperribai, de fecha noviembre de 2010.

El trazado en este término municipal discurre fundamentalmente en túnel en mina, a excepción de la zona de Aperribai donde, tanto la Estación como el tramo de túnel previo a la misma, se han de ejecutar en falso túnel, lo que supondrá la ocupación de los terrenos durante la ejecución de las obras, todo ello sobre suelo clasificado como espacio libre en el planeamiento.

Memoria

Página 20

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERIBAI



5.3.2 OTROS PLANEAMIENTOS

Se han analizado otros proyectos y obras que, con carácter supramunicipal, están previstos o se llevan a cabo en el área de estudio, y que deben compatibilizarse con la implantación de la Línea 5 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao.

Cabe destacar en este sentido el proyecto la implantación de una rotonda en la N-634, en sustitución de la intersección existente en la actualidad en la zona donde se prevé construir la estación y falso túnel de Aperribai. Se trata del proyecto “*Reordenación de accesos en la carretera N-634 del PK 103+200 al PK 104+200 (Mercadillo-Irubide) en Galdakao*”, promovido por la DFB. Dicho proyecto fue sometido recientemente al trámite de Información Pública y constituye un condicionante a tener en cuenta en el diseño de las fases de obra de la Estación de Aperribai.

5.4 REDES DE SERVICIOS

Para la localización e identificación de los servicios susceptibles de ser afectados por las obras objeto del presente Proyecto, se ha partido de la información facilitada por los organismos y compañías propietarias de redes en la zona. Se han realizado visitas a campo para comprobar in situ la información recibida, y se ha realizado el levantamiento topográfico de arquetas y postes.

En el Anejo nº 15 se describen las principales características de las redes que se pueden ver afectadas por las obras, a excepción de los servicios “a reponer por terceros” que quedan recogidos en el Anejo nº16, y que hacen referencia a las redes pertenecientes a compañías de electricidad, telecomunicaciones y gas, cuya reposición habrá de ser realizada por los titulares de los mismos.

Una vez analizada la información obtenida, se ha concluido que los servicios afectados en el área de actuación son los que se indican a continuación: Abastecimiento municipal, Alumbrado, Saneamiento (red de fecales y pluviales) municipal, Bizkaibus, Consorcio de Aguas Bilbao-Bizkaia, Euskaltel, Iberdrola, Jazztel, Naturgas, Telefónica, Departamento de Interior del Gobierno Vasco (Fibra óptica) y Red de semáforos (DFB).

5.5 OTRAS INFRAESTRUCTURAS

Las principales infraestructuras presentes en el área de estudio que han influido en el diseño de la solución propuesta en el presente proyecto constructivo son las siguientes:

Memoria

Página 21

5.5.1 CARRETERA N-634

La única interferencia en este tramo se produce en el paso de la Línea 5 bajo la carretera N-634 a la entrada al barrio de Aperribai. Así, se debe prestar especial atención al cruce de la nueva línea con dicha infraestructura, puesto que, tras el cruce se materializa el emboquille de salida del túnel Sarratu-Aperribai, debiendo asegurarse la no interferencia con el tráfico de dicha carretera.

Además, las obras de ejecución de la Estación de Aperribai y los tramos de falso túnel anterior y posterior a la misma, se ejecutan en el espacio disponible ente la N-634 y el vial de acceso al Barrio de Aperribai, siendo necesario ejecutar la estación entre pantallas para evitar la afección a ambos viales.

En el diseño de las fases de obra de la estación de Aperribai se ha tenido en cuenta el condicionante que supondrá el mencionado proyecto *“Reordenación de accesos en la carretera N-634 del PK 103+200 al PK 104+200 (Mercadillo-Irubide) en Galdakao.*

5.5.2 LÍNEA ARIZ-BASAURI DE METRO BILBAO

En el caso de la Línea Ariz-Basauri, el trazado de la Conexión con la Línea 1 de METRO se inicia a modo de desvío de la misma, lo que implica que las obras de conexión entre ambas supondrán ligeras afecciones al tráfico de en esta línea.

Así mismo, las obras del tramo inicial, en el área de Sarratu, implican trabajar en las inmediaciones de la línea en servicio y ejecutar las obras de plataforma en el entorno del falso túnel de la Línea Ariz-Basauri, lo que ha condicionado sustancialmente el diseño de los ramales de Conexión de Vía 1 y Vía 2 y ha obligado, así mismo, a diseñar algunas estructuras que garanticen la no afección al falso túnel de la línea de Basauri.

5.5.3 LÍNEA BILBAO-DONOSTIA DE EUSKOTREN

Como principal eje ferroviario de la zona, la doble vía de la línea Bilbao-Donostia de EuskoTren, que procedente de la Estación de Etxebarri de ET, cruza sobre el Nervión mediante una nueva estructura de reciente construcción, para luego pasar bajo el ramal de acceso a las Cocheras de Ariz del FMB y seguir por la margen Norte del corredor ferroviario existente en dirección a la Estación de Etxebarri.

El encaje de la nueva línea 5 se propone como variante de este trazado existente que, entre las Estaciones de Etxebarri y Usánsolo, introducirá una variante de trazado para viajeros con cinco nuevas estaciones, una en Basauri y cuatro en Galdakao.

Memoria

Página 22

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERIBAI



5.5.4 MERCANCÍAS BASURTO-ARIZ Y RAMAL ACERALIA

El nudo ferroviario de Sarratu se completa con el ramal de acceso a la factoría de Aceralia y la línea de mercancías Basurto-Ariz de EuskoTren (antes FEVE), que deben reponerse como consecuencia de la implantación de la Línea 5 y la Estación Intermodal de Sarratu.

La reposición de la línea de FEVE marca en el proyecto el borde sur del nuevo corredor ferroviario, que discurre bordeando las urbanizaciones Sarratu y futura Azbarren previstas al sur del mismo y soterrado en buena parte de su longitud, en concreto 170m, de los cuales los aproximadamente 110 primeros discurren en paralelo a la Estación de Sarratu.

La playa de vías también se verá afectada por las obras a ejecutar. La necesidad de contar con un desvío provisional en vía doble para el trazado de EuskoTren, mientras se ejecutan las obras de la Estación de Sarratu y del nuevo trazado de Línea 5, obligará a diseñar una nueva playa de vías cuyas características y geometría se ajusta a lo establecido por la Dirección de proyecto.

5.5.5 POZO DEL INTERCEPTOR DEL CONSORCIO

De entre los servicios existentes en el área de estudio, se ha considerado únicamente como condicionante en el diseño del trazado el interceptor del Nervión – Ibaizábal, propiedad del Consorcio de Aguas.

Se trata de un colector de hormigón de \varnothing 1.200 mm hincado en roca que discurre a cierta profundidad, y que cuenta con pozos de gran tamaño. Dicha conducción discurre en todo el tramo objeto de proyecto en paralelo al cauce de los ríos Nervión e Ibaizábal, bien por su margen derecha, bien por la izquierda. La identificación de su situación y la de sus pozos, ha sido tenida en cuenta a la hora de optimizar el encaje de trazado de la solución adoptada, evitándose interferencias con los mismos.

De esta manera el trazado proyectado, y más concretamente el del Ramal de Conexión Vía 1 del inicio del tramo, discurren en principio sin afectar al pozo de grandes dimensiones existente en Sarratu, ubicado entre el trazado de la línea Ariz-Basauri y el acceso a las cocheras de Ariz.

En la solución propuesta, este ramal ocuparía el hueco existente entre el falso túnel de la línea Ariz-Basauri y el pozo del Consorcio. Ante la imposibilidad de proceder al destape del perímetro exterior del pozo, lo que requeriría de la actuación de máquinas de movimiento de tierras en las inmediaciones de la vía del FMB en servicio, el trazado del ramal se ha proyectado tomando como referencia los planos As-built del pozo proporcionados por el propio Consorcio de Aguas.

Memoria

Página 23

5.5.6 EDIFICACIONES

El trazado en superficie del tramo Sarratu-Aperribai con todas las líneas involucradas en el mismo, tanto provisionales como definitivas, se ve condicionado, por la presencia de múltiples edificaciones en ambos márgenes del corredor. En la margen Norte destacan las dos subestaciones eléctricas de EuskoTren, emplazadas entre el corredor ferroviario y la Avenida Cervantes.

En la margen sur el principal condicionante es la urbanización y edificaciones del área I-Sarratu, de reciente construcción, cuyo muro perimetral marca el límite de las actuaciones a desarrollar. Será necesario, además, demoler varias edificaciones:

- Edificio Ibarro: Construcción actualmente deshabitada que cuenta con un transformador eléctrico en desuso que será necesario dismantelar. Este edificio se ubica centro del canal ferroviario.
- Edificaciones del barrio Azbarren, que se encuentran bastante deterioradas, y que coinciden además con el Área J-Azbarren donde el planeamiento municipal establece la implantación de una nueva urbanización residencial con viviendas en altura. Será necesario proceder a la demolición de estas edificaciones para la ejecución de la Salida de emergencia de Ariz, que se utiliza además como acceso al túnel de línea durante las obras, así como para la implantación del campamento de obra previsto en esta zona.

6. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Las principales obras contempladas en el presente proyecto constructivo del tramo Sarratu-Aperribai de la Línea 5 del FMB son las siguientes:

- Plataforma y superestructura de vía de la Línea 5 de EuskoTren desde el paso inferior bajo la playa de vías de Cocheras de Ariz hasta superar el tramo en falso túnel de Aperribai.
- Plataforma, superestructura de vía, electrificación y señalización de la conexión con la Línea Bilbao-Donostia de EuskoTren, entre las estaciones de Sarratu y Aritz.
- Reposición de la línea de FEVE y las playas de vías asociadas.
- Reposición del ramal ferroviario de ARCELOR
- Implantación del itinerario peatonal Basauri-Ariz, en el tramo entre el Puente de la Baskonia y el Puente de ET sobre el Nervión.
- Estación Intermodal de Sarratu
- Salida de emergencia de Aritz
- Estación de Aperribai

Las líneas operadas por METRO y EUSKOTREN son objeto del presente proyecto, por lo que su trazado se aborda en el Anejo nº4, *Trazado y Replanteo*.

Las líneas Basurto-Ariz de Mercancías de EuskoTren y ACERALIA, no son objeto directo del proyecto, pero se ven afectadas por el mismo, por lo que ha sido necesario definir un trazado para la reposición de las mismas, que queda recogido en el Anejo nº14, *Reposiciones Ferroviarias*.

A continuación, se introducen las principales actuaciones a desarrollar en el marco del presente proyecto.

CONEXIÓN CON METRO LÍNEA 1

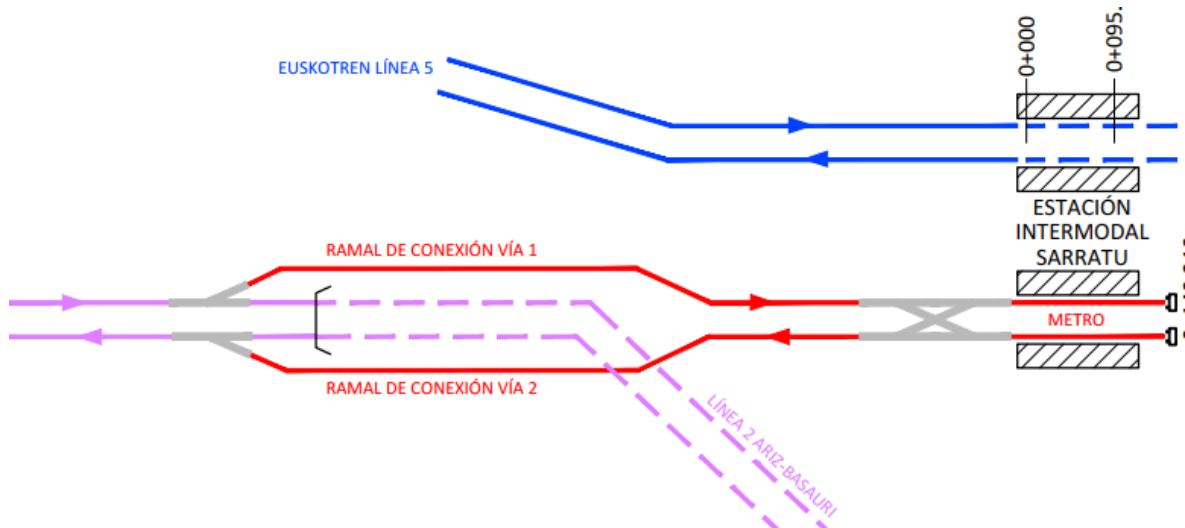
La Estación de Sarratu se diseña como punto de intercambio modal entre el servicio gestionado por METRO (Línea 1) y la nueva Línea 5 gestionada por EuskoTren. Para ello, es necesario diseñar una conexión en doble vía con origen las actuales vías de la Línea 1 y final en los andenes "lado METRO" de la Estación de Sarratu.

Memoria

Página 25

La conexión con METRO se articula en su primera parte mediante los Ramales de Conexión de Vía 1 y 2, que se extienden entre el nivel inferior del Puente 3 y la Estación de Sarratu y se desarrollan a cielo abierto. Tienen una longitud en torno a los 125 m. Al acercarse a la Estación de Sarratu estos Ramales de Conexión dan paso al PK 0+000 del trazado en doble vía de METRO, que marca el trazado de la conexión en el interior de la estación de Sarratu, prolongándose unos metros tras superar la misma.

El esquema funcional de esta conexión es el siguiente:



Vía 1

La vía impar (sentido Sarratu) tiene una longitud total de 324,5 metros y nace a continuación del Puente 3, como desvío a izquierdas de la vía de la línea Ariz-Basauri del FMB, procedente del nivel inferior del Puente 3. El ramal debe separarse lo antes posible de la vía sentido Basauri de manera que pueda colocarse paralela a la misma a la altura del Pozo del Consorcio de Aguas, y poder así pasar entre éste y el falso túnel de la línea Ariz-Basauri. Para conseguirlo es necesario modificar ligeramente el trazado de la Línea Ariz-Basauri en este punto, de manera que se favorezca el paso entre estructuras.

El punto crítico del trazado es precisamente el pasillo entre la estructura enterrada del Consorcio de Aguas y el falso túnel, dado que apenas se dispone de espacio suficiente para implantar la vía única, hasta el punto de que es necesario admitir una reducción puntual de la sección, sacando el dado de comunicaciones fuera y eliminando el espacio para postes de catenaria, que se graparía al falso túnel si resultase necesario un apoyo en esa zona. Una vez superado este escollo, el trazado gira a derechas buscando la Estación de Sarratu.

Vía 2

Memoria

Página 26

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI

El eje que define este trazado se inicia a continuación del Puente 3, y tiene una longitud total de 327 metros. El ramal se inicia como desvío de la vía sentido Basauri de la Línea Ariz-Basauri.

La decisión de implantar este ramal al sur de la Línea Ariz-Basauri, implica necesariamente un trazado alternativo para el ramal ferroviario de acceso a la factoría de Aceralia, que se decide trasladar al sur, en la margen opuesta del vial de acceso a la factoría, dejando así libre la banda de circulación actual. De esta manera, el Ramal de Conexión de Vía 2 puede discurrir coincidiendo en planta con el actual trazado del Ramal de Aceralia, lo que evita afecciones adicionales, al discurrir por una plataforma ferroviaria ya implantada.

Así pues, se diseña un trazado para este ramal que reproduce en la medida de lo posible en planta el actual de las vías de acceso a Aceralia, mientras que en alzado discurre sensiblemente por debajo, descendiendo suavemente hasta alcanzar la rasante de la Estación de Sarratu, aunque sin afectar en absoluto al falso túnel de la Línea Ariz-Basauri, que cruza bajo el trazado del Ramal a la altura del PK 0+200.

LÍNEA 5 EUSKOTREN

Este primer tramo Sarratu-Aperribai de la Línea 5 tiene una longitud total de 1.800 m entre el Puente de la Baskonia y el final del tramo, superada ya la Estación de Aperribai. El tramo incluye 2 estaciones, Sarratu y Aperribai, construidas ambas en falso túnel.

El tramo se inicia con la modificación del actual trazado de EuskoTren entre el puente sobre el Río Nervión, posterior a la Estación de EuskoTren de Etxebarri, y la estación de Sarratu. Este tramo se desarrolla a cielo abierto con una longitud total de unos 260 metros.

Ya en la Estación de Sarratu, se da paso al Eje que define la geometría del tronco completo de la Línea 5 en doble vía. El Tramo 1 finaliza coincidiendo con el PK 1+540 de dicho eje.

A partir de la Estación de Sarratu el trazado se desarrolla íntegramente soterrado, intercalando los tramos en falso túnel con los de túnel en mina:

PK 0+000 a	PK 0+120	Estación de Sarratu (falso túnel)
PK 0+120 a	PK 0+400	Falso Túnel Sarratu
PK 0+400 a	PK 1+214	Túnel en Mina Sarratu-Aperribai
PK 1+214 a	PK 1+540	Falso Túnel y Estación de Aperribai

El trazado de EuskoTren se completa con una conexión de las vías del tronco de Línea 5 con la Estación de Ariz, para lo cual es necesario introducir tres nuevos aparatos en las vías generales, a la salida de la Estación de Sarratu. Este trazado permitirá mantener en servicio la línea de viajeros

Memoria

Página 27

de EuskoTren en caso de que llegado el momento de levantar el desvío provisional de EuskoTren la Línea 5 no pueda entrar en servicio.

Se introduce para ello un tramo en vía única entre las estaciones de Sarratu y Ariz, cuyo trazado está seriamente condicionado por la presencia de las subestaciones eléctricas de EuskoTren. Este trazado podría mantenerse en servicio, a modo de conexión técnica, una vez entre en servicio la Línea 5.

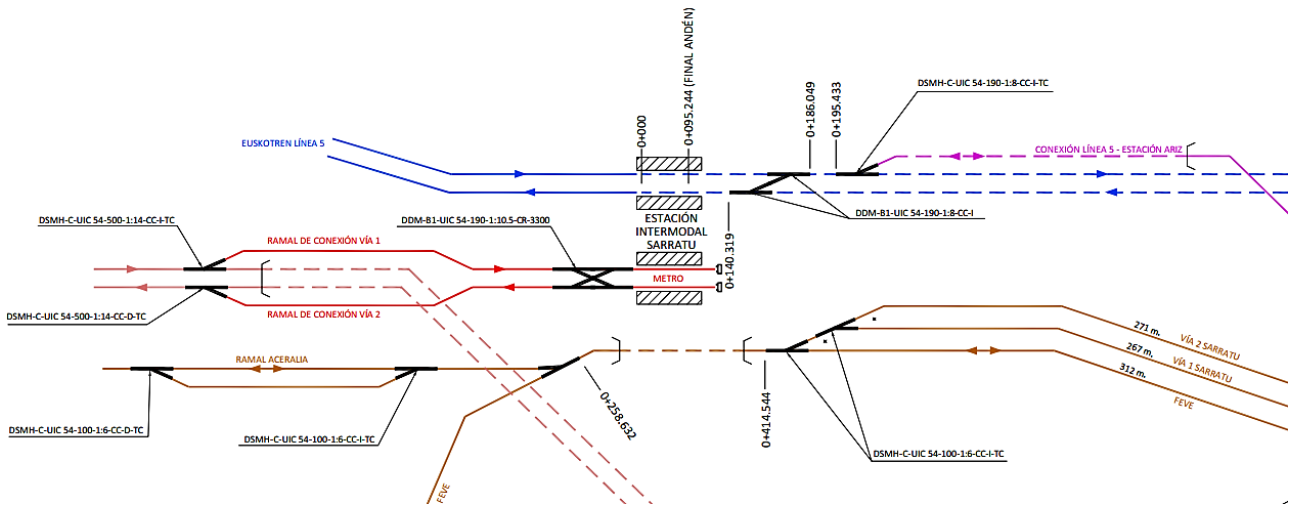
La estructura del falso túnel que da cabida al tronco de la Línea 5 y al ramal de conexión en vía única con la estación de Ariz conecta el lado izquierdo del cajón bicelular de Sarratu (PK aprox. 0+120) y el emboquille del túnel en mina situado en el PK 0+400. Se resuelve en falso túnel, comenzando con un tramo en desmante, hasta llegar a una sección con altura de excavación de unos 16,7 m.

La estructura alberga en sus primeros metros 2 vías, correspondientes al tronco de la Línea 5. A partir del PK 0+200 aproximadamente, se alberga también la nueva vía. Hasta el PK+260 las tres vías comparten un cajón común, delimitado lateralmente por dos muros pantalla de pilotes. A partir de dicho PK se dispone una pantalla central, también de pilotes, de forma que se crean dos cajones diferenciados, uno para el tronco de la Línea 5 y otro para el eje 83. De esta forma, el falso túnel de Línea 5 en Sarratu se compone de 7 tramos diferenciados, En el Anejo nº8, obras de fábrica, se describe en detalle la estructura proyectada.

ÁREA DE SARRATU

Las actuaciones en el entorno de Sarratu se extienden desde el cauce del Nervión-Ibaizábal, sobre el que saltan las actuales líneas de EuskoTren y METRO mediante sendos viaductos, hasta la estación y terminal de contenedores de EuskoTren en Ariz. En este ámbito coinciden varios trazados ferroviarios que se verán afectados, en mayor o menor medida, por las actuaciones asociadas a la nueva Línea 5.

El proyecto afecta directamente a la Línea Bilbao-Donosti de EuskoTren y la Línea 1 del FMB. A éstas hay que añadir la antigua línea de FEVE Basurto-Ariz, propiedad ahora del Gobierno Vasco, y la vía que conecta ésta con la factoría de Aceralia haciendo necesaria la reposición de las mismas al sur de sus actuales trazados en la zona que va desde el Puente 3 hasta la playa de vías de Ariz. En el esquema funcional adjunto se presenta la interrelación que resulta de la implantación de Línea 5 en esta zona.



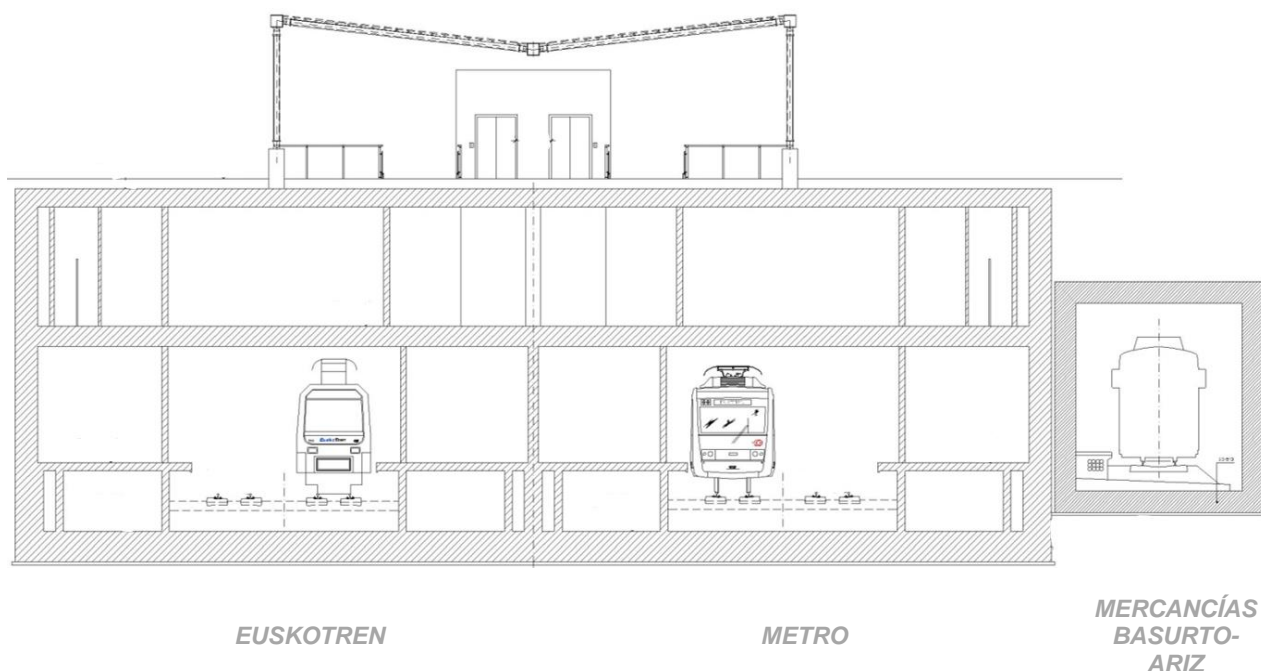
ESTACIÓN INTERMODAL DE SARRATU

La nueva Estación de Sarratu se diseña como Intercambiador entre las Línea 1 de Metro y la Línea 5. El recinto de estación es simétrico, ocupando EuskoTren la mitad norte y METRO la mitad sur. La Estación se implanta ocupando el corredor ferroviario limitado al norte por la Calle Larrazábal y la Avenida Cervantes y al Sur por la nueva urbanización “Sarratu-Área I”, de reciente construcción, y una nueva área de desarrollo previsto en el planeamiento municipal de Basauri en esta zona, denominada “Azbarren- Área J”.

EN el Anejo nº10, *Estación Intermodal de Sarratu*, se recoge toda la información relativa al diseño y características de la estación proyectada incluyendo, a modo de apéndice, las notas de cálculo de todos los elementos integrantes de la misma.

Se configura como una estación en falso túnel con acceso peatonal desde la plaza diseñada en superficie, sobre la losa superior de la estación, a cota de calle. Por debajo la estación se configura en dos niveles: Nivel de mezzanina y nivel de andenes.

De forma general, el esquema de estación consiste en un vestíbulo de acceso ubicado sobre el testero este a nivel de mezzanina en un nivel intermedio entre el de andenes y el de la calle. Todos los niveles se comunican entre sí mediante los correspondientes grupos de escaleras y ascensores.



La línea Basurto-Ariz discurre en paralelo a la Estación en toda su longitud, diseñándose para ello un cajón ferroviario paralelo al de la propia estación.

La estación cuenta con un acceso directo soterrado entre ésta y las instalaciones de talleres y cocheras de Ariz.

SALIDA/VENTILACIÓN DE EMERGENCIA DE ARIZ

El tramo en túnel existente entre las dos primeras estaciones pertenecientes a línea 5 exige la implantación de una infraestructura de emergencia. Se construye una galería que entronca con el túnel de línea en el P.K.0+520, próximo a la entrada de la traza en túnel, bajo la franja industrial de Basauri. En el entronque se dispondrán ventiladores que permitan utilizar la galería como ventilación de emergencia del túnel de línea. La galería cuenta con una segunda conexión con el túnel, 20 metros antes, que se utiliza como salida para evacuación en caso de emergencia.

Tras unos primeros metros de trazado independiente, ambas galerías se unen compartiendo sección y saliendo a superficie en el extremo oeste del sector "Azbarren-Área J", la galería correspondiente a esta salida/ventilación de emergencia será utilizada como uno de los accesos a obra, implantando en sus inmediaciones el grueso de las instalaciones del contratista en el Área de Sarratu. La galería formará parte de la rampa de ataque para las obras del túnel en mina entre Sarratu-Aperribai. También podrían abordarse desde esta rampa los trabajos del falso túnel a excavar bajo losa. Una vez finalizadas las obras, podrá dar cabida en su interior a la ventilación y la salida de emergencia.

Memoria

Página 30

TRAMO ARIZ-APERRIBAI

El trazado proyectado abandona la zona Ariz en dirección a Aperribai en forma de túnel de línea. El trazado en este punto se dirige hacia el primero de los subfluviales proyectados, en este caso bajo el cauce del Nervión en el punto de confluencia de este con el Ibaizábal.

El túnel de línea ha de pasar bajo el cauce con la suficiente tapada como para no suponer riesgo alguno para las obras, para luego ascender en dirección a la Estación de Aperribai, que está previsto se desarrolle en falso túnel, y que por tanto requiere que el trazado se acerque a la superficie en el entorno de la estación. Existe un condicionante añadido que es la presencia de la N-634, bajo la cual debe pasar el trazado inmediatamente antes de llegar a Aperribai, discurriendo aún en túnel en mina, puesto que un falso túnel supondría cortes de tráfico para la ejecución del mismo que no resultan aceptables en una arteria de tal importancia.

La solución a esto es un trazado que describe un punto bajo justo antes del paso bajo el cauce del Nervión, en el entorno del PK 0+700, donde se inscribe un acuerdo vertical cóncavo que permite enlazar la pendiente de 55 milésimas que se iniciaba en las inmediaciones de la Estación de Sarratu, con una nueva rampa de 50 milésimas de inclinación, con la que se cruza ya bajo el cauce, y que se prolonga hasta la misma entrada a la Estación de Aperribai. La tapada conseguida de esta forma bajo la N-634 es de unos 6 metros.

ESTACIÓN DE APERRIBAI

La Estación de Aperribai se implanta en una franja de terreno existente entre la N-634 y el Barrio de Aperribai, que se desarrolla en una ladera escarpada. La orografía de la zona y las especiales características del área disponible para la implantación de la misma condicionan seriamente el diseño de la estación, tanto en planta como en alzado.

El túnel de línea procedente de Sarratu finaliza apenas 100 m antes del inicio de la Estación de Aperribai, dando paso a un falso túnel, con una longitud total de unos 320 metros, que dará cabida a la propia estación. El espacio disponible obliga a desarrollar la Estación de Aperribai sensiblemente paralela a la N-634 y al vial de acceso al propio barrio desde la base del mismo.

El escaso espacio disponible y los múltiples condicionantes del entorno, obligan a construir una estación de planta irregular, enmarcada en un falso túnel que da cabida también a las ventilaciones de emergencia y ventilación EBA de la estación. Se trata de una estación de planta curva y andén central, siendo este de anchura variable a lo largo de la Estación.

El principal motivo de disponer andén central es la conveniencia de poder disponer de una hilera de pilares en el andén central que sirvan de apoyo intermedio a la cubierta de la misma. Esto resulta

Memoria

Página 31

de especial importancia por la necesidad de incluir en la cubierta la reposición del actual vial que conecta la N-634 con la vialidad del Barrio.

Este vial ha supuesto un serio condicionante en el diseño de la estación, no sólo por la necesidad estructural de apoyos intermedios, sino también porque el alzado del mismo está muy condicionado por el de los viales que comunica, lo que restringe las cotas que se pueden adoptar en la cubierta de la estación.

REPOSICIONES FERROVIARIAS

Son dos las reposiciones ferroviarias necesarias para la implantación de la Línea 5 en el ámbito de Sarratu. En el Anejo nº 14 a la presente memoria y en el capítulo 18 del Documento nº2 se recoge toda la información relativa a estas reposiciones.

LÍNEA BASURTO-ARIZ DE MERCANCÍAS DE FEVE:

El tramo objeto de reposición tiene una longitud total superior a 800 metros. El inicio se sitúa en paralelo a la Calle Plazakoetxe y luego a la calle Larrazábal hasta llegar al Área de Sarratu, donde se separa de la Calle Larrazábal buscando situarse paralelo por el sur al cajón de la Estación de Sarratu. Esta primera parte de la reposición tiene una longitud total de 260 metros y se desarrolla a cielo abierto.

A partir del PK 0+260, y hasta el PK 0+415, la reposición se desarrolla en falso túnel en paralelo al cajón tetra celular que abriga la Estación de Sarratu. Tras finalizar el falso túnel el trazado sale a superficie y la vía única se desdobra hacia el norte reponiendo la playa de vías de Sarratu, más adelante conecta con la playa de vías que FEVE opera en la Terminal de Ariz.

Para su ejecución es necesario plantear un desvío provisional de la línea Basurto-Ariz que se incluye en el Anejo nº 19, Situaciones provisionales.

La reposición de las vías de FEVE incluye la reposición de los sistemas de señalización y conducciones asociados a las mismas. En el Anejo nº 18, electrificación y señalización, se aborda la reposición de señalización y conducciones de la Línea Basurto-Ariz y su playa de vías.

RAMAL ACERALIA

El Ramal de Aceralia discurre en plataforma de vía única que conecta la factoría de Aceralia con la playa de vías que opera FEVE en la Estación de Ariz. Se trata pues de una vía con circulaciones puntuales, sin horarios establecidos y con una velocidad de circulación baja.

Se opta por diseñar la reposición del ramal ferroviario de Aceralia por el sur del vial de acceso a la factoría, lo que facilita la ejecución de las obras y reduce las afecciones a las circulaciones.

Memoria

Página 32

El ramal incluye un paso inferior bajo la Calle Larrazábal, previo a la conexión con la antigua FEVE, que se salva mediante un cajón de H.A. Así mismo, en su margen izquierda se acompaña en buena parte de su longitud primero por un manto de escollera, y luego por un muro, que contienen el terraplén del vial de acceso anexo al mismo.

Aunque la reposición se diseña en vía única, se incluye la construcción de una plataforma apta para doble vía, de manera que, si durante las obras resultase necesaria pudiese ser utilizada como vía de apartado.

REPOSICIONES VIARIAS

Son varias las zonas afectadas por las obras, donde será necesario proceder a la reposición y urbanización de calles una vez finalizadas las obras que las afectan.

En el Área de Sarratu, las obras requerirán la reposición y urbanización de las Calles Cervantes, Larrazábal y Matxitxako a su paso por la zona de obras, así como el vial de acceso a la factoría de Arcelor. Así mismo, se procederá a implantar un nuevo vial para uso peatonal y ciclista que permita conectar la Calle Larrazábal con el Puente de EuskoTren sobre el Nervión, reponiendo así el itinerario preexistente entre Basauri y Etxebarri. Estas reposiciones incluyen una nueva estructura de cruce sobre el corredor ferroviario a modo de reposición del Puente de la Baskonia y una pasarela que conecte éste con el itinerario peatonal y ciclista que discurre en paralelo a las vías de EuskoTren entre Etxebarri y Sarratu. En el anejo nº20 se describen las reposiciones proyectadas y en el Anejo nº7 se aborda el diseño y cálculo de las estructuras.

Por lo que respecta a la zona de Aperribai, será necesario reponer el vial de acceso desde el barrio de Aperribai a la N-634, que una vez ejecutada la parte de estación que le afecta, se repondrá con un trazado en planta parecido al original, así como la senda peatonal que discurre por el barrio coincidiendo con el emplazamiento previsto para la Estación de Aperribai. Además, se creará una plaza en el entorno de la estación, que tendrá una importante repercusión en el entorno urbano en que se ubica. La urbanización del entorno de la estación de Aperribai se incluye en el Anejo nº 11.

6.2 GEOTECNIA. OBRAS SUBTERRÁNEAS

6.2.1 OBRAS SUBTERRÁNEAS

La mayor parte de este tramo Sarratu – Aperribai transcurre en mina, ya que únicamente se ha proyectado en superficie el tramo inicial (zona de Sarratu) hasta el PK 0+400. Por otra parte, se ha previsto ejecutar otro tramo, en el que se localiza la estación de Aperribai, a cielo abierto y posteriormente cubrirlo con tipología de falso túnel.

Memoria

Página 33

En la tabla siguiente se resumen los tramos de túnel proyectados:

TRAMO	PK inicio	PK final	L túnel mina (m)	L falso túnel (m)
Túnel Sarratu - Aperribai	0+400	1+214	814	-
Falso túnel Aperribai	1+214	1+540	-	326

Además del túnel de línea al que se refiere la tabla anterior, se ha proyectado una galería de emergencia, denominada Obra Singular nº3: Galería de Ariz. Servirá como ataque de los tramos de túnel de línea y compatibilizará la evacuación de peatones con la ventilación de emergencia.

En el Anejo 9 se describe con detalle el trazado de estos tramos en planta y alzado, y también se incluye un plano de planta en la que se han marcado cada uno de ellos.

6.2.2 GEOMETRÍA DE LAS SECCIONES DE LAS OBRAS SUBTERRÁNEAS

En el plano 9.2 Secciones tipo del Documento nº2 Planos se recoge la geometría de las secciones que se describen a continuación.

Túnel de línea

Por sus dimensiones, el túnel de línea pertenece al Grupo 3 dentro de la clasificación establecida para la designación de los sostenimientos a aplicar en función de la calidad del macizo rocoso y que se describirá más adelante.

Galerías de emergencia

Además del túnel de línea, se ha previsto la ejecución de la galería de emergencia de Ariz, que consta de:

- Salida de emergencia peatonal, que comunicará el túnel con la galería de ventilación de emergencia. En los primeros metros desde el entronque de esta galería con el túnel, habrá una división mediante tabique de la sección con objeto de albergar los cuartos técnicos (transformadores, etc.) asociados a la ventilación de emergencia prevista.
- Ventilación de emergencia del túnel, que se divide mediante un tabique para compartir sección con la salida de emergencia peatonal, a partir del entronque con la misma.

Por la geometría y dimensiones de todas las secciones (idénticas a la sección tipo de túnel de línea en curva), esta pertenece al Grupo 3, con dimensión equivalente entre 7 y 10 m.

6.2.3 INFORMACIÓN PRELIMINAR Y CAMPAÑA GEOTÉCNICA DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

Todos los partes, columnas, y registros de la información preliminar y Campaña Geotécnica del Proyecto Constructivo se recogen en el Anejo nº5 Geología y Geotecnia.

6.2.3.1 INFORMACIÓN PRELIMINAR

Como datos de partida se cuenta con lo recogido en el citado Estudio Informativo de este tramo realizado por Fulcrum, en el cual se incluye tanto la investigación realizada con objeto del mismo como en trabajos anteriores en la zona (Proyecto de Trazado y Proyecto de Construcción F.M.B. Tramo Ariz-Basauri, Estudio geológico-geotécnico para el ferrocarril Metropolitano de Bilbao. Tramo: Plaza Elíptica-Basauri).

Se trata de sondeos mecánicos, ensayos in situ y de laboratorio, trabajos de geofísica y la cartografía geológico-geotécnica que se han incorporado al presente Proyecto Constructivo.

6.2.3.2 CAMPAÑA GEOTÉCNICA DEL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

- Sondeos mecánicos:

SONDEO	Longitud (m)	Localización
SM-5	27,25	Túnel en mina Sarratu-Aperribai
SM-6	35,00	Túnel en mina Sarratu-Aperribai
SM-7	42,60	Túnel en mina Sarratu-Aperribai
SM-8	38,20	Túnel en mina Sarratu-Aperribai
SM-9a	32,90	Túnel en mina Sarratu-Aperribai
SM-9	28,20	Boquilla Aperribai-pantalla
SM-11	36,40	Boquilla Aperribai-pantalla

- Prospecciones geofísicas:

PERFIL SÍSMICO	Orientación	Localización	Longitud (m)
TMS-1	NO-SE	Estación de Aperribai (falso túnel)	194
TMS-2	NO-SE	Estación de Aperribai (falso túnel)	191

- Cartografía geológico-geotécnica, en la que se recogen los datos observados en campo y se realiza la interpretación correspondiente teniendo en cuenta también los datos que proporcionan todas las prospecciones.

Memoria

Página 35

- Ensayos de laboratorio sobre los testigos tomados en los sondeos. En el Anejo nº9 se recogen tablas resumen de los resultados correspondientes a las formaciones rocosas afectadas por las obras subterráneas, junto con un análisis estadístico y una propuesta de valores de los parámetros más relevantes de la roca matriz en cada caso.

6.2.4 CARACTERIZACIÓN DE LA MATRIZ ROCOSA

En el Anejo nº5 Geología y Geotecnia, así como en el Anejo nº9, se describen con detalle las formaciones y materiales afectados por la ejecución de las obras subterráneas, que son los siguientes:

TRAMO DE TÚNEL EN MINA	FORMACIÓN	PK INICIO	PK FINAL	LONGITUD (m)
Túnel Sarratu - Aperribai	CU-1, Margas, margocalizas y calcarenitas de grano fino. Zona de limolitas (lutitas calcáreas con pasadas de areniscas)	0+400	0+804	404
	CU-1, Margas, margocalizas y calcarenitas de grano fino.	0+804	1+783	979

Para realizar la caracterización de la matriz rocosa de cada formación se cuenta con los resultados de ensayos de laboratorio que se han llevado a cabo, tanto los correspondientes al presente Proyecto como los realizados en el Estudio Informativo.

Los resultados de todos ellos se resumen en tablas en el Anejo 9 junto con un análisis estadístico y la propuesta de los valores representativos para los diferentes parámetros geotécnicos de la roca matriz, convenientemente justificada y comentada.

6.2.4.1 CU-1, MARGAS, MARGOCALIZAS Y CALCARENITAS

Dentro de las obras subterráneas hay que señalar como singularidad la existencia de una zona diferenciada entre los PKs 0+320 y 0+804 del trazado en la que los materiales detectados son Limolitas (lutitas calcáreas con pasadas de areniscas), la cual también se ha marcado en la planta y perfiles geológico-geotécnicos.

6.2.4.1.1.1 Parámetros de la roca matriz formación CU-1, zona de limolitas (lutitas calcáreas con pasadas de areniscas)

PARÁMETROS ROCA MATRIZ	
FORMACIÓN CU-1, zona de Limolitas (lutitas calcáreas con pasadas de areniscas)	
PARÁMETRO	VALOR
Densidad aparente (t/m ³)	2,700
Resistencia a compresión simple (MPa)	20,00
Resistencia a tracción (MPa)	2,50

Memoria

Página 36

PARÁMETROS ROCA MATRIZ	
FORMACIÓN CU-1, zona de Limolitas (lutitas calcáreas con pasadas de areniscas)	
PARÁMETRO	VALOR
Módulo de deformación (MPa)	16000
Coefficiente de Poisson	0,300
mi (criterio de rotura de Hoek-Brown)	5,0
Índice Schimazek (kN/m)	0,129
Abrasividad Cerchar	0,8

6.2.4.1.2 Parámetros de la roca matriz formación CU-1, Margas, margocalizas y calcarenitas

PARÁMETROS ROCA MATRIZ	
FORMACIÓN CU-1, Margas, margocalizas y calcarenitas	
PARÁMETRO	VALOR
Densidad aparente (t/m ³)	2,700
Resistencia a compresión simple (MPa)	25,00
Resistencia a tracción (MPa)	3,00
Módulo de deformación (MPa)	16000
Coefficiente de Poisson	0,300
mi (criterio de rotura de Hoek-Brown)	7,0
Índice Schimazek (kN/m)	0,050
Abrasividad Cerchar	1,50

6.2.4.2 AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN

Los resultados obtenidos en las formaciones que serán afectadas por las obras subterráneas (CU-1) muestran que se trata de materiales no agresivos al hormigón según lo recogido en la EHE.

Sin embargo, no ocurre lo mismo con las muestras de agua, cuyos resultados muestran agresividad media del agua en el sondeo SM-5. A la vista de estos resultados, y teniendo en cuenta las especificaciones y recomendaciones de la EHE, se considera recomendable emplear hormigón de resistencia característica 30 MPa en el sostenimiento y revestimiento de las obras subterráneas. En cuanto a la utilización de cemento sulforresistente, prescrito en los casos de agresividad media por sulfatos, se recomienda realizar comprobaciones periódicas de la agresividad en obra para limitar a zonas puntuales su uso.

6.2.5 CARACTERIZACIÓN DE LAS DISCONTINUIDADES DEL MACIZO ROCOSO

6.2.5.1 CONTINUIDAD O PERSISTENCIA

Para estar del lado de la seguridad y dado que los afloramientos en ocasiones no son de mucha entidad, se ha considerado una persistencia máxima de 20 metros para la estratificación y de 8 metros para el resto de juntas.

6.2.5.2 FRICCIÓN Y COHESIÓN

A la vista de los resultados de los ensayos, teniendo en cuenta varias referencias bibliográficas y observando “in situ” que muchas de las juntas son lisas y pulidas, se han adoptado los siguientes valores de fricción:

- Fricción $\phi_r = 25^\circ$ So
- Fricción $\phi_r = 28^\circ$ Juntas

Por otro lado, el valor de la cohesión se desprecia en los cálculos. Este hecho responde a la idea de considerar la existencia de bloques sueltos, que son los que resultan potencialmente inestables. La cohesión presente en los planos de debilidad es precisamente la responsable de que las inestabilidades potenciales sean de cuñas y no de todo el túnel. Por este motivo, la hipótesis de cohesión nula es conservadora y habitual.

6.2.6 CARACTERIZACIÓN DEL MACIZO ROCOSO

6.2.6.1 CALIDAD DEL MACIZO ROCOSO

El estudio de las características del macizo tiene como puntos de partida fundamentales las características de la propia roca matriz, resumidas anteriormente, y la calidad del macizo (que en este caso se ha cuantificado a partir del índice RMR de Bieniawski).

6.2.6.1.1 Análisis estadístico de los valores obtenidos en los sondeos

Para la caracterización geomecánica del macizo rocoso afectado por las obras subterráneas proyectadas se ha contado con la información que proporcionan los sondeos mecánicos realizados, en cada uno de los cuales se ha obtenido el valor del índice RMR a lo largo de los tramos perforados en roca.

Para este análisis se ha considerado el valor del RMR básico sin tener en cuenta la corrección por orientación de la excavación con respecto a la estratificación.

El índice RMR se toma como referencia para establecer los diferentes sostenimientos a aplicar. En este caso, se han considerado los siguientes rangos:

RMR>70
 55<RMR<70
 45<RMR<55
 20<RMR<45
 10<RMR<20

A continuación se resumen los % correspondientes estos rangos de RMR en cada sondeo, especificando a qué formación y dominio corresponden:

FORMACIÓN	DOMINIO	SONDEO	% 10<RMR<20	% 20<RMR<45	% 45<RMR<55	% 55<RMR<70	% 70<RMR
CU-1	Dominio 4	SM-5	0,0	0,0	27,1	0,0	72,9
		SM-6	7,0	23,0	43,0	13,0	14,0
		SM-7	5,3	6,4	57,8	6,4	24,0
	Dominio 5	SM-8	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0
	Dominio 6	SM-9a	0,0	3,0	45,2	0,0	51,8
	Dominio 7	SM-11	0,0	0,0	0,0	37,0	63,0

Los porcentajes se refieren en cada caso al tramo perforado en roca de cada sondeo (desechando la zona superior que pudiera estar afectada por la decompresión del macizo).

6.2.6.1.2 Tramificación de la calidad del macizo a lo largo del túnel

A partir de los datos estimados en los sondeos, se ha realizado la tramificación de calidad del macizo a lo largo de los tramos de túnel en mina. Hay que señalar que se trata de una mera estimación con objeto de conseguir una idea global de la calidad del macizo a lo largo del trazado, que permita también realizar unas mediciones más o menos realistas y poder obtener el presupuesto de las unidades correspondientes. La calidad real del macizo sólo podrá conocerse a medida que se excave el túnel, y los sostenimientos a aplicar se confirmarán o modificarán en cada pase en función de lo realmente observado.

En la tabla siguiente se recogen los % de calidad estimados según los criterios que se especifican en el Anejo nº9.

DOMINIO	% 10<RMR<20	% 20<RMR<45	% 45<RMR<55	% 55<RMR<70	% 70<RMR	COMENTARIOS
---------	----------------	----------------	----------------	----------------	-------------	-------------

DOMINIO	% 10<RMR<20	% 20<RMR<45	% 45<RMR<55	% 55<RMR<70	% 70<RMR	COMENTARIOS
Dominio 4	4,7	10,8	45,8	7,3	31,4	Se aplican los % de cada sondeo en su tramo de proyección y en el resto del dominio la media obtenida a partir de los tres sondeos realizados en el mismo
Dominio 5	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	Sólo hay un sondeo en todo el dominio. Se aplican los % de calidad de dicho sondeo a todo el dominio porque se trata de materiales bastante homogéneos
Dominio 6	0,0	3,0	45,2	0,0	51,8	Sólo hay un sondeo en todo el dominio. Se aplican los % de calidad de dicho sondeo a todo el dominio porque se trata de materiales bastante homogéneos
Dominio 7	0,0	0,0	0,0	37,0	63,0	Sólo hay un sondeo en todo el dominio. Se aplican los % de calidad de dicho sondeo a todo el dominio porque se trata de materiales bastante homogéneos

Esta tramificación del túnel en función de los diferentes rangos de calidad se recoge también en la guitarra del perfil geológico-geotécnico del túnel y las galerías que se incluye en el Anejo 9 y también en el Documento nº2 Planos.

6.2.6.2 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEL MACIZO ROCOSO

En el Anejo nº9 se recoge un análisis exhaustivo de todos los datos disponibles y se realiza una estimación de los parámetros deformacionales (módulo de deformación) y resistentes (resistencia a compresión) del macizo, así como de parámetros para los cálculos tensodeformacionales según diferentes criterios de rotura. Estos últimos se resumen en la tabla siguiente:

FORMACIÓN	CALIDAD, RMR	Em (MPa)	C. ROTURA HOEK-BROWN			MOHR-COULOMB	
			mb	s	a	c' (MPa)	φ' (°)
CU-1 Lutitas	55 - 70	6500	1,002	0,00670	0,504	0,300	46,50
	45 - 55	3500	0,701	0,00220	0,508	0,185	44,50
	20 - 45	730	0,287	0,00010	0,544	0,070	36,00
	10 - 20	490	0,201	0,00005	0,585	0,040	29,00
CU-1 Margas	55 - 70	6500	1,403	0,0067	0,504	0,360	49,00
	45 - 55	3500	0,982	0,0022	0,508	0,240	46,50
	20 - 45	730	0,402	0,0001	0,544	0,100	38,00
	10 - 20	490	0,201	0,00005	0,585	0,650	31,50

Memoria

Página 40

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI



6.2.7 DEFINICIÓN DEL SOSTENIMIENTO Y DEL REVESTIMIENTO

6.2.7.1 SOSTENIMIENTOS TIPO

Los sostenimientos tipo son los definidos por ETS en base al RMR del macizo rocoso. Todas las obras subterráneas proyectadas en este tramo pertenecen al Grupo 3 (excavaciones con diámetro equivalente entre 7 y 10 m), cuyos sostenimientos se recogen en la tabla siguiente junto a los de los restantes grupos que se han grafiado en color gris.

	Terreno Tipo I RMR > 70	Terreno Tipo II 70 < RMR < 55	Terreno Tipo III 55 < RMR < 45	Terreno Tipo IV 45 < RMR < 20	Terreno Tipo V 20 < RMR < 10
	Obras subterráneas del Grupo 1 ejecutadas mediante la técnica de Raise Boring: Hormigón proyectado E=3 cm HP-30				
Grupo 1		Hormigón proyectado e=6 cm, armado con fibra, HPF-30. Bulones swellex Mn16 L = 3,0 m, SxD = 2x2 m Pase en avance: 2,5 – 3,0 m Excavación a sección completa	Hormigón proyectado e=8 cm HP-30, armado con mallazo#4x150x150. Bulones anclados con resina □25 B-500S, L = 3,0 m, SxD = 1,5x1,5 m Pase en avance: 2,0 – 2,5 m Excavación a sección completa	Hormigón proyectado e=11 cm HP-30 armado con mallazo 2#4x150x150. Cerchas TH-21 c/1,0 m. Bulones anclados con resina □25 B-500S, L = 3,0 m, SxD = 1,0x1,0 m Pase en avance: 1,5 m Excavación por fases: avance + destroza	Hormigón proyectado e=15 cm HP-30, armado con mallazo 2#4x150x150. Cercha HEB-140 c/1,0 m o chapa Bernold. Bulones anclados con resina □25 B-500S, L = 3,0 m, SxD = 1,0x1,0 m Pase en avance: 1,0 m Excavación por fases: avance + destroza
Grupo 2	Hormigón proyectado e= 5 cm HP-30. Bulones swellex Mn16 L = 3,0 m, SxD = 2x2 m Pase en avance: 4,0 m Excavación a sección completa	Hormigón proyectado e=8 cm, armado con fibra, HPF-30. Bulones swellex Mn16 L = 3,0 m, SxD = 2x2 m Pase en avance: 2,5 – 3,0 m Excavación a sección completa	Hormigón proyectado e=10 cm HP-30, armado con mallazo#6x150x150. Bulones anclados con resina □25 B-500S, L = 3,0 m, SxD = 1,5x1,5 m Pase en avance: 2,0 – 2,5 m Excavación a sección completa	Hormigón proyectado e=13 cm HP-30 armado con mallazo 2#6x150x150. Cerchas TH-21 c/1,0 m. Bulones anclados con resina □25 B-500S, L = 3,0 m, SxD = 1,0x1,0 m Pase en avance: 1,5 m Excavación por fases: avance + destroza	Hormigón proyectado e=20 cm HP-30, armado con mallazo 2#6x150x150. Cercha HEB-140 c/1,0 m o chapa Bernold. Bulones anclados con resina □25 B-500S, L = 3,0 m, SxD = 1,0x1,0 m Pase en avance: 1,0 m Excavación por fases: avance + destroza
Grupo 3	Hormigón proyectado e=5 cm armado con fibra, HPF-30. Bulones swellex Mn16 L = 3,0 m, SxD = 2x2 m Pase en avance: 4,0 m Excavación por fases: avance + destroza	Hormigón proyectado e=10 cm, armado con fibra, HPF-30. Bulones swellex Mn24 L = 4,0 m, SxD = 2x2 m Pase en avance: 2,5 m Excavación por fases: avance + destroza	Hormigón proyectado e=12 cm HP-30, armado con mallazo#6x150x150. Bulones anclados con resina □25 B-500S, L = 4,0 m, SxD = 1,5x1,5 m Pase en avance: 2,0 m Excavación por fases: avance + destroza	Hormigón proyectado e=18 cm HP-30 armado con mallazo 2#6x150x150. Cerchas TH-21 c/1,0 m. Bulones anclados con resina □25 B-500S, L = 4,0 m, SxD = 1,0x1,0 m Pase en avance: 1,5 m Excavación por fases: avance + destroza	Hormigón proyectado e=30 cm HP-30, armado con mallazo 2#6x150x150. Cerchas HEB-180 c/1,0 m Bulones anclados con resina □25 B-500S, L = 4,0 m, SxD = 1,0x1,0 m Pase en avance: 1,0 m Excavación por fases: avance + destroza

Memoria

Página 41

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI



	Terreno Tipo I RMR > 70	Terreno Tipo II 70 < RMR < 55	Terreno Tipo III 55 < RMR < 45	Terreno Tipo IV 45 < RMR < 20	Terreno Tipo V 20 < RMR < 10
Grupo 4		Hormigón proyectado e=17 cm HP-30 armado con mallazo 2#6x150x150. Cerchas TH-29 c/2,0 m. Bulones anclados con resina □25 B-500S, L = 6,0 m, SxD = 2x2 m Pase en avance: 2,5 m Excavación por fases: Galería de avance+laterales+de stroza por fases	Hormigón proyectado e=20 cm HP-30, armado con mallazo 2#6x150x150. Cerchas TH-29 c/1,5 m. Bulones anclados con resina □25 B-500S, L = 6,0 m SxD = 1,5x1,5 m Pase en avance: 2,0 m Excavación por fases: Galería de avance+laterales+de stroza por fases	Hormigón proyectado e=25 cm HP-30 armado con mallazo 2#6x150x150. Cerchas TH-29 c/1,0 m. Bulones anclados con resina □25 B-500S, L = 6,0 m SxD = 1,0x1,0 m Pase en avance: 1,5 m Excavación por fases: Galería de avance+laterales+de stroza por fases	

6.2.7.2 TRATAMIENTO EN BOQUILLAS

En el tramo Sarratu – Aperribai se han proyectado las siguientes boquillas:

BOQUILLA	LOCALIZACIÓN
Sarratu	PK 0+400
Aperribai 1	PK 1+214
Aperribai 2	PK 1+540
Emergencia Arizu	Galería de emergencia (a la altura del PK 0+400 del tronco)

En estos tramos, en los que la cobertera de roca sana suele ser más reducida, siempre es recomendable actuar de la siguiente forma:

- Llevar a cabo un sostenimiento pesado (con cerchas) independientemente de la calidad del macizo.
- Ejecutar un refuerzo de la clave mediante enfilaje de bulones o paraguas de micropilotes en los primeros metros del túnel, previamente al inicio de la excavación y desde el exterior. En las boquillas de Sarratu y Ariz, debido a la poca cobertera de roca sana estimada, se ejecutarán dos tandas solapadas de paraguas.

Se ha previsto en todos los casos la ejecución de una viga de atado cuya finalidad es arristrar las cabezas de micropilotes o bulones.

SOSTENIMIENTO EN BOQUILLAS	REFUERZO EN BOQUILLAS
Hormigón proyectado e=25 cm HP-30 armado con mallazo 2#6x150x150. Cerchas HEB-160 c/1,0 m. Avance: 1,0 m En avance+destroza	Enfilaje de bulones de barra ϕ 32 cada 0,50 m en clave, L = 12 m (boquillas Aperribai1 y Aperribai 2). Paraguas de micropilotes perforación ϕ 150 mm, camisa de acero ϕ 114 y e=10 mm, L = 12 m inyectados con lechada, cada 0,50 m (boquillas túnel Sarratu y Galería Ariz). Viga de atado en boquillas con talud frontal desmonte en roca: de HA-30, dimensiones 0,50x0,50 m.

Memoria

Página 42

En el plano 9.5 del Documento nº2 se recoge la definición gráfica de este sostenimiento y el refuerzo propuesto en cada caso.

6.2.7.3 TRATAMIENTO EN ENTRONQUES

Es una norma mayoritariamente asumida la necesidad de reforzar especialmente los tramos de túnel afectados por los entronques, ya que se trata de zonas en las que se produce una gran concentración de tensiones en hastiales como consecuencia de la confluencia de dos túneles o excavaciones subterráneas. En el tramo Sarratu – Aperribai están previstas dos zonas de entronque, correspondientes al encuentro de las galerías de emergencia con el túnel de línea.

En dichos casos se aplicará el sostenimiento tipo ST-IV en un tramo de 1 ancho de túnel (9,6 m de longitud) a cada lado del entronque en el túnel de línea y en las galerías de emergencia, que se ha generalizado a toda la longitud de las galerías peatonales y tramos entre entronques de las de ventilación, independientemente de la calidad del macizo. Otra medida importante a tomar es evitar ejecutar el entronque en zonas en las que el macizo rocoso presente una calidad mala o muy mala ($RMR < 45$), recomendándose desplazar si es posible este punto a otra zona de mejor calidad.

6.2.7.4 REVESTIMIENTO

Se llevará a cabo por delante del sostenimiento un revestimiento o anillo continuo de hormigón en masa o armado (HM-30, HA-30), encofrado y puesto en obra mediante bombeo. Por lo general el revestimiento será de hormigón en masa HM-30, empleándose hormigón armado HA-30 en tramos de entronque entre obras subterráneas, tal y como se recoge en la tabla siguiente:

REVESTIMIENTO	OBRA SUBTERRÁNEA	TRAMO (PK a PK)
Hormigón en masa HM-30	Túnel de línea	0+400 a 0+407,2 0+454,4 a 1+214 1+540 a 1+960,6 2+011,4 a 2+020
	Galería de ventilación de emergencia de Ariz	0+181 a 0+204,3
Hormigón armado HA-30	Túnel de línea	0+407,2 a 0+454,4 1+960,6 a 2+011,4
	Galería de ventilación de emergencia de Ariz	0+204,3 a 0+253,7
	Galería peatonal de emergencia de Ariz	Toda su longitud

Para garantizar la entrada en carga del anillo de revestimiento se ha previsto la ejecución de inyecciones de contacto en clave de forma sistemática, cada 3 m.

En los planos 9.6 Revestimiento del Documento nº2 Planos se recogen las características y detalles de los revestimientos previstos.

6.2.7.5 IMPERMEABILIZACIÓN Y DRENAJE

La impermeabilización prevista para el túnel de línea consistirá en una lámina impermeable de polietileno junto con el geotextil de protección y drenaje en el paramento del sostenimiento, quedando dispuestas en “Sándwich” entre el sostenimiento y el revestimiento definitivo.

El sistema de drenaje previsto para los túneles tiene como misión evacuar las aguas que llegan a él, y que tienen el siguiente origen:

- Agua procedente de las filtraciones del terreno, que es encauzada mediante el sistema de impermeabilización del túnel. El drenaje consistirá en bandas drenantes entre el sostenimiento y el revestimiento, conectadas a tubos de PVC que darán salida al agua hasta la red de drenaje longitudinal del túnel. En la base de los hastiales, las bandas drenantes se conectarán con tubos de PVC de 50 mm cada 3 m que llevarán el agua a un canalillo longitudinal junto al hastial. Cada 8 m una tubería de 50 mm de diámetro desaguará los canalillos hasta los canales de 0,30 m de ancho entre los pasillos laterales y la plataforma de asiento de las vías. Finalmente, dos tubos de PVC conducirán el caudal de este canal cada 25 m al colector central, con el que se conectarán transversalmente.
- Agua de la plataforma. El agua que pueda acceder a la plataforma también será desaguada por el canal de 0,30 metros de anchura, formado entre la plataforma y los pasillos laterales

6.2.8 CÁLCULOS

Se han realizado cálculos de comprobación de los sostenimientos establecidos para las obras subterráneas del Grupo 3, al que pertenecen las obras subterráneas del tramo Sarratu-Aperribai.

Se han realizado dos tipos de cálculo, basándose en el comportamiento del macizo en función de su grado de fracturación y calidad. En los casos en los que el macizo rocoso se encuentra fracturado, se considera una buena aproximación el uso de las teorías de mecánica de los medios continuos para analizar el comportamiento del macizo, por lo que cuando el $RMR < 70$ es aplicable un **análisis tensodeformacional** considerando al macizo como un medio homogéneo, con los parámetros correspondientes (cuya estimación, para los diferentes grados de calidad del macizo, ya se ha tratado en puntos anteriores). Sin embargo, cuando la calidad del macizo es muy buena ($RMR > 70$), su comportamiento se aleja de lo descrito para un medio continuo y el fenómeno inestable más probable será el de deslizamiento por superficies predominantes, generándose bloques o cuñas cuya seguridad hay que analizar y asegurar mediante el análisis de estabilidad

correspondiente: es el **análisis de estabilidad de bloques**. Esto no quiere decir que el fenómeno de formación de bloques no pueda darse en macizos de calidad más baja ($RMR < 70$): los cálculos realizados para ese supuesto contemplan el sostenimiento ST-I por lo que si este queda comprobado, los restantes, más cerrados, también lo estarán.

6.2.8.1 ANÁLISIS TENSODEFORMACIONAL

Los casos calculados son los siguientes:

CASO DE CÁLCULO	SOSTENIMIENTO	FORMACIÓN	COBERTERA MÁXIMA
1	ST-II	CU-1 Limolitas	23 m
2		CU-1 Margas	34 m
5	ST-III	CU-1 Limolitas	23 m
6		CU-1 Margas	34 m
9	ST-IV	CU-1 Limolitas	23 m
10		CU-1 Margas	34 m
13	ST-V	CU-1 Limolitas	23 m
14		CU-1 Margas	34 m

Todos los casos anteriores se han analizado para un coeficiente de reparto de tensiones $k_0 = 0,8$ y también se ha realizado un cálculo para $k_0 = 1,2$ para comprobar la sensibilidad del resultado a este parámetro y estar del lado de la seguridad.

6.2.8.1.1 Modelo geológico geotécnico

Los parámetros geotécnicos correspondientes a las distintas formaciones que se consideran en los cálculos se han recogido ya anteriormente, en el apartado de caracterización del macizo rocoso.

6.2.8.1.2 Modelo numérico

- Tamaño del área de trabajo y densidad de la malla

La cobertera marca el límite superior del área de trabajo. Se considera para cada formación la cobertera máxima esperada como caso pésimo de cálculo, ya recogida en una tabla anterior.

Se ha considerado en laterales una distancia de 2 diámetros desde el hastial del túnel, y de 1,50 diámetros por debajo del centro del mismo para situar el límite inferior.

En cuanto a la densidad de la malla, se han llevado a cabo refinados hasta llegar a un número de elementos del orden de 1400 que en este caso se considera razonable. También se ha cuidado

Memoria

Página 45

que la forma de los elementos triangulares generados sea lo más regular posible y que su tamaño en el entorno de la excavación sea reducido.

- Condiciones de contorno

Los cálculos se realizan en dos dimensiones, considerando que la sección analizada se continúa en perpendicular al plano representado.

Se han impuesto condiciones de contorno en los límites del área de trabajo, limitando los movimientos verticales y horizontales en los bordes laterales e inferior.

- Condiciones iniciales

Como condición inicial se ha considerado el terreno sin excavar, y se han asignado al macizo rocoso las propiedades geotécnicas establecidas anteriormente. No se considera presencia de nivel freático.

- Simulación del efecto frente

SECCIÓN TIPO	LONGITUD DEL PASE (m)	$1-Pf/\sigma_0$	RELAJACIÓN DE TENSIONES EFECTO FRENTE (%) CONSIDERADA EN CÁLCULOS
ST-II	2,5	0,65	65
ST-III	2,0	0,60	60
ST-IV	1,5	0,55	55
ST-V	1,0	0,49	50

Este efecto se ha tenido en cuenta en el cálculo secuencial por fases que realiza PLAXIS, en la etapa de excavación del avance.

- Fases de cálculo

- Fase 1: Excavación del avance
- Fase 2: Sostenimiento del avance
- Fase 3: Excavación de la destroza central
- Fase 4: Excavación de la destroza izquierda
- Fase 5: Sostenimiento de la destroza izquierda
- Fase 6: Excavación de la destroza derecha
- Fase 7: Sostenimiento de la destroza derecha

- Modelización del sostenimiento

Memoria

Página 46

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI



Bulon $\phi 25$:

$$E_{\text{acero}} = 2,1 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$$

$$A = 4,91 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$EA = 1,03 \cdot 10^5 \text{ kN}$$

Hormigón proyectado:

$$E = 1,45 \cdot 10^7 \text{ kN/m}^2$$

$$\nu = 0,200$$

EA: en función del espesor del sostenimiento tipo en cada caso

EI: en función del espesor del sostenimiento tipo en cada caso

Cercha reticular TH-21:

$$E_{\text{acero}} = 2,1 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$$

$$EA = 5,67 \cdot 10^5 \text{ KN}$$

$$EI = 7,16 \cdot 10^2 \text{ kNm}^2$$

Cercha HEB-180:

$$E_{\text{acero}} = 2,1 \cdot 10^8 \text{ KN/m}^2$$

$$EA = 1,37 \cdot 10^6 \text{ KN}$$

$$EI = 8,04 \cdot 10^3 \text{ kNm}^2$$

Las cerchas, en los casos en los que se han previsto, se modelizan para los cálculos de forma conjunta con el hormigón proyectado, sumándose EA y EI de cada elemento para obtener el valor del elemento "plate" resultante. Posteriormente, una vez obtenidos los esfuerzos, se redistribuyen a cada uno en función de la proporción $E_{\text{elemento}}/E_{\text{total}}$ (axiles) y $E_{\text{elemento}}/E_{\text{total}}$ (fletores).

6.2.8.1.3 Márgenes de seguridad establecidos como referencia para el análisis de los resultados

A partir de los esfuerzos a los que están sometidos los elementos del sostenimiento se obtienen las tensiones resultantes (de compresión y de tracción), las cuales deben estar por debajo de un límite para considerar que el elemento funcionará correctamente y contar con un grado o factor

Memoria

Página 47

de seguridad. Este límite se ha establecido en el 75% del límite elástico del material en cada caso.

6.2.8.1.4 Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos para cada uno de los casos de cálculo analizados se resumen a continuación, y se describen y comentan con detalle en el Anejo nº9.

FORMACIÓN	SOSTENIMIENTO TIPO	DESCENSO MÁXIMO VERTICAL EN CLAVE (m)	TENSIÓN PRINCIPAL MÁXIMA EN EL TERRENO (MPa)	COMPRESIÓN MÁXIMA EN CERCHA (MPa)	COMPRESIÓN MÁXIMA EN HORMIGÓN PROYECTADO (MPa)	TRACCIÓN MÁXIMA EN BULONES (kN)
CU-1 Margas	II	$1,29 \cdot 10^{-3}$	5,08	-	2,032	6,94
CU-1 Limolitas		$8,81 \cdot 10^{-4}$	3,70	-	1,887	5,17
CU-1 Margas	III	$2,41 \cdot 10^{-3}$	4,29	-	4,205	12,66
CU-1 Limolitas		$1,67 \cdot 10^{-3}$	3,06	-	3,291	11,46
CU-1 Margas	IV	$1,34 \cdot 10^{-2}$	2,60	72,351	5,073	144,20
CU-1 Limolitas		$1,051 \cdot 10^{-2}$	1,84	43,532	4,430	116,90
CU-1 Margas	V	$3,10 \cdot 10^{-2}$	1,92	102,345	5,758	184,00
CU-1 Limolitas		$2,42 \cdot 10^{-2}$	1,49	28,818	2,804	184,00

6.2.8.1.5 Comprobación con $k_0 = 1,2$

Adicionalmente a los cálculos con $K_0=0,8$, como comprobación y para conocer la sensibilidad a este parámetro se han analizado los casos en los que las solicitaciones del sostenimiento son más altas con $k_0=1,2$.

Como puede observarse en el Anejo 9, en ningún caso se produce la plastificación de los elementos del sostenimiento y las solicitaciones tanto para cerchas y bulones como para el hormigón proyectado se siguen manteniendo por debajo del valor de referencia fijado como criterio en el 75% del límite elástico del material, por lo que se considera que los sostenimientos previstos son adecuados.

6.2.8.1.6 Conclusiones del análisis tensodeformacional

Como se ha señalado en los puntos anteriores y puede observarse en con detalle en el Anejo nº9, en ningún caso se produce la plastificación de los elementos del sostenimiento y las solicitaciones tanto para cerchas y bulones como para el hormigón proyectado se manteniendo por debajo del valor de referencia fijado como criterio en el 75% del límite elástico del material, por lo que se considera que los sostenimientos previstos son adecuados.

Memoria

Página 48

6.2.8.2 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE BLOQUES

En macizos de calidad buena los fenómenos inestables se deben principalmente a formación y caída de las discontinuidades que forman cuñas o bloques, por lo que es necesario realizar un análisis de su estabilidad con el objeto de comprobar la eficacia de los sostenimientos previstos en dichos casos. Para ello se ha utilizado el programa Unwedge, de la casa Rocscience.

- Geometría de la sección considerada:

Se ha definido por coordenadas la sección geométrica exterior del túnel de línea, indicando en cada tramo su dirección y pendiente.

- Sostenimiento considerado:

Se ha considerado el sostenimiento más ligero, ST-I del Grupo 3, que se atribuye al macizo rocoso de mejor calidad, de forma que al comprobar la eficacia de este queda comprobada la de los restantes frente a este tipo de comportamiento inestable puesto que son más pesados.

El hormigón proyectado no se ha tenido en cuenta en los cálculos, para estar del lado de la seguridad, excepto en algún caso excepcional donde el factor de seguridad queda ligeramente por debajo del valor de referencia 1,5 o bien cuando la cuña inestable es de pequeño tamaño y no se puede sujetar con el bulonado sistemático previsto.

- Datos estructurales del macizo considerados:

Se han introducido la dirección y buzamiento de las juntas aparecidas en cada dominio estructural, así como sus características principales. De esta forma el cálculo se ha realizado por tramos en función de su disposición estructural.

- Situaciones de cálculo:

En el análisis se han comprobado dos situaciones:

- A corto plazo: geometría de sección en avance, con bulones, sin hormigón proyectado. Tamaño de cuñas no limitado al pase en avance.
- A largo plazo: geometría de sección completa, con bulones y sin hormigón proyectado. Tamaño de cuñas no limitado por longitudes de pase.

- Otras hipótesis consideradas:

Se toma persistencia máxima de 20 m para la estratificación y de 8 m para el resto de juntas.

En el cálculo no se ha considerado el estado tensional y el macizo rocoso se considera drenado, por lo que no se han tenido en cuenta presiones de agua. Se ha considerado un ángulo de rozamiento de 25° para la estratificación y de 28° para las restantes familias de discontinuidades.

Memoria

Página 49

6.2.8.2.1 Conclusiones del análisis de estabilidad de bloques

Los resultados del análisis de estabilidad de bloques muestran que el sostenimiento previsto es suficiente en general para estabilizar las posibles grandes cuñas que se formen, ya que los factores de seguridad obtenidos superan el valor de referencia de 1,5. En algunos casos puntuales el factor de seguridad es menor de este valor pero siempre del orden o por encima de la unidad: en ellos se ha previsto la ejecución de algún bulón adicional como refuerzo. Por otro lado, para las cuñas de pequeño tamaño que no pueden ser sujetadas por el sostenimiento sistemático, se ha comprobado que la colocación del hormigón proyectado previsto las estabiliza.

También se han estudiado las posibles cuñas en el frente de avance del túnel, observándose que en ocasiones presentan factores de seguridad inferiores a la unidad. Sin embargo, teniendo en cuenta el corto espacio de tiempo durante el que estará abierto cada frente y los condicionantes cinemáticos, se considera que su movilización sería difícil y que no es preciso prever medidas sistemáticas específicas para su estabilización. En cualquier caso, se preverá como tratamiento especial el gunitado del frente en algunas zonas.

6.2.9 PROCESO CONSTRUCTIVO

6.2.9.1 MODO DE EXCAVACIÓN

Para elegir el sistema de excavación en un túnel se manejan criterios de índole técnica y económica, como la excavabilidad de los materiales, la forma y dimensiones de la sección, las vibraciones que pudieran generarse en caso de recurrir a voladuras y el rendimiento/coste de cada método.

Tras un análisis de todo lo anterior, se propone el ataque puntual con rozadora como método de excavación más adecuado en este caso.

La excavación mecánica con topo queda desestimada por la longitud y geometría de la sección del túnel.

Por otra parte, desde el punto de vista de resistencia y abrasividad, es factible acometer la excavación mediante rozadora.

Las afecciones a terceros por vibraciones que ocasionaría la voladura en mucho mayor medida que cualquier otro método, es el principal motivo para descartarlo.

6.2.9.2 MÉTODO DE EJECUCIÓN

El sistema propuesto para la ejecución de las obras subterráneas previstas es el Nuevo Método Austríaco (NATM), que consiste básicamente en:

- Utilizar la propia roca como elemento resistente.
- Utilizar métodos de excavación que minimicen el daño inferido al macizo rocoso. En este caso se ha optado por la rozadora, en ningún caso se prevé la utilización de voladura
- Colocar sostenimientos inicialmente flexibles que protejan al macizo de los posibles daños (decohesión, meteorización, pérdida de dilatancia) y ejecutarlos a la velocidad adecuada en cada tipo de roca para evitar el comienzo de daños.
- Controlar mediante instrumentación la influencia del tiempo en el comportamiento de la masa rocosa.
- Construir el revestimiento definitivo, cuando sea necesario, lo suficientemente flexible con objeto de minimizar los momentos flectores.

6.2.9.2.1 Fases de excavación y sostenimiento

En este caso se recurrirá a la excavación y sostenimiento por fases. En concreto la secuencia de excavación y sostenimiento será: Avance y Destroza.

6.2.10 TRATAMIENTOS ESPECIALES

Los tratamientos especiales se usan de forma puntual, con objeto de atravesar zonas muy concretas de terreno. Serán de diversos tipos, según la parte del túnel que sea necesario estabilizar: clave, frente o solera.

A continuación se resumen los tratamientos especiales que podrían ser de aplicación en este caso. En el Anejo 9 se describen con detalle cada uno de ellos, así como los tramos en que se estima que podrían ser necesarios.

Tratamientos de estabilización de la clave

- Enfilaje de bulones
- Paraguas de micropilotes (pesado)
- Bulones de gran longitud
- Gunita sobreacelerada

Memoria

Página 51

Tratamientos de estabilización del frente

- Machón central
- Sellado del Frente

Tratamientos frente a infiltraciones de agua

- Drenaje y agotamiento de grandes caudales
- Inyecciones perimetrales

Tratamientos de cavidades kársticas y huecos

- Tapes de hormigón
- Taladros de exploración a rotopercusión
- Consolidación de cuevas o huecos con relleno blando

6.2.11 CONTROL GEOTÉCNICO Y AUSCULTACIÓN

Este aspecto es fundamental en casos como el que nos ocupa, en el que los túneles se proyectan y ejecutan según el Nuevo Método Austriaco (NATM), ya que forma parte de su planteamiento el seguimiento geotécnico, el control de ejecución y la auscultación en continuo durante la ejecución, con objeto de validar y/o ajustar las medidas de sostenimiento y secuencia de ejecución en función del grado de aproximación de las condiciones y comportamientos reales a lo estimado en el proyecto. El incumplimiento del exhaustivo seguimiento y control en obra desvirtúa el método y es por tanto imprescindible llevarlo a cabo.

6.2.11.1 CONTROL GEOTÉCNICO

6.2.11.1.1 Ejecución de sondeos de reconocimiento en el frente

Deberán realizarse sondeos paralelos a la traza del túnel para conocer las características del macizo rocoso previamente a su excavación y conocer la calidad del terreno que se atravesará en los pases siguientes. También podrán aprovecharse como drenaje en caso de que se detecte presencia de agua, o para conocer y tratar la existencia de huecos en el terreno.

Es práctica habitual aprovechar la parada de fin de semana para realizar un sondeo horizontal en el frente con la longitud del tramo que se prevé avanzar durante la semana siguiente.

6.2.11.1.2 Control geotécnico de los frentes de excavación

Es necesario realizar un control geotécnico mediante inspección directa del terreno durante la excavación. Dicho control se llevará a cabo por personal especializado que actuará a pie de obra, caracterizando el terreno que se excava y determinando la calidad del macizo en cada pase de excavación.

6.2.11.2 AUSCULTACIÓN

6.2.11.2.1 Parámetros de control

- Desplazamientos en el contorno del túnel: Consiste en la medición de la deformación relativa entre puntos interiores a la sección excavada (convergencias). Se controlará tanto el valor de la deformación como la velocidad de deformación.
- Movimientos en el interior del macizo rocoso: En donde sea preciso un control más exhaustivo de la excavación (zonas singulares, de mala calidad, etc.). Se controla la deformación en el trasdós de la excavación como respuesta a la relajación tensional del terreno o descompresión. Se instalarán extensómetros de varillas.
- Desplazamientos y deformaciones en superficie: Se medirán los movimientos del terreno y se controlarán las estructuras, servicios y edificios potencialmente afectados.

También es oportuno llevar a cabo una inspección de las edificaciones y estructuras de la zona previamente al inicio de las obras con objeto de conocer su estado y características, y contar con información de partida para valorar posibles afecciones durante la excavación del túnel.

6.2.11.2.2 Tipos de instrumentos, características y colocación

Medida de desplazamientos en el contorno del túnel: Cintas de convergencia y pernos

Estas medidas se basan en la determinación de la variación que experimenta la distancia existente entre dos puntos del túnel y representan por tanto el movimiento de forma cualitativa, lo cual es suficiente ya que el objetivo es saber si la deformación se estabiliza y en cuánto tiempo. También servirá de elemento de comparación de las distintas calidades geomecánicas de la roca.

La cinta de convergencia es una cinta extensométrica de acero inoxidable con orificios equiespaciados de alta precisión y ganchos en sus extremos. Incorpora un dispositivo de tensado y un reloj comparador con una resolución de 0,05 mm. La precisión será como mínimo de $\pm 0,1$ mm en una luz de 30 m. La cinta se engancha en los pernos anclados mediante resina al sostenimiento.

Movimientos en el interior del macizo rocoso: extensómetros de varillas

Los extensómetros se instalan en taladros y consisten en un sistema de varillas y un reloj comparador que mide el movimiento relativo entre la cabeza del taladro y el extremo de la varilla que se ancla al terreno. En la boca del taladro se sitúa la cabeza lectora compacta y estanca, que incluye sensores potenciométricos. Se trata de una medida de movimiento relativa.

El extensómetro está formado por 3 varillas de fibra de vidrio de reducido coeficiente de dilatación térmica y de distintas longitudes. Las varillas están protegidas con una vaina de plástico excepto en su parte final, que será la que se ancle al terreno.

El equipo debe detectar movimientos de hasta ± 0.2 mm. Se realizarán las lecturas a distancia, desde una caja de registro accesible.

Los extensómetros pueden ser de exterior o de interior, y es recomendable colocarlos coincidentes con las secciones de control de convergencias. Los extensómetros de interior se instalan desde la propia excavación y suelen disponerse tres: uno en clave y dos en bóveda-hastiales. Los de exterior se ejecutan en superficie, formando una alineación recta transversal a la traza, y si es posible también se instalan tres: uno sobre el eje del túnel en planta y dos junto a los hastiales o lo más cerca posible (la localización y ejecución de esta instrumentación está sujeta a la disponibilidad de espacio y posibilidad de medida posterior).

Movimientos en superficie: hitos de nivelación

Los hitos estarán empotrados en el terreno y se protegerán mediante tapa o arqueta herméticas. Deberán estar referenciados siempre a una base fija fuera de la zona de influencia de la excavación. La precisión de medida será de 1 mm.

6.2.11.2.3 Propuesta de auscultación. Secciones de control y zonas singulares

En el plano Auscultación y control del Documento nº2 Planos, se recoge una planta del trazado en la que se recopilan y señalan todas las medidas y sistemas de auscultación propuestos.

Medida de desplazamiento en el contorno del túnel

La interdistancia entre las secciones de auscultación con convergencias será sistemáticamente de 25 m, reduciéndose hasta los 10 m en aquellas zonas donde se prevean mayores dificultades. En cada sección de control se instalarán un total de 5 pernos de medida.

Movimientos en el interior del macizo rocoso

Los extensómetros se colocarán donde se prevean las mayores deformaciones, puedan afectar a terceros en superficie, y donde la Dirección de Obra considere de interés.

Se propone la instalación de dos secciones de extensómetros de exterior en la zona de paso del túnel bajo la carretera N-634 a la altura del barrio de Aperribai. Se proponen dos extensómetros por sección, con longitud total de 15 m y varillas ancladas en roca a 7, 12 y 15 m de profundidad.

Movimientos en superficie

La localización de los dispositivos de medida es orientativa, es una propuesta teniendo en cuenta el entramado urbano, las edificaciones y servicios existentes y las zonas especialmente sensibles. Se plantean alineaciones transversales al túnel en planta.

El tramo más delicado es el de los primeros metros del túnel en la zona de Sarratu, donde la cobertera es escasa y la traza transcurre bajo vías en servicio. Ahí se han previsto varias secciones de hitos, recomendándose que una o varias de ellas coincidan con secciones de control de convergencias en el interior del túnel. No se han previsto dianas ni otros elementos de control topográfico puesto que el túnel de línea transcurre bajo polígonos industriales con cobertera superior a 1 diámetro de túnel en roca sana y no se consideran en principio edificaciones demasiado susceptibles. En cualquier caso, durante la obra será obligado por parte del Contratista estar al tanto de posibles indicios de movimientos que pudieran surgir en dichas edificaciones.

Los hitos de nivelación se disponen también en las cabezas de los extensómetros de exterior, para dotarles de un punto de referencia al que asociar los posibles movimientos que registren.

6.2.11.2.4 Lecturas a realizar y frecuencia

- Medidas de convergencia

Empezarán a realizarse a una distancia al frente entre 0,5 – 1 diámetro de la excavación, y en todo caso dentro de las 24 horas siguientes a la finalización de la instalación del sostenimiento.

Los resultados se representarán en curvas convergencia - tiempo, convergencia - distancia al frente, velocidad de convergencia - tiempo y velocidad de convergencia - distancia al frente.

La periodicidad de la toma de medidas deberá adaptarse a la evolución del comportamiento del terreno durante la ejecución. Como norma general se aplicarán los siguientes criterios:

- Excavación de la sección de avance:
 - En frentes activos y distancia al frente menor de 30 m, lecturas diarias.

Memoria

Página 55

- En frentes activos y distancia al frente de 30 – 50 m, lectura cada cuatro días.
- Si la distancia del frente a la sección es mayor de 50 m, lecturas según la tabla:

Frecuencia	Velocidad de deformación (V)
Diariamente	$V \geq 0,5$ mm/día
Una cada 4 días	$0,2 \text{ mm/día} \leq V \leq 0,5 \text{ mm/día}$
Una cada 14 días	$0,1 \text{ mm/día} \leq V \leq 0,2 \text{ mm/día}$
Una cada mes	$0,05 \text{ mm/día} \leq V \leq 0,1 \text{ mm/día}$
Una cada 2 meses	$0,005 \text{ mm/día} \leq V \leq 0,05 \text{ mm/día}$
Una cada 3 meses	Hasta la ejecución del revestimiento

- Excavación de la sección de destroza:

Se realizará de nuevo una lectura diaria cuando a la excavación de la destroza le falten dos diámetros para alcanzar la correspondiente sección de convergencia. Una vez que la excavación sobrepase en dos diámetros dicha sección se aplicarán los mismos criterios de frecuencia que los utilizados para la sección de avance.

- Extensómetros de varillas

En los extensómetros de exterior es posible su instalación y el inicio de la toma de medidas antes de que comience a notarse en esos puntos la influencia del frente de excavación. Así, puede conocerse la evolución de las deformaciones en el macizo en su estado original, y con el acercamiento del frente y su progreso una vez superado ese punto y sostenida la sección.

Los resultados se representarán en una serie de curvas, como deformación - tiempo y deformación - distancia al frente.

La frecuencia de lecturas será la misma que se ha señalado para las medidas de convergencia. Se empleará para ello un equipo de automático de control centralizado.

- Hitos

Se llevará a cabo una medida inicial antes de que la excavación del túnel afecte a cada punto, y posteriormente se acompañarán con la toma de medidas de las secciones de interior y exterior coincidentes o más cercanas.

Se recogerán en gráficas las medidas obtenidas, representando los valores con el tiempo y también con la distancia del frente a cada punto de control.

6.3 TRAZADO

En el Anejo nº4, Trazado Geométrico y Replanteo se exponen los criterios de diseño adoptados para el encaje del trazado de la Línea 5 y las limitaciones impuestas por el entorno en que se

Memoria

Página 56

implanta dicho trazado, que influyen en el diseño del mismo. Se describe además el trazado diseñado atendiendo a esos criterios y condicionantes.

6.3.1 CRITERIOS DE DISEÑO

A continuación se repasan los principales criterios adoptados en el trazado de la línea:

6.3.1.1 VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN

Se establece, tanto para Línea 5 de EuskoTren como para la Conexión con METRO Línea 1, una velocidad de diseño de 80 Km/h, en consonancia con la del resto de líneas del F.M.B. En base a esta velocidad se obtienen los parámetros de diseño de la línea recogidos en las siguientes tablas.

En el recorrido completo de la línea existirán puntos en los que las propias características de ésta implican una velocidad de circulación inferior, en esos casos puntuales se pueden adoptar valores excepcionales, que habrán de tener en cuenta las condiciones reales de la línea en ese punto, tanto de circulación como geométricas, y cumplir siempre las condicionantes cinemáticos asociados a éstas.

6.3.1.2 PARÁMETROS FUNCIONALES Y GEOMÉTRICOS

En la tabla adjunta se resumen los valores límite a adoptar para estos parámetros, en las líneas de METRO Y EUSKOTREN y en las reposiciones ferroviarias.

PARÁMETROS FUNCIONALES				
VELOCIDAD DE DISEÑO				80 Km/h
TRAZADO EN PLANTA				
Curvas circulares	Aceleración Transversal no compensada máxima	$a_{q \text{ Máx}}$ (m/s ²)	1 m/s ²	
Acuerdos	Rampa de peralte máxima METRO y EuskoTren	$\rho_{\text{Máx}}$ (mm/m)	placa: 3 mm/m	balasto: 2,5 mm/m
	Rampa de Peralte máxima FEVE	$\rho_{\text{Máx}}$ (mm/m)	placa: 2,5 mm/m	balasto: 2 mm/m
	Velocidad Ascensional máxima	$[dp/dl]_{\text{Máx}}$ (mm/seg)	50 mm/seg	
	Sobreaceleración máxima (m/s ² /s)	S (m/s ² /s)	0,4 m/s ² /s	
TRAZADO EN ALZADO				
Acuerdos	Aceleración Vertical máxima admisible	$a_v \text{ Máx}$ (m/s ²)	0,45 m/s ²	

Memoria

Página 57

PARÁMETROS GEOMÉTRICOS				
TRAZADO EN PLANTA			Normal	Excepc.
Curvas circulares	Radio mínimo METRO		250	200
	Radio mínimo FEVE y EuskoTren		100	80
Acuerdos	Longitud mínima por Velocidad Ascensional			$p \times v/50$
	Longitud mínima por sobreaceleración			55,5 m
TRAZADO EN ALZADO			Normal	Excepc.
Rampas y Pendientes METRO	Inclinación max a cielo abierto		I_{max} (‰)	35 ‰
	Inclinación max en túnel		I_{max} túnel (‰)	50 ‰
	Inclinación mínima en túnel		I_{min} (‰)	-
	Inclinación máxima en estación			2 ‰
Rampas y pendientes FEVE y ET	Inclinación máxima (mercancías)		I_{max} (‰)	15 ‰
	Inclinación máxima (viajeros)		I_{max} (‰)	22 ‰
Curvas de acuerdo	Kv mínima		Línea 5	2000
			Estación	1200
			1100	1100

6.3.1.3 SECCIÓN TRANSVERSAL. GÁLIBOS.

GÁLIBO VERTICAL

- Línea 5. En cuanto al gálibo en altura, se deberá garantizar en todos los puntos una altura libre normal de al menos 4,80 metros, que podrá ser excepcionalmente de 4,5 metros, desde la rasante de la vía.
- EuskoTren. Se adoptarán gálivos en altura similares a los de Línea 5.
- FEVE y Ramal ACERALIA. En previsión de su futura electrificación, se aplicarán los mismos valores que en las líneas de ETS.

GÁLIBO LATERAL

METRO

Teniendo en cuenta que el F.M.B. se explota con unidades de 2,8 metros de anchura, y contemplando siempre un pasillo lateral de al menos 70 cm de ancho, los gálivos laterales y entrevías a tener en cuenta para la implantación de las diferentes vías serán los que se recogen en el cuadro siguiente, en función del radio de la curva circular que describa la vía en cuestión:

GÁLIBOS HORIZONTALES METRO			
HORIZONTALES		CON PASILLO LATERAL*	
Radio (m)	Entrevía (m)	Lateral Interior (m)	Lateral Exterior (m)

Memoria

Página 58

GÁLIBOS HORIZONTALES METRO			
HORIZONTALES		CON PASILLO LATERAL*	
Radio (m)	Entrevía (m)	Lateral Interior (m)	Lateral Exterior (m)
200	3,643	2,633	2,222
250	3,606	2,613	2,205
300	3,556	2,547	2,213
400	3,495	2,467	2,222
500	3,459	2,419	2,227
650	3,426	2,375	2,231
800	3,405	2,348	2,234
1000	3,388	2,326	2,236
2500	3,346	2,270	2,241
Recta	3,306	2,241	2,216

* pasillo lateral de 70 cm de ancho

EUSKOTREN

Se recogen en el cuadro siguiente los gálidos laterales a considerar en Línea 5, en función del radio de la curva circular que describa la vía en cuestión:

GÁLIBOS HORIZONTALES EUSKOTREN							
Datos de curva					Gálidos con pasillo lateral		Entrevía
Radio (m)	Peralte (mm)	Atnc (m/s ²)	V (km/h)	lv (mm)	Interior	Exterior	
200	140	0,8	73,49	1.080,00	2.631	2.197	3.408
250	132,7	0,75	80	1.077,50	2.598	2.196	3.372
300	110,6	0,63	80	1.075,00	2.537	2.229	3.335
350	94,8	0,54	80	1.072,50	2.492	2.251	3.307
400	83	0,47	80	1.072,50	2.459	2.269	3.288
450	73,7	0,42	80	1.070,00	2.432	2.281	3.270
500	66,4	0,38	80	1.070,00	2.411	2.292	3.257
550	60,3	0,34	80	1.070,00	2.394	2.301	3.247
600	55,3	0,32	80	1.070,00	2.379	2.308	3.239
650	51	0,29	80	1.070,00	2.367	2.314	3.233
700	47,4	0,27	80	1.070,00	2.357	2.319	3.227
750	44,2	0,25	80	1.070,00	2.347	2.324	3.222
800	41,5	0,24	80	1.070,00	2.339	2.328	3.218
850	39	0,22	80	1.070,00	2.332	2.331	3.214

Memoria

Página 59

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI



GÁLIBOS HORIZONTALES EUSKOTREN							
Datos de curva					Gálidos con pasillo lateral		Entrevía
Radio (m)	Peralte (mm)	Atnc (m/s ²)	V (km/h)	lv (mm)	Interior	Exterior	
900	36,9	0,21	80	1.070,00	2.326	2.334	3.211
950	34,9	0,2	80	1.070,00	2.320	2.337	3.208
1000	33,2	0,19	80	1.070,00	2.315	2.339	3.205
1100	30,2	0,17	80	1.070,00	2.306	2.343	3.200
1200	27,7	0,16	80	1.070,00	2.299	2.347	3.196
1300	25,5	0,15	80	1.070,00	2.293	2.350	3.193
1400	23,7	0,14	80	1.070,00	2.287	2.352	3.190
1500	22,1	0,13	80	1.070,00	2.283	2.355	3.188
1600	20,7	0,12	80	1.070,00	2.279	2.357	3.185
1700	19,5	0,11	80	1.070,00	2.275	2.358	3.183
1800	18,4	0,11	80	1.070,00	2.272	2.360	3.182
1900	17,5	0,1	80	1.070,00	2.269	2.361	3.180
2000	16,6	0,09	80	1.070,00	2.266	2.362	3.179
RECTA	0	0	80	1.070,00	2.378	2.378	3.261

6.3.1.4 ESTACIONES

A continuación se resumen los parámetros de diseño adoptados de acuerdo con la dirección de proyecto:

PARÁMETROS DISEÑO DE ESTACIONES			
TRAZADO EN PLANTA		Normal	Excepc.
Curvas circulares	Radio mínimo	RECTA	500 m
TRAZADO EN ALZADO		Normal	Excepc.
Rampas y Pendientes	Inclinación máxima en estación	0 ‰	2 ‰
Curvas de acuerdo		1200	1100
GÁLIBOS		Normal	Excepc.
Gálido Vertical		4,80 m	4,50 m

ANDENES		Mínimo	Excepc.
Longitud	Longitud mínima de andenes (andén útil)	88,8 m	
	Distancia mínima entre testeros	91,2 m	
Anchura libre	Laterales	4 m	
	Central	7 m	

Memoria

Página 60

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI



ACCESOS		Mínimo	Excepc.
Anchura Escaleras (*)	Calle a Vestíbulo	1,80 m	
	Vestíbulo a Andén	1,80 m	
Desnivel máximo sin mecanizar	En subida	5,5 m	
	En bajada	6,5 m	

(*) Siempre que con ello se cumpla evacuación (NFPA)

6.3.2 CONDICIONANTES DE TRAZADO

6.3.2.1 CONDICIONANTES PROPIOS DEL FMB

LÍNEAS EN SERVICIO:

El primer condicionante clave en el diseño de los distintos trazados ferroviarios es su adecuada conexión con las líneas en servicio, en este caso, línea Bilbao-Donosti de EuskoTren y Línea de Metro Ariz-Basauri.

ESTACIONES Y ACCESOS:

Uno de los condicionantes que más influye en el diseño del trazado (además de la evidente necesidad de conectar con el tramo anterior), es la ubicación de estaciones y los puntos de acceso establecidos para las mismas siguiendo criterios de población servida. Esto hace que el trazado en planta se deba adaptar a esta situación, ya que la implantación de los andenes de una estación implica requerimientos geométricos restrictivos, descritos en apartados anteriores.

En el caso de la Estación de Sarratu existe además el condicionante añadido de la requerida intermodalidad con la Línea de ET. Dadas las complejas condiciones de contorno del emplazamiento, sobre el que discurren la citada línea de EuskoTren, la línea de Mercancías de FEVE a la estación de Ariz y el ramal de acceso a la factoría de Aceralia, el encaje de la futura estación intermodal resulta complejo. Más aún, si se tienen en cuenta las limitaciones impuestas en el origen de la Línea 5 por el nuevo tramo de metro Ariz-Basauri del que se parte.

La definición y encaje de dichas estaciones lleva aparejados los siguientes condicionantes para el encaje del trazado definitivo:

- Estación Intermodal de Sarratu: Se opta por una solución de estación intermodal semienterrada, construida a cielo abierto, que supone el soterramiento de todo el espacio entre pasos superiores del viario existente. La ubicación de dichos pasos supone un condicionante de primer orden, puesto que fija la cota máxima del andén correspondiente a la nueva línea de metro. Asimismo, condiciona la necesidad de reponer la línea de EuskoTren entre la curva que rodea

Memoria

Página 61

las Cocheras de Ariz y la Subestación eléctrica anterior a la estación de Ariz, con el fin de adaptarse al encaje de estación escogido.

- Estación Aperribai: El trazado queda condicionado por la necesidad de materializar la estación en una única zona de espacio disponible, condicionado por la presencia de la N-634, el vial de acceso al Barrio de Aperribai y la reserva de suelo para una residencia de la tercera edad. Estos obstáculos espaciales dejan el espacio estricto para la implantación de la Estación de Aperribai, de tal manera que la implantación de los andenes en recta ha resultado imposible en este caso, habiendo de recurrir a andenes en curva cuya ubicación viene condicionada por la necesidad de pasar bajo la N-634

6.3.2.2 CONDICIONANTES EXTERNOS

En el Anejo 4 se describen ampliamente todos los condicionantes externos que han influido en el trazado proyectado, a continuación se describen brevemente los más importantes.

6.3.2.2.1 Planeamiento Municipal

El planeamiento urbanístico municipal ha supuesto un condicionante a tener en cuenta en el desarrollo del trazado en superficie del tramo Sarratu-Aperribai de Línea 5 en los dos municipios en los que se enmarca la misma, Basauri y Galdakao.

BASAURI

A petición de la Dirección del Proyecto se ha respetado en la medida de lo posible los sectores de desarrollo urbanístico previstos en el entorno y especialmente las edificaciones previstas en los mismos. La mayor interferencia se producía con el perímetro de la urbanización prevista en el Área J-Azbarren, que obliga a desplazar el corredor ferroviario ligeramente hacia el norte para minimizar la interferencia.

GALDAKAO

La Estación de Aperribai se ubica sobre suelo clasificado como espacio libre, una vez superada la misma, existe una porción del suelo destinado a equipamientos, en concreto a una residencia de la tercera edad. La no afección a este espacio ha sido una de los condicionantes básicos en el encaje de la Estación.

6.3.2.2.2 Infraestructuras

Las principales infraestructuras presentes en el área de estudio que han influido en el encaje del trazado del Proyecto han sido la carretera N-634 y los distintos ejes ferroviarios involucrados en el Área de Sarratu.

Memoria

Página 62

CARRETERA N-634

La única interferencia en este tramo se produce en la llegada de la Línea 5 al Barrio de Aperribai. Así, se ha prestado especial atención al cruce de la nueva línea bajo la carretera N-634, inmediatamente anterior al emboquille de salida del túnel Sarratu-Aperribai.

Además, las obras de ejecución de la Estación de Aperribai y los tramos de falso túnel anterior y posterior a la misma, se ejecutan en el espacio disponible ente la N-634 y el vial de acceso al Barrio de Aperribai, siendo necesario ejecutar la estación entre pantallas para evitar la afección a estos viales.

EJES FERROVIARIOS

Los ejes ferroviarios ubicados en el actual corredor que se extiende en la zona de Sarratu, entre el Río Nervión y las estaciones de Ariz, se ven indefectiblemente afectados por las obras de implantación de la Línea 5, modificando el trazado de casi todas las líneas allí ubicadas:

- Línea Bilbao-Donostia de EuskoTren.
- Línea de Metro Ariz-Basauri
- FEVE y Ramal Aceralia

6.3.2.2.3 Servicios Existentes

Uno de los principales escollos encontrados en el diseño del trazado de proyecto en el área de Sarratu ha sido el interceptor del Nervión – Ibaizábal, propiedad del Consorcio de Aguas, y más en concreto, uno de los pozos de cruce bajo el cauce del Nervión, ubicado entre la Línea Ariz-Basauri del FMB, el acceso a cocheras de Ariz y la Línea de EuskoTren.

El Ramal de Conexión Vía 1, pasaría entre el pozo del interceptor y la línea Ariz-Basauri ocupando el hueco existente entre el falso túnel de la línea Ariz-Basauri y el pozo del Consorcio. El encaje de trazado se ha realizado tomando como referencia los planos As-built del pozo proporcionados por el propio Consorcio de Aguas.

6.3.2.2.4 Edificios próximos

Con el fin de analizar las posibles afecciones que las obras a ejecutar, tanto en superficie como en túnel excavado, pudieran inferir en los edificios cercanos a las mismas, se ha elaborado un inventario de los edificios existentes en las inmediaciones del trazado. Este inventario, que se incluye en el Anejo nº20, Incidencia en el Entorno Urbano e Integración Urbana, recoge las características más significativas de cada uno de los edificios analizados.

Memoria

Página 63

El trazado en superficie del tramo Sarratu-Aperribai se ve condicionado, por la necesidad de no afectar, a las subestaciones eléctricas de su propia línea , anexas a la actual doble vía.

6.3.2.3 DEFINICIÓN DEL TRAZADO

En el Anejo nº4 se describe ampliamente el trazado en planta y alzado adoptado para cada uno de los ejes que intervienen en este tramo de proyecto, adjuntándose además, a modo de Apéndices al mismo, los listados de diseño geométrico en planta y alzado y de replanteo de todos los ejes proyectados.

6.4 REPOSICIÓN DE REDES DE SERVICIOS AFECTADOS

Los servicios afectados incluidos en el Anejo 15 “*Servicios Afectados*” habrán de ser repuestos por la contrata de acuerdo a la reposición propuesta en este documento, quedando incluida su valoración económica en el Presupuesto del Proyecto. Por su parte, los servicios a reponer por terceros se analizan en detalle en el Anejo nº16 “*Servicios Afectados a reponer por terceros*”, y su valoración queda reflejada dentro del Presupuesto para Conocimiento de la Administración.

A continuación se enumeran los servicios afectados que habrán de ser repuestos por la contrata y cuya reposición queda proyectada en el presente documento:

6.4.1 ABASTECIMIENTO

ABASTECIMIENTO MUNICIPAL. BASAURI.				
SERVICIO AFECTADO	CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN	LONGITUD AFECTADA	LONGITUD REPUESTA	DESCRIPCIÓN
S.A. nº101	Tubería de FD Ø100, junto con algunas válvulas y sus correspondientes arquetas Actualmente discurre por la calle Larrazábal hasta la glorieta de intersección con la calle Cervantes. Afectada por demolición de Puente Baskonia.	255 m	265 m	La reposición se llevará bajo la acera derecha del vial de reposición de la calle Larrazábal, desde el PK 0+030 hasta el PK 0+170, para luego, cruzar dicho vial, discurriendo la tubería bajo la acera izquierda hasta conectar con la tubería existente, PK 0+220. La tubería se colocará sobre bandeja entre vigas de Nuevo Puente Baskonia. Bajo calzada se reforzará con hormigón.
S.A. nº102	Conducción de FD Ø150. Localizada en la Avda. Cervantes, en el paso elevado existente. Afectada por la demolición del paso superior de la Avenida Cervantes que sigue hacia la calle Matxitxako.	110 m	85 m	La reposición reproducirá el trazado actual, una vez repuesta la Avda. Cervantes sobre la Estación de Sarratu. Habrá que disponer un bypass provisional para evitar cortar el suministro, durante la demolición de la estructura de la Avda. Cervantes. Bajo calzada se reforzará con hormigón.

Memoria

Página 64

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERIBAI



ABASTECIMIENTO MUNICIPAL. BASAURI.				
SERVICIO AFECTADO	CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN	LONGITUD AFECTADA	LONGITUD REPUESTA	DESCRIPCIÓN
S.A. nº103	Conducción de PE Ø110. Localizada en la Avda. Cervantes, en el paso elevado existente. Afectada por la demolición del paso superior de la Avenida Cervantes que sigue hacia la calle Matxitxako.	25 m	25 m	Idem. La reposición se realizará por el mismo recorrido actual, una vez repuesta la Avda. Cervantes sobre la Estación de Sarratu. Habrá que disponer un bypass provisional que evite cortar el suministro, en la demolición de la estructura de la Avda. Cervantes.
S.A. nº104	Tubería de FD Ø100 en la actual glorieta de confluencia de las calles Larrazábal, Cervantes, Baskonia zubia y Avda. Cervantes. Afectada por la excavación para la sustitución de la glorieta por un cruce.	50 m	50 m	La reposición consistirá en la ligera modificación del trazado de la tubería para evitar ser dañada por la excavación para ejecutar el cruce. Bajo calzada será reforzado con hormigón.
S.A. nº105	Tubería de FC Ø80, una arqueta con válvula de bola y varias acometidas. En las inmediaciones de la futura salida de emergencia de Ariz. Afectada por la excavación a cielo abierto de la salida de emergencia de Ariz	28 m	30 m	La reposición se realizará con tubería de FD Ø80. Las acometidas a las viviendas no se repondrán, ya que éstas serán demolidas.

6.4.2 ALUMBRADO

ARCELOR MITAL (ACERALIA)				
SERVICIO AFECTADO	CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN	LONGITUD AFECTADA	LONGITUD REPUESTA	DESCRIPCIÓN
S.A. nº202	Canalización subterránea y 2 farolas asociadas, ubicada en la acera de la carretera de acceso a Aeralia.	55 m	55 m	Una vez se haya ejecutado la reposición del vial de acceso a Aeralia, se repondrá el alumbrado en esa calle.

AYUNTAMIENTO DE BASAURI				
SERVICIO AFECTADO	CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN	LONGITUD AFECTADA	LONGITUD REPUESTA	DESCRIPCIÓN
S.A. nº201	Canalización subterránea y farolas. En Sarratu, en el camino peatonal junto a la vía de EuskoTren. Afectada por los Ramales Vial 1 y 2, y por la ejecución del bidegorri	-	-	La reposición de este tramo de línea se incluye como parte de la Reposición de paseo peatonal y bidegorri.
S.A. nº203	Canalización subterránea, asociada al cuadro 15-9. En Sarratu, en la calle Larrazábal. Afectadas 7 farolas y 175 m de canalización, por la demolición del paso elevado de la C/ Larrazábal.	175 m	210 m	Una vez se haya ejecutado la reposición de la calle Larrazábal, se repondrá el alumbrado. Se dispondrán farolas con una separación de 30 m entre ellas, con lo que se instalaran 8 farolas.
S.A. nº204	Canalización subterránea asociada al cuadro 14-1. En Sarratu, acera de la calle Larrazábal en la confluencia con la calle Baskonia Zubia, junto a la Ikastola. Se afectan 3 farolas en el cambio de glorieta por cruce.	115 m	110 m	Se repondrá la canalización, una vez se haya modificado el cruce de las calles, bajo la acera izquierda de la C/Larrazábal, para después cruzar la calle Baskonia Zubia. Se volverán a instalar las farolas correspondientes.
S.A. nº205	Canalización subterránea asociada al cuadro 14-1. En Sarratu, confluencia de la Avda. Cervantes con las calles Larrazábal y Cervantes. Se afecta a 5 farolas debido a sustitución de glorieta por cruce, demolición de paso superior Avda. Cervantes y su posterior reposición.	215 m	200 m	Se repondrá una vez repuestos los viales, disponiendo la canalización bajo la acera izquierda de la Avda. Cervantes, para después cruzar la calle. Se volverán a instalar las farolas afectadas. Habrá de plantearse una reposición provisional mientras se ejecuta la reposición de la Avda. Cervantes.

Memoria

Página 65

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI



AYUNTAMIENTO GALDAKAO				
SERVICIO AFECTADO	CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN	LONGITUD AFECTADA	LONGITUD REPUESTA	DESCRIPCIÓN
S.A. nº206	Canalización y sus correspondientes farolas. En el Camino a Aperribai. El camino se afecta con la excavación a cielo abierto para la ejecución de la Estación de Aperribai.	-	-	No se considera como reposición de un servicio afectado, sino como parte de la reposición del propio camino de Aperribai.

D.F.B.				
SERVICIO AFECTADO	CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN	LONGITUD AFECTADA	LONGITUD REPUESTA	DESCRIPCIÓN
S.A. nº207	Farola y canalización. En acera carretera N-634, al pie del Barrio de Aperribai, junto a la parada de Bizkaibus. La farola será desmontada y almacenada durante las obras.	3,50 m	3,50 m	La farola, y la canalización eléctrica correspondiente, se repondrán en su posición actual una vez se hayan concluido las obras de la Estación de Aperribai y su urbanización.

6.4.3 SANEAMIENTO (RED DE FECALES Y PLUVIALES) MUNICIPAL

SANEAMIENTO MUNICIPAL BASAURI				
SERVICIO AFECTADO	CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN	LONGITUD AFECTADA	LONGITUD REPUESTA	DESCRIPCIÓN
S.A. nº301	Colector de hormigón de red unitaria. En Sarratu. Afectado por excavación para ejecución de Ramal de Aceralia.	40 m	40 m	Antes de ejecutar el Ramal de Aceralia se modificará el colector, ejecutando un nuevo pozo al otro lado del futuro Ramal. Se repondrá con tubo de hormigón de Ø 1500 mm y 1% de pendiente.
S.A. nº302	Colector de pluviales de hormigón de 400 mm. Localizado entre los PKs 0+020 - 0+070 de la Reposición de la calle Larrazábal.	-	-	La reposición se corresponde con el drenaje de la reposición de la calle Larrazábal.
S.A. nº303	Colector de pluviales de PVC Ø60 mm. Afectados por la demolición del paso superior de la Avda. Cervantes en Sarratu.	-	-	La reposición de este colector se realizará como parte del drenaje del vial de reposición de la Avda. Cervantes.
S.A. nº304	Colector de pluviales de PVC Ø60 mm. Afectados por la demolición del paso superior de la Avda. Cervantes en Sarratu.	-	-	La reposición de este colector se realizará como parte del drenaje del vial de reposición de la Avda. Cervantes.
S.A. nº305	Colector de fecales de PVC Ø200 mm. Afectados por la demolición del paso superior de la Avda. Cervantes.	-	-	La reposición de este colector se realizará como parte del drenaje del vial de reposición de la Avda. Cervantes.
S.A. nº306	Dos sumideros y el colector de Ø 160 mm que los une. Afectados por la modificación de la intersección.	14 m	8 m	Se repondrá con colector de las mismas características que el existente. Se repondrán ambos sumideros.
S.A. nº307	Colector de fecales de PVC de Ø 315 mm, y tres colectores de Ø 200 mm, en rotonda actual. Afectados por la modificación de la intersección.	-	-	Desaparecen como consecuencia de la transformación de la rotonda en intersección en T.
S.A. nº308	Colector de fecales. Afectado por la excavación a cielo abierto de la salida de emergencia de Ariz.	-	-	Puesto que este colector da servicio a las viviendas que está previsto se demuelan, no se contempla su reposición.
S.A. nº309	Colector de fecales. Afectado por la excavación a cielo abierto de la salida de emergencia de Ariz.	-	-	Puesto que este colector da servicio a las viviendas que está previsto se demuelan, no se contempla su reposición.

Memoria

Página 66

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERIBAI



SANEAMIENTO MUNICIPAL BASAURI				
SERVICIO AFECTADO	CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN	LONGITUD AFECTADA	LONGITUD REPUESTA	DESCRIPCIÓN
S.A. nº310	Colector de fecales de PVC Ø200 mm. Afectado por la excavación a cielo abierto de la salida de emergencia de Ariz.	25 m	-	Se recortará su longitud.
S.A. nº 318	Colector de fecales de Ø600	50	50	Reposición de la Línea Bajo el Falso Túnel

SANEAMIENTO MUNICIPAL GALDAKAO				
SERVICIO AFECTADO	CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN	LONGITUD AFECTADA	LONGITUD REPUESTA	DESCRIPCIÓN
S.A. nº311	Colector de hormigón de 900 mm de diámetro. Según los planos facilitados por el Ayuntamiento, cruzaría a la altura de la futura Estación de Aperribai.	-	-	Se prevé una partida para la reposición de este colector, caso de que realmente exista.
S.A. nº312	Colector de fecales de PVC Ø200 mm. Discurre paralelo a la N-634.	225 m	215 m	La reposición tendrá un trazado ligeramente paralelo al actual, hasta conectar con el pozo a ejecutar a la altura del PK 1+445.
S.A. nº313	Colector de fecales de Ø 500 mm. Cruza la futura Estación de Aperribai a la altura del PK 1+435. Afectado por la excavación a cielo abierto para la ejecución de dicha estación.	45,50 m	-	La reposición de estos colectores y del S.A. nº317 se realizará de forma conjunta, de manera que un colector de hormigón de 1800 mm de diámetro interceptará las aguas procedentes de todas ellas. Este colector bordeará el edificio de la Estación hasta conectar, mediante la ejecución de un nuevo pozo, con la galería que pasa bajo la N-634.
S.A. nº314	Colector de pluviales de PVC Ø315 mm Discurre por el camino que une Olabarrieta con Aperribai. Afectado por la nueva Estación de Aperribai.	14,50 m	-	
S.A. nº315	Colector de fecales de PVC Ø400 mm. Paralelo al S.A. nº314. Afectado por la ejecución de la Estación de Aperribai.	4 m	-	
S.A. nº316	Colector de fecales al pie del talud del camino que une Olabarrieta con Aperribai, recoge aguas procedentes del Poblado Firestone. Afectado por la Estación de Aperribai.	26,50 m	-	
S.A. nº317	Colector unitario de hormigón de Ø 1200 mm. Cruza la futura Estación de Aperribai a la altura del PK 1+445. Afectado por la excavación a cielo abierto del ámbito de la estación.	34,50 m	-	

6.4.4 RED DE SEMÁFOROS (DFB)

SEMÁFOROS D.F.B.				
SERVICIO AFECTADO	CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN	LONGITUD AFECTADA	LONGITUD REPUESTA	DESCRIPCIÓN
S.A. nº401	Semáforo en N-634 para paso de peatones hacia Barrio Aperribai. El paso de peatones quedará fuera de servicio mientras se ejecutan las obras en Estación de Aperribai.	1,25 m	1,25 m	El semáforo, la arqueta y la canalización eléctrica correspondiente se repondrá a su posición actual, una vez concluidas las obras de la Estación de Aperribai y su urbanización.

Memoria

Página 67

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERIBAI



6.5 SERVICIOS AFECTADOS A REPONER POR TERCEROS

A continuación se hace una relación de los servicios afectados a reponer por terceros (líneas eléctricas, de telecomunicaciones y gas):

6.5.1 EUSKALTEL. REDES DE TELECOMUNICACIONES

EUSKALTEL (TELECOMUNICACIONES)				
SERVICIO AFECTADO	CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN	LONGITUD AFECTADA	LONGITUD REPUESTA	DESCRIPCIÓN
S.A. nº501	Canalización subterránea propiedad de Gobierno Vasco. 6 conductos de Ø 50 mm son empleados por Euskaltel. Paralela a las vías de EuskoTren. Afectada por la Reposición de las vías de EuskoTren y la Estación de Sarratu.	470 m	470 m	Reposición de la canalización con las mismas características que la existente. Se realizará un primer desvío provisional de los conductos mientras se ejecuta parte de la Estación de Sarratu. Posteriormente, se realizará la reposición definitiva de la canalización que alberga la línea de Euskaltel.
S.A. nº502	Canalización subterránea compartida con Jazztel. 1 conducto de 125 mm de Ø es propiedad de Euskaltel. Bajo la acera de la calle Larrazábal. Como consecuencia de la demolición del paso superior que continúa hacia la calle Larrazábal, se ve afectada la canalización existente bajo la acera.	270 m	275 m	Reposición de la canalización bajo la acera derecha de la C/Larrazábal hasta pasado el cruce con la C/ Baskonia Zubia, conectando con arqueta existente en la C/Cervantes. En el tramo del Nuevo Puente Baskonia se colocará sobre bandeja entre vigas artesa. Se precisa un desvío provisional mientras se ejecuta el cajón del Ramal de Aceralia. Una vez repuesta la C/Larrazábal, se realizará la reposición definitiva de la línea

6.5.2 IBERDROLA. REDES ELÉCTRICAS

IBERDROLA (ELECTRICIDAD)				
SERVICIO AFECTADO	CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN	LONGITUD AFECTADA	LONGITUD REPUESTA	DESCRIPCIÓN
S.A. nº601	Canalización subterránea de alta tensión. Bajo el tramo inicial de la reposición de la vía izquierda de Ariz - Basauri.	-	-	No se afecta. Deberá garantizarse la integridad de la canalización al realizar la excavación necesaria para la conexión.
S.A. nº602	Canalización subterránea de alta tensión . En el lado Este del Puente de Etxebarri.	-	-	No se afecta. Deberá garantizarse la integridad de la canalización al realizar la excavación para la reposición de la vía de EuskoTren.
S.A. nº603	Tramo de línea aérea de baja tensión Inmediaciones de la salida de emergencia Ariz	170 m	-	Desmontaje de la línea aérea de baja tensión al quedar fuera de servicio por la demolición de las viviendas a las que da servicio, no habrá de ser repuesta.
S.A. nº604	Tramo de línea aérea de media tensión (13,2 kV). En Aperribai, entre los PKs 1+190 - 1+305. Afectada por ejecución de Estación de Aperribai.	402 m	412 m	Desmontaje de la línea aérea y desvío de la misma a través de una canalización enterrada. Se instalará un nuevo apoyo , PK 1+190, que sustituirá al existente. Desde él saldrá la línea subterránea para luego conectar con el centro de seccionamiento a disponer.

Memoria

Página 68

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI



IBERDROLA (ELECTRICIDAD)				
SERVICIO AFECTADO	CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN	LONGITUD AFECTADA	LONGITUD REPUESTA	DESCRIPCIÓN
S.A. nº605	Tramo de línea aérea de media tensión (13,2 kV). En Aperribai, cruza sobre futura estación en PK 1+305. Afectada por la ejecución de la Estación de Aperribai.	36,5 m	30 m	Desmontaje de la línea aérea y desvío de la misma a través de una canalización enterrada. Se plantea una variante de línea aérea con la colocación de un nuevo poste adosado al nuevo centro de seccionamiento (ya que el apoyo existente entre los edificios del Barrio de Aperribai quedará en precario al desmontar el tramo de línea aérea) que permita el paso de subterráneo a aéreo para la alimentación del CT Aperribai 2
S.A. nº606	Tramo de línea aérea de media tensión (13,2 kV). En Aperribai, cruza sobre futura estación en PK 1+445	75 m	80 m	Desmontaje de la línea aérea y desvío de la misma a través de una canalización enterrada. Se plantea una variante de línea subterránea que partiendo del centro de seccionamiento discurre por la calle Aperribai hasta el testero sur de la nueva estación cruzando el trazado ferroviario proyectado una vez el trazado se ejecuta como túnel en mina para rodear la estación hasta un punto próximo a la N-634, donde se plantea una hincia de 45 m de longitud por debajo de la citada nacional para salvar el cruce con dicha infraestructura, llegando al centro de transformación.

6.5.3 JAZZTEL. REDES DE TELECOMUNICACIONES

JAZZTEL (TELECOMUNICACIONES)				
SERVICIO AFECTADO	CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN	LONGITUD AFECTADA	LONGITUD REPUESTA	DESCRIPCIÓN
S.A. nº701	Canalización tipo ST-50H-ASF, formada por dos tubos corrugados de Ø125 mm, que protegen la fibra óptica. Y varias arquetas (de los tipos JM y JG). La canalización es compartida con Euskaltel, siendo uno de los dos conductos de su propiedad. Se ve afectado como consecuencia de la demolición de dicho paso elevado.	270 m	275 m	La reposición definitiva de la canalización será subterránea, salvo en el tramo que cruza sobre Línea 5 y EuskoTren, en que los conductos se dispondrán sobre una bandeja dispuesta entre las vigas artesa del Nuevo Puente Baskonia. Para ejecutar el cajón del ramal de Aceralia bajo la C/Larrazábal, será preciso cortar la acera por la que discurre la canalización de Jazztel, se realizará un desvío provisional de la conducción de unos 140 m.

6.5.4 NATURGAS. RED DE SUMINISTRO DE GAS

NATURGAS (GAS))				
SERVICIO AFECTADO	CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN	LONGITUD AFECTADA	LONGITUD REPUESTA	DESCRIPCIÓN

Memoria

Página 69

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERIBAI



NATURGAS (GAS))				
SERVICIO AFECTADO	CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN	LONGITUD AFECTADA	LONGITUD REPUESTA	DESCRIPCIÓN
S.A. nº801	Conducción de acero de 8" de diámetro. Zona Sarratu, desde inmediaciones río Nervión, hasta arqueta ubicada frente edificio Ibarro. Afectada por ejecución Ramal Conexión Vía 2, ejecución de Estación de Sarratu.	551 m	539 m	La canalización se llevará al otro lado del Ramal de Aceralia 150 m, para después cruzar bajo dicha vía y continuar bajo el vial de acceso de Aceralia hasta llegar al nuevo puente, donde se llevará en una bandeja dispuesta entre las vigas artesa que constituyen el tablero. Después la tubería se volverá a enterrar, atravesando el resto de la calle Larrazábal, y ya en la calle Cervantes, conectar con la conducción existente a la altura del Edificio Ibarro. La conexión con las tuberías existentes se realizará en carga.
S.A. nº802	Conducción de acero de 6" de diámetro. Calle Larrazábal. Tubería que da servicio a Laminados Velasco. Afectada por modificación de la tubería principal.	6 m	29 m	La modificación de esta derivación consistirá en el retranqueo del punto de conexión con el gaseoducto principal. Dada la imposibilidad de interrumpir el suministro de las tuberías afectadas, la conexión se realizará en carga.
S.A. nº803	Tubería de PE Ø90. Localizada bajo la calzada de la carretera en el acceso a la Salida de Emergencia de Olabarrieta.	-	-	Se reforzará con losa de hormigón para evitar ser dañada por el paso de maquinaria pesada para la ejecución de las salidas de emergencia.

6.5.5 TELEFÓNICA. REDES DE TELECOMUNICACIONES

TELEFÓNICA (TELECOMUNICACIONES)				
SERVICIO AFECTADO	CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN	LONGITUD AFECTADA	LONGITUD REPUESTA	DESCRIPCIÓN
S.A. nº901	6 conductos Ø 110 mm y tres tubos de Ø 50 mm, formando parte de la canalización propiedad de Gobierno Vasco. Sarratu, entre PK 0+180 del Ramal Conexión Vía 1 y PK 0+280 del Ramal Conexión Vía 2. Afectada por ejecución de Ramales Conexión Vía 1 y Vía 2.	140 m	-	La reposición de las líneas afectadas (S.A. nº901, S.A. nº902, S.A. nº903, S.A. nº904 y S.A. nº905) se resolverá de manera conjunta, mediante dos nuevos tramos de canalización. Una canalización (VTE S.A. nº901) que, de forma definitiva, partirá desde el PK 0+070 de la Reposición de EuskoTren, hasta conectar con la canalización existente a la altura del PK 0+040 de la Reposición de la calle Larrazábal, pasando bajo las futuras vías de la Línea 5 y bajo la Reposición de la Vía de Aceralia, y otra canalización (VTE S.A. nº902), que conectará la cámara localizada en la calle Cervantes, con la canalización existente en la calle Larrazábal, a lo largo de toda la Reposición de esa calle. En el Nuevo Puente La Baskonia los tubos irán sobre las bandejas dispuestas entre las vigas artesa del tablero.
S.A. nº902	7 conductos de Ø 110 m. Conductos adosados a Puente Baskonia a demoler. Afectados como consecuencia de la demolición del paso superior que continúa hacia la calle Larrazábal	40 m	-	Antes de la demolición del paso superior hacia la C/Larrazábal, será preciso ejecutar la VTE S.A. nº901, así como un desvío provisional (VTEprovis S.A. nº902), para evitar el corte de suministro de la línea.
S.A. nº903	Canalización formada por 8 conductos de Ø 110 mm. Calle Larrazábal, proximidades de la glorieta de intersección con Avda. Cervantes. Afectada por la demolición del paso superior que continúa hacia la calle Larrazábal y la reposición de dicha calle.	150 m	-	
S.A. nº904	Canalización formada por 6 conductos de Ø 110 mm. Calle Larrazábal. Afectada por la demolición del paso superior que continúa hacia la calle Larrazábal.	70 m	-	

Memoria

Página 70

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO TRAMO SARRATU-APERRIBAI



TELEFÓNICA (TELECOMUNICACIONES)				
SERVICIO AFECTADO	CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN	LONGITUD AFECTADA	LONGITUD REPUESTA	DESCRIPCIÓN
S.A. nº905	Canalización formada por 2 conductos de Ø 110 mm. Calle Larrazábal. Acometida a la parcela ubicada entre la calle Cervantes y el vial de acceso a Aceralia	40 m	-	La reposición de estas líneas afectadas (S.A. nº901, S.A. nº902, S.A. nº903, S.A. nº904 y S.A. nº905) se resolverá de manera conjunta, mediante dos tramos de canalización.
S.A. nº906	Canalización subterránea. Acometida a edificio Ibarro, en calle Cervantes. Afectada por la demolición del edificio Ibarro.	15 m	0 m	La acometida de Telefónica quedará fuera de servicio como consecuencia de la demolición del edificio al que da servicio, por lo que no habrá de ser repuesta.
S.A. nº907	Acometida a viviendas. Acometida a viviendas a demoler. Afectada por la ejecución de la salida de emergencia de Ariz.	30 m	0 m	Desmontaje de acometida por quedar también fuera de servicio como consecuencia de la demolición de las viviendas a las que da servicio, por lo que no habrá de ser repuesta.

6.5.6 DEPARTAMENTO DE INTERIOR DEL GOBIERNO VASCO. FIBRA ÓPTICA

GOBIERNO VASCO (FIBRA ÓPTICA)				
SERVICIO AFECTADO	CARACTERÍSTICAS Y SITUACIÓN	LONGITUD AFECTADA	LONGITUD REPUESTA	DESCRIPCIÓN
S.A. nº1001	2 tritubos de 50 mm de diámetro. En canalización ubicada en la plataforma de las vías de Euskotren en Sarratu.	470 m	470 m	Misma sección que existe en la actualidad. Habrá un desvío provisional previo a la reposición definitiva. Las conducciones que albergan la fibra óptica acompañarán a las vías de EuskoTren en sus modificaciones de trazado.

6.6 OTRAS AFECCIONES

Otro de los servicios que se ven afectados es la Recogida Selectiva de Residuos. Tanto en Sarratu como en Aperribai, varios contenedores habrán de ser desplazados fuera de la zona de obras.

Además de las afecciones a servicios de titularidad, tanto pública como privada, en este apartado se describen otras afecciones, de naturaleza distinta:

6.6.1 EDIFICACIONES A DEMOLER

Son varias las edificaciones a demoler como consecuencia de las obras objeto del presente Proyecto.

- Uno de los edificios más destacados, que se ve afectado por la ejecución de la Estación de Sarratu y de la modificación de trazado de las vías de EuskoTren, y por tanto, habrá de ser demolido, es el Edificio Ibarro, localizado en la Calle Cervantes, junto a la actual vía de EuskoTren. Se trata de un edificio actualmente sin uso y en estado ruinoso.

Memoria

Página 71

- Otra edificación que tendrá que ser demolidas como consecuencia, en este caso, de la ejecución a cielo abierto de la salida de emergencia de Ariz, es una vivienda localizada en dicha zona. Se trata de una edificación, destinadas a viviendas, de dos alturas.
- En el presente Proyecto, también se contempla la demolición de una caseta de FEVE, que se verá afectada por la modificación de trazado de la vía propiedad de dicha compañía.

6.6.2 ESCULTURA A TRASLADAR

En la rotonda existente en Sarratu, en la confluencia de las calles Larrazábal, Cervantes, Baskonia Zubia y la Avda. Cervantes, se localiza una escultura cuyo traslado a otra ubicación se hará necesario debido a la transformación de dicha rotonda en una intersección en cruz.

Esta escultura será trasladada al espacio liberado entre las calles Cervantes y Baskonia Zubia. Espacio que se liberará una vez sea retirado el apoyo de la línea de alta tensión (30kV) propiedad de Iberdrola de los aledaños de la actual glorieta, además de que el espacio necesario para la nueva intersección será menor al que actualmente ocupa la glorieta.

6.7 DRENAJE

Para el diseño y dimensionamiento de la red de drenaje del tramo Sarratu-Aperribai, las obras proyectadas se han subdividido en grupos de redes diferenciadas, que obedecen, por un lado a los tres tipos de secciones de la plataforma de Línea 5 (Cielo abierto, falso túnel y túnel en mina) y por otro lado a las estaciones y obras singulares distribuidas a lo largo del tramo.

El primer paso en todos los casos consiste en la determinación de los caudales de diseño, para poder dimensionar la sección que precisa el elemento de drenaje. En este caso, los diferentes tramos analizados y el método empleado en cada uno de ellos para la determinación de los caudales de diseño se resume en la tabla que sigue:

Tramo	Método Cálculo Caudales	Caudal	Origen del Agua Drenada
Tramo a Cielo Abierto	Método Racional	$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$	- Escorrentía superficial
Falso Túnel	Método de Darcy	4 l/s/km	- Agua Infiltración freática
Túnel en Mina	Método Analítico de Goodman	40 l/s/km	- Agua Infiltración freática - Agua procedente de falsos túneles
Estación de Sarratu	Método de Darcy	4 l/s/km 6 l/s	- Agua Infiltración freática - Agua procedente de la limpieza de la estación - No se permite la entrada de caudales externos
Salida de Emergencia	Método Analítico de	40 l/s/km	- Agua infiltración freática - Agua que accede directamente al pozo a través

Memoria

Página 72

Tramo	Método Cálculo Caudales	Caudal	Origen del Agua Drenada
de Ariz	Goodman		de la rejilla
Estación de Aperribai	Método de Darcy	4 l/s/km 6 l/s	- Agua Infiltración freática - Agua procedente de la limpieza de la estación - Agua procedente del exterior a través de los diferentes pozos de ventilación

6.7.1 DRENAJE DEL TÚNEL

El drenaje del túnel comprende dos aspectos claramente diferenciados: el drenaje transversal de la sección y el drenaje longitudinal del túnel. El agua que habrá que drenar será el procedente de la infiltración y dependerá de la permeabilidad del macizo rocoso.

Para recoger el agua que se infiltre a través del sostenimiento se dispondrán bandas drenantes entre dicho sostenimiento y el hormigón de revestimiento, abarcando los hastiales y la bóveda. Tendrán una anchura de 0,5 metros y una separación entre sí de 3 metros. Estarán constituidas por un núcleo de alta permeabilidad.

En la base de los hastiales, las bandas drenantes son interceptadas por 3 tubos de 50 mm. de diámetro de PVC, dispuestos con inclinación hacia el exterior de la sección, que llevan el agua a un canalillo longitudinal de sección semicircular de 50 mm. de radio que discurre junto al hastial, en los dos pasillos laterales de servicio. Cada 8 metros una tubería flexible transversal de 50 mm. de diámetro se encargará de servir de desagüe del mencionado canalillo por su fondo.

Dichos tubos verterán el agua al canal de 0,30 metros de anchura formado por la plataforma de asiento de la doble vía y los pasillos laterales. Esta agua acaba siendo recogido en las arquetas situadas cada 25 metros en el túnel, que a su vez desaguan en los pozos de bombeo.

6.7.2 ESTACIONES

El caudal a desaguar en la zona de estación provendrá de tres orígenes distintos. Por un lado se tendrá el agua procedente de infiltración. Por otro, el agua que entre del exterior a través de los diferentes pozos de ventilación. Finalmente, el agua procedente de la red de abastecimiento de la estación, que accederá a la red de drenaje desde el filtro biológico (al que llega desde el servicio destinado al personal del F.M.B. de la estación) o bien cuando se realicen labores de limpieza en la estación.

En primer origen, el agua procedente de infiltración será muy reducida, dada la escasa permeabilidad del macizo rocoso. Para recoger ese agua se dispone entre los muros y el terreno,

de forma continua en sentido longitudinal, una banda drenante formada por un geotextil, con una lámina de impermeabilización.

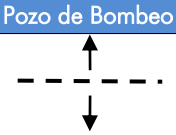
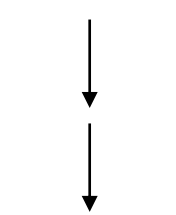
En cuanto al agua que procedente del exterior a través de los diferentes pozos, su captación se llevará a cabo dando a la solera de la estación una cierta inclinación y colocando los correspondientes sumideros en los puntos bajos de las mismas. El agua así recogido será conducida mediante los correspondientes colectores a los pozos de bombeo.

Por último, también habrá que prever el drenaje de otras zonas de la estación, en las que aunque en principio no sea normal la presencia de agua, ésta pueda aparecer esporádicamente, bien de forma intencionada (limpieza) o casual (fuga de conducciones contra incendios o de abastecimiento). Así, en estas zonas (bajo andenes, foso de ascensores, huecos de E.B.A.) se dará a la solera una cierta inclinación, disponiéndose sumideros en los puntos bajos y colectores que conduzcan el agua recogida bien al colector longitudinal situado bajo las vías, o bien directamente a los pozos de bombeo.

Una vez recogida el agua, según su punto de procedencia, es conducida por una serie de tubos y canales hasta los pozos de bombeo .En los Anejos nº10, Estación Intermodal de Sarratu, y nº11, Estación de Aperribai, se describe en detalle el drenaje diseñado para cada una de ellas.

6.7.3 RED DE DRENAJE DISEÑADA

La aplicación de los criterios expuestos da como resultado la tramificación de la red de drenaje que se detalla en la siguiente tabla y que se desarrolla ampliamente en el Anejo nº 6. Drenaje.

Esquema Red Drenaje	Tramo		Característ.	Pte.	Orígenes del Agua Drenada
	P.K. Inicio	P.K. Fin			
	0+000,00	0+120,81	Estación de Sarratu	0,5%	Agua procedente de la infiltración freática Agua procedente de tramos anteriores y posteriores Agua procedente de la limpieza de la estación
	0+120,81	0+400,00	Falso Túnel	-5,5%	Agua procedente de la infiltración freática
	0+400,00	0+699,72	Túnel en Mina	-5,5%	Agua procedente de la infiltración freática Agua procedente de la Salida de Emergencia de Ariz Agua procedente del tramo anterior
Pozo de Bombeo	0+699,72		Punto Bajo del Trazado: Caudal a Evacuar: 41,554 l/s		

Memoria

Página 74

POZO DE BOMBEO INSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI



URLARITZA
NO VASCO



	0+699,72	1+214,00	Túnel en Mina	5,0%	Agua procedente de la infiltración freática Agua procedente del tramo anterior
	1+214,00	1+306,00	Falso Túnel	5,0%	Agua procedente de la infiltración freática
	1+306,00	1+480,00	Estación de Aperribai	0,0%	Agua procedente de la infiltración freática Agua procedente del exterior a través de los diferentes pozos de ventilación Agua procedente de la limpieza de la estación
	1+480,00	1+540,00	Falso Túnel	-5,0%	Agua procedente de la infiltración freática

6.8 SUPERESTRUCTURA DE VÍA

En el Anejo nº17, Superestructura de vía, se procede a la justificación de las características de los componentes de la superestructura de la vía ferroviaria, que deberán disponerse con motivo de las obras asociadas al proyecto.

Se consideran como componentes de la superestructura de vía los siguientes elementos, situados encima de la plataforma: Balasto (o vía en placa), Traviesas, Sujeciones, Carriles y Aparatos de vía. Las diferentes especificaciones acerca de los materiales, ensayos, etc., quedan recogidas en los correspondientes artículos del Documento Nº 3 Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

El proyecto incluye obras asociadas a distintas líneas ferroviarias, unas objeto directo del proyecto (Línea 5 de EuskoTren) y otras afectadas por la implantación de éstas, lo que obliga a reponer las mismas en los tramos de interferencia (FEVE y Ramal Aceralia). Durante las obras se deberán además disponer desvíos ferroviarios provisionales en la línea de FEVE y en el Ramal de Aceralia.

En el presente proyecto se han diseñado dos tipos de plataformas ferroviarias diferentes, según el tipo de línea férrea de que se trate, todas ellas de ancho métrico.

Las líneas ferroviarias afectadas son las siguientes:

- Línea de EuskoTren Bilbao-San Sebastián.
- Conexión Línea 5 con EuskoTren (Ariz-Zuhatzu-Usansolo)
- Conexión con Metro Línea 1.
- Reposición de FEVE.
- Ramal de la empresa Aceralia.

Memoria

Página 75

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERIBAI



A continuación, se describe brevemente cada una de ellas

La estación de Sarratu se ha diseñado con vía en placa (las 4 vías). Por esta razón la línea de EuskoTren debe realizar una transición Vía Balasto - Vía en Placa justo antes de entrar de la estación de Sarratu. Y a partir de este punto la solución adoptada para esta vía será la de vía en placa, que sería una típica vía en placa “tipo metro doble vía stedef” modificando la sujeción de manera que se sustituye la placa nabla por un clip, igual a las utilizadas habitualmente en las líneas del FMB.

Una vez pasada la estación de Sarratu, y con el fin de materializar la conexión del nuevo tronco de línea 5 con EuskoTren se disponen tres aparatos de vía tipificados dos de ellos como DSM-B1-UIC54-190-1:8-CC-I (JCA 1 y 2) y el tercero (que conecta ya con la vía única hacia Ariz) DSMH-C-UIC54-190-1:8-CC-I-TC (JCA 3).

La conexión Línea 5 – EuskoTren, es una vía única que conecta el tronco de la nueva Línea 5 con la estación de Ariz. Es una vía que se inicia en placa, para que el aparato de vía indicado anteriormente (DSMH-C-UIC54-190-1:8-CC-I-TC) (JCA 3) este en placa, y una vez pasado este, con una transición placa-placa balasto como la mencionada anteriormente, pasa a ser una vía en balasto. Antes de llegar a la estación de Ariz, y para recuperar nuevamente la doble vía, se dispone otro aparato de vía tipificado (DSMH-C-UIC54-190-1:8-CC-I-TC) (JCA 13)

La Conexión con Metro Línea 1 se trata de una típica vía en placa “tipo metro doble vía stedef” modificando la sujeción de manera que se sustituye la placa nabla por un clip. Los aparatos de este tramo, aunque se grafían en planos, no se contemplan en el proyecto ya que los montará directamente METRO.

El tramo de FEVE, se trata de una vía única sobre balasto que resulta afectada por las obras de construcción de la estación de Sarratu, por lo tanto, esta línea de FEVE es necesario reponerla. En esta línea se han proyectado cuatro desvíos tipificados como DSMH-C-UIC54-100-1:6-CC-D/I-TC (JCA 5, 6, 7 y 8), antes y después de la playa de vías de Sarratu y otro más que conecta con el ramal de la empresa Aceralia, (del que se hablará más adelante), tipificado como DSMH-C-UIC54-100-1:6-CC-D-TC (JCA 4).

Una vez pasada la playa de vías de Sarratu, la vía de FEVE se abre nuevamente para conectar con la playa de vías de Ariz, mediante cuatro aparatos de vía tipificados tres de ellos como DSMH-C-UIC54-100-1:6-CC-D/I-TC (JCA 9, 11 y 12) y un cuarto como DSI-B1-UIC54-380-1:7-S (JCA 10).

De forma provisional, para mantener la funcionalidad del ramal de Aceralia, se disponen dos aparatos de vía que conectan la reposición de FEVE con el desvío provisional de EuskoTren, tipificados como DSMH-C-UIC54-100-1:6-CC-D/I-TC (JCA 14P y 15P).

Memoria

Página 76

El Ramal de Aceralia, es un ramal ferroviario (vía sencilla) sobre balasto, que también resulta afectado por las obras. Este ramal se conecta con la vía de FEVE mediante el aparato de vía señalado anteriormente.

Los Desvíos provisionales proyectados son dos:

El Desvío provisional EuskoTren, que se ha diseñado en vía sobre balasto y con materiales de segundo uso, que permite dar continuidad a la línea mientras se llevan a cabo las obras de la Estación Intermodal de Sarratu.

El Desvío provisional de FEVE. Todo él es vía sobre balasto. Su diseño permite construir los primeros metros con materiales definitivos, ya que podrá ser aprovechado gran parte del mismo mediante ripados, mientras que el resto se construirán con materiales de segundo uso.

La sección tipo de la superestructura en los tramos de **vía en placa** es la siguiente:

- Losa de hormigón en masa o armado (en secciones a cielo abierto) tipo Metro de Bilbao : (MB-8-NV-1-001)
- Traviesas bibloque separadas según el radio de curvatura: (MB-8-NV-1-001)

RADIO (m)	SEPARACIÓN ENTRE TRAVIESAS (m)
100-150	0,70
150-250	0,80
250-400	0,90
> 400	1,00

- Carril UIC-54-900-A grado R260, montado en barras elementales de 18 metros
- Fijación elástica con clip, SKL – 1

La sección proyectada para la **vía sobre balasto** es la siguiente:

- Capa de forma de 0.50 m de espesor sobre geotextil, subbase drenante de 0,20m de espesor y de subbalabasto de 0.40 m de espesor
- 0,30 m de espesor de balasto bajo traviesa de naturaleza silícea tipo 2
- Hombro de balasto: 0,75 m
- Pendiente de la banqueta de balasto: 5H / 4V
- Traviesas de hormigón monobloc FHMV54 cada 60 centímetros
- Carril UIC-54-900-A grado R260, montado en barras elementales de 18 metros

Memoria

Página 77

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI



- Fijación elástica con clip, SKL – 1

6.9 ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

En el anejo 18, Electrificación y señalización, se define de forma promenorizada los trabajos a realizar en las distintas fases de obra para la reposición de las instalaciones ferroviarias de las vías de EUSKOTREN/ETS y FEVE/ADIF afectadas por las obras objeto del presente Proyecto, asicomo, la definición de la obra civil necesaria para la electrificación de la conexión con las líneas 1 y 2 de METRO BILBAO.

La reposición de instalaciones ferroviarias comprende las instalaciones que se enumeran a continuación:

- Electrificación. Catenaria y línea de MT (3.000 V)
- Señalización.
- Comunicaciones.

6.9.1 ELECTRIFICACIÓN

6.9.1.1 LÍNEA 5 (FMB)

La catenaria elegida será del tipo rígida por coherencia con lo instalado en el tramo de Metro Bilbao para una mejor integración con línea 1 y 2. Si bien no es objeto de este proyecto definir la catenaria a instalar sino lo elementos necesarios para sustentarla de forma adecuada, es decir, las cimentaciones.

6.9.1.2 FEVE

La vía de feve en el tramo afectado por las obras no está electrificada, salvo el ramal de conexión.

6.9.1.3 EUSKOTREN

En este caso, no es hasta la denominada Fase III-A cuando se ejecuta el desvío de las vías de Euskotren que posibilita la ejecución de la estación de Sarratu (por fases). De forma paralela a la ejecución de la plataforma y la vía, se irá ejecutando la reposición de las instalaciones de electrificación del tramo.

Para facilitar los trabajos de obra civil y vía, se opta por colocar postes en uno de los lados e ir a una solución de ménsula alargada (tipo B7), similar a la instalada actualmente frente a la

Memoria

Página 78

subestación eléctrica de tracción de Ariz. Si bien, siempre que sea posible se deberán colocar postes individuales tipo X/Z en la situación provisional y tipos HEA ó HEB en la situación definitiva según se define en los planos.

Así por tanto, en la fase III-a, la circulación todavía se realiza sobre las vías existentes. No siendo hasta la Fase III-b, y tras un corte programado, cuando la circulación de los trenes de Euskotren se ejecuta por las vías desviadas.

Una vez que la circulación pasa a realizarse por las nuevas vías se podrá ejecutar la parte de la estación de Sarratu que corresponda para finalmente ejecutar la nuevas vías de Euskotren en situación definitiva, tal y como se definen en las fases de obra IV A y IV B. Tras esas fases la circulación de Euskotren se realizará por las vías en situación definitiva, conectando con la estación de Ariz a través de la denominada conexión técnica ejecutada en vía única.

6.9.2 SEÑALIZACIÓN Y COMUNICACIONES

Está previsto un nuevo enclavamiento para el año 2021, ta y como se define en el proyecto de señalización de Ariz realizado por idom.

Todos los equipos y sistemas a instalar tanto en las situaciones provisionales como en las definitivas deben ser completamente compatibles con los actualmente instalados en la línea, tanto para el caso de las vías de ETS como las de FEVE (han sido transferidas al Gobierno Vasco y serán gestionadas por ETS).

La reposición de los distintos sistemas ferroviarios, incluida la Fibra Optica, no debe afectar a la explotación de la línea en operación. En caso de necesidad, los trabajos serán ejecutados en cortes programados (con intervalo) nocturnos o de fin de semana.

6.9.2.1 FEVE

Las vías de FEVE, tanto la de mercancías como la conexión con Basurto, incluido el ramal de Aceralia, varían sensiblemente con las obras. Por tanto, será necesario colocar nuevos elementos de señalización (señales, circuitos de vía, lazos euroloop, ASFA digital, etc) en su nueva ubicación, cablear desde el enclavamiento local y modificar el hardware y el software tanto en local como en el puesto de mando. Las actuaciones a realizar se definen en planos, tanto para la situación provisional como para la definitiva.

6.9.2.2 EUSKOTREN

Será de aplicación lo comentado en el párrafo anterior. Los trabajos a realizar se definen en planos.

Memoria

Página 79

6.10 INCIDENCIA EN EL ENTORNO URBANO

La implantación de una infraestructura de transporte de las características del ferrocarril metropolitano origina una serie de interferencias con el entorno urbano en el que se establece, derivadas tanto del trazado subterráneo del mismo como de las obras en superficie que implica.

En el Anejo nº20, Incidencia en el entorno urbano, se analizan las afecciones que la implantación del F.M.B. originará en el entorno de la obra, abordando las siguientes cuestiones:

- Afecciones a edificios. Se recoge toda la información posible relativa a los edificios que se encuentran situados en las proximidades del trazado, con el fin de determinar si alguno de ellos presenta alguna característica que lo haga especialmente vulnerable a las obras a ejecutar.
- Afecciones al tráfico rodado. La ejecución de las obras correspondientes a las estaciones de Sarratu y Aperribai, así como de la salida de emergencia de Ariz, requerirá la ocupación de diferentes áreas en la superficie, incluyendo zonas destinadas a la circulación de vehículos. Con el fin de paliar en lo posible estas afecciones será necesario prever los correspondientes desvíos provisionales para el tráfico rodado.
- Urbanización de calles afectadas. La ejecución de diversas obras requerirá la ocupación de ciertas zonas en la superficie. Una vez finalizados los trabajos, será necesario reponer las áreas afectadas, restituyendo la pavimentación, los elementos ornamentales y el mobiliario urbano que hubiera sido necesario retirar durante la ejecución de los trabajos.

6.10.1 AFECCIONES A EDIFICIOS

El hecho de discurrir por suelo edificado, condiciona en primera instancia el trazado en túnel, por la necesidad de no interferir con el mismo, y además implica tener en consideración las posibles plantas de sótanos de los edificios, obligando a descender la cota de la rasante a una distancia suficiente de la cimentación de los mismos con el fin de no afectarlos.

El trazado en superficie del tramo Sarratu-Aperribai se ve condicionado, en cambio, por la necesidad de no afectar a las subestaciones eléctricas anexas a las actuales vías de EuskoTren.

En este tramo será necesario demoler varias edificaciones:

- Edificio Ibarro: Construcción actualmente deshabitada que cuenta con un transformador eléctrico en desuso que será necesario dismantelar. Este edificio se ubica centro del canal ferroviario.
- En el tramo ejecutado a cielo abierto, también se incluyen las edificaciones del barrio Azbarren, que se encuentran bastante deterioradas, y que coinciden además con el Área J-Azbarren,

Memoria

Página 80

mencionada anteriormente, donde el planeamiento municipal establece la implantación de una nueva urbanización residencial con viviendas en altura. Será necesario proceder a la demolición de estas edificaciones para la ejecución de la Salida de emergencia de Ariz, que se utiliza además como acceso al túnel de línea durante las obras, así como para la implantación del campamento de obra previsto en esta zona

6.10.2 AFECCIONES AL TRÁFICO RODADO

La ejecución de las obras en superficie incluidas en el presente Proyecto de Construcción implica una serie de interferencias con el tráfico rodado y peatonal que a continuación se describen brevemente. Los desvíos diseñados para garantizar el tráfico rodado y peatonal se describen ampliamente en el Anejo 20 y se incluyen en los planos de proyecto. En dichos planos se muestran los desvíos a realizar junto a la señalización provisional asociada a los mismos.

6.10.2.1 ÁREAS DE SARRATU Y ARIZ

Las obras a ejecutar en las áreas de Sarratu y Ariz implican, por su complejidad y extensión, la afección a varios de los viales ubicados en las inmediaciones del corredor ferroviario, derivadas sobre todo de la necesidad de demolición de las dos estructuras que permiten en la actualidad el cruce sobre las vías de la Calle Larrazábal/Avda. Cervantes y la Calle Matxitxako y su sustitución por dos nuevas estructuras compatibles con la nueva anchura del corredor ferroviario y la presencia de la estación.

De cara a producir las menores afecciones posibles al tráfico se han diseñado, en el marco de las Fases de Obra establecidas en el Anejo 23 “*Plan de Obra*”, distintos desvíos provisionales, consistentes en variantes de trazado de los viales existentes, que permitirán realizar las distintas obras previstas sin necesitar cortar al tráfico las calles afectadas.

A pesar de ello, ha resultado imposible evitar el corte temporal de la Calle Cervantes, en el tramo entre la rotonda de intersección con la Calle Matxitxako y la rotonda ubicada inmediatamente al norte de la futura estación. El corte se prolongaría durante el tiempo necesario para la construcción de la estructura de la Estación intermodal coincidente con esta calle y la adecuación del vial, cuya nueva rasante resulta más baja que la actual. Durante el tiempo necesario para completar estas actuaciones, el tráfico de esta calle se desviará por la Calle Larrazábal, a través de las Calle Pozokoetxe y Debarroa.

6.10.2.2 ÁREA DE APERRIBAI

Los desvíos de tráfico a diseñar vienen dados por las obras de implantación de la Estación de Aperribai y los desvíos de servicios que conlleva, entre ellos la línea de MT de Iberdrola y el colector del Ayuntamiento.

El vial de acceso a la N-634 desde el barrio de Aperribai, quedará temporalmente cortado por la ejecución de las obras, reponiéndose al finalizar las mismas en similares condiciones a las que presenta en la actualidad. Su diseño forma parte del de la propia Estación de Aperribai.

El acceso a la zona de obra de la estación se realizará desde la N-634 aprovechando como acceso el carril de deceleración de la parada de bus y el acceso que queda temporalmente cortado.

6.10.3 REPOSICIÓN Y URBANIZACIÓN DE CALLES AFECTADAS

Son varias las zonas afectadas por las obras, donde será necesario proceder a la reposición y urbanización de distintos viales una vez finalizadas las obras.

En el Área de Sarratu, las obras requerirán la reposición y urbanización de las Calles Cervantes y Larrazábal y Matxixako a su paso por la zona de obras, así como el vial de acceso a la factoría de Arcelor. Así mismo, se procederá a implantar un nuevo vial para uso peatonal y ciclista que permita conectar la Calle Larrazábal con el Puente de EuskoTren sobre el Nervión, reponiendo así el itinerario preexistente entre Basauri y Etxebarri. En el Anejo 20 se recogen los detalles de las distintas reposiciones previstas.

Se procederá así mismo a urbanizar la cubierta de la Estación de Sarratu, que se convertirá al oeste de la Calle Cervantes en una plaza dotada de mobiliario urbano y plantaciones y, al este de la calle, en la plaza de acceso a la Estación de Sarratu, donde se ubicará el edículo de acceso a la misma. En el Anejo nº 10 se recoge la urbanización de ambas zonas y los detalles del edículo de acceso.

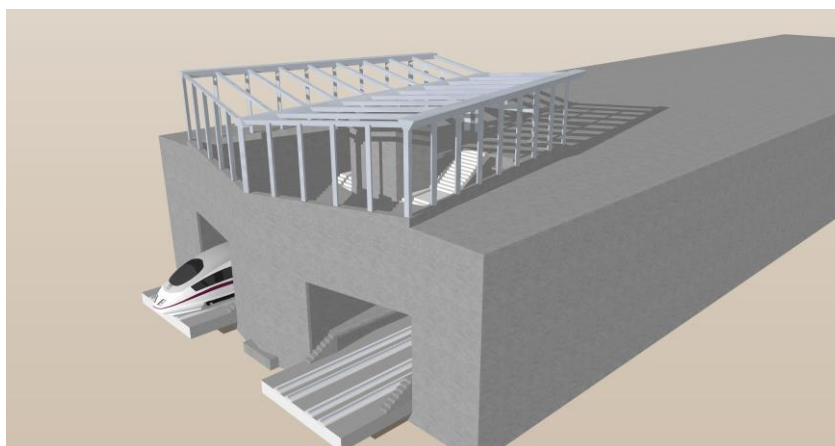
Por lo que respecta a la zona de Aperribai, será necesario reponer el vial de acceso desde el barrio de Aperribai a la N-634, que una vez ejecutada la parte de estación que le afecta, se repondrá con un trazado en planta parecido al original, así como la senda peatonal que discurre por el barrio coincidiendo con el emplazamiento previsto para la Estación de Aperribai. Además se creará una plaza en el entorno de la estación, que tendrá una importante repercusión en el entorno urbano en que se ubica. La urbanización del entorno de la estación de Aperribai se incluye en el Anejo nº 11.

6.11 ESTACIÓN DE SARRATU

En el Anejo nº10 se desarrolla la descripción, diseño y dimensionamiento de los diferentes elementos que conforman la Estación de Sarratu, perteneciente a la Línea 5 del F.M.B. Se trata de una Estación Intermodal, en la que operarán la Línea 5 de EuskoTren y la Línea 1 de METRO, que se implantará dentro del término municipal de Basauri y más concretamente en la zona situada entre la avenida de Cervantes y el barrio de Azbarren.

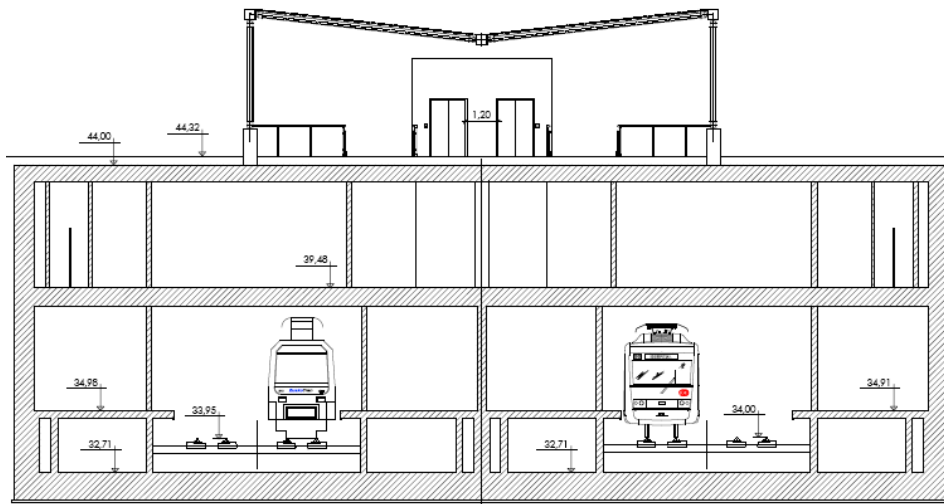
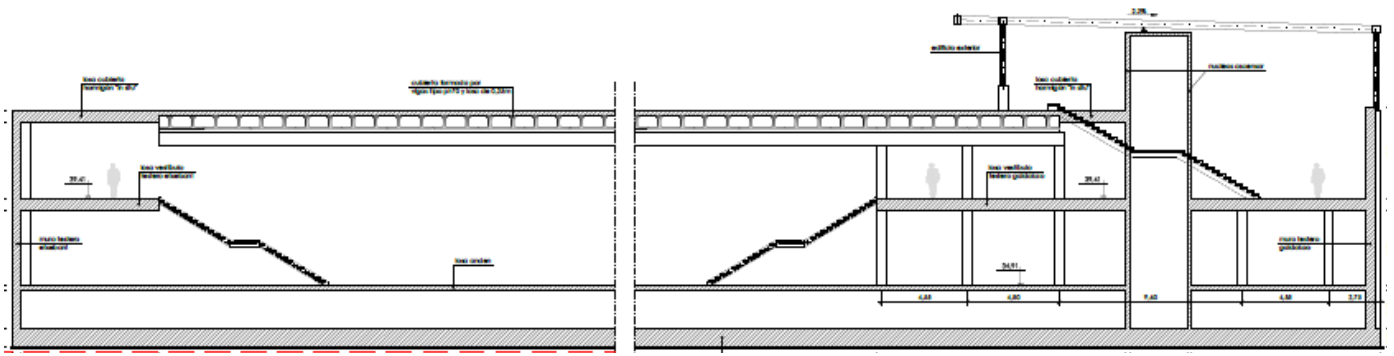
La implantación de la nueva doble vía perteneciente a la Línea 5 del ferrocarril metropolitano implica el ensanche del corredor ferroviario existente y la reordenación completa del mismo, permitiendo además, la creación de la Estación Intermodal.

La estación se configura en falso túnel, siendo la estructura enterrada un cajón bicelular cuya mitad Norte será la encargada de albergar la estación de EuskoTren mientras que la mitad Sur será la explotada por Metro Bilbao. El cajón soterrado tiene una longitud total aproximada de 127,7 metros.

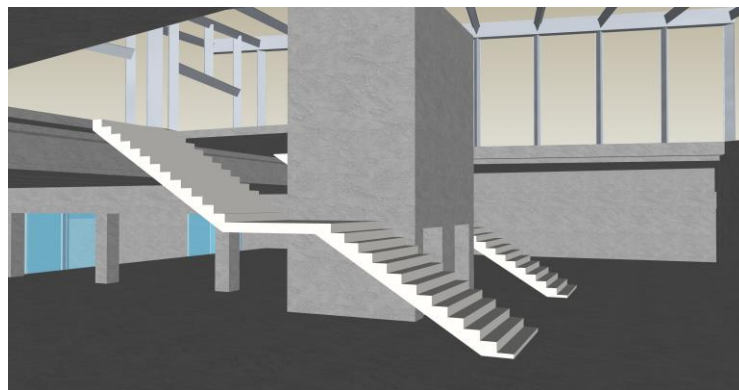


6.11.1 ESQUEMA FUNCIONAL

La estación de Sarratu se configura en tres niveles distintos, a saber, la zona de andenes, idéntica para ambos operadores, el vestíbulo de distribución y el acceso desde el exterior, ambos comunes a los dos operadores.



La comunicación entre el nivel de andén y de vestíbulo se realiza a través de escaleras fijas metálicas, habiéndose definido una escalera por andén y vestíbulo, y por ascensores que permiten el acceso a la estación a los usuarios de movilidad reducida.



En ambos vestíbulos se localizan además diversos cuartos técnicos necesarios para la correcta explotación de la estación.

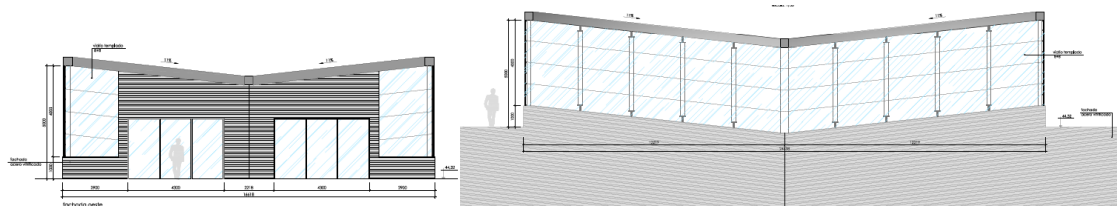
El segundo nivel existente se denomina nivel de vestíbulo y queda 4,5 metros por encima del andén. En este nivel se sitúan los dos vestíbulos, independientes entre sí y situados sobre cada testero que permiten el intercambio de viajeros entre la línea 5 del F.M.B. y la línea Bilbao-Donosti perteneciente a EuskoTren.

El nivel de andenes se sitúa casi un metro por encima de la rasante de las vías. La disposición prevista en los dos recintos de estación es de andenes laterales, disposición que permite que los tráficos en cada sentido sean independientes entre sí con lo que las perturbaciones en uno de ellos no afectan al otro.

Se obtiene una longitud de andén útil de 88,80 metros tanto para EuskoTren como para Metro, mientras la anchura útil de andén varía de un operador a otro, garantizándose los 4,25 metros libres en el caso de Metro y aumentándose esta anchura a 4,37 en el caso de EuskoTren. Los cuartos técnicos definidos en este nivel se localizan en los extremos del cajón.

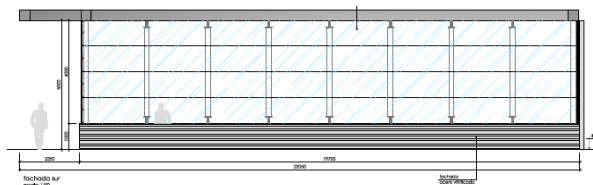
6.11.2 ACCESO

El edificio exterior de la estación tiene una ocupación simétrica en planta, con un voladizo de 2,4 m en su fachada oeste, por donde se accede al edículo. Las fachadas quedarán cubiertas de acero vitrificado y zonas acristaladas.



Fachadas oeste o de entrada

Fachadas este sobre muro frontal

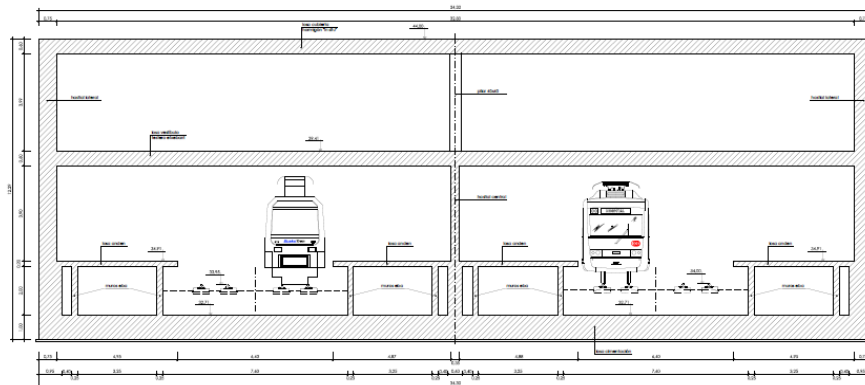


Fachadas norte y sur (laterales)

La cubierta es metálica, inclinada a dos aguas, hacia el interior con una pendiente aproximada de un 11%. Esto da lugar a dos fachadas laterales de altura constante e igual a 5,0 m, y a unas fachadas oeste (o de entrada) y este, de altura y anchura desigual.

6.11.3 ESTRUCTURA

La estación se ejecutará a cielo abierto, siguiendo las diversas fases constructivas derivadas de los desvíos necesarios para realizarlos manteniendo en servicio la Línea Bilbao-Donostia de EuskoTren. El cajón dispone de una solera de cimentación de 1,0 m de canto, con hastiales de 0,95 m de espesor en su parte inferior (hasta la altura de los andenes) y de 0,75 m en el resto del alzado, y un tabique central de hormigón armado, que en las zonas extremas de los testeros será sustituido por una serie de pilares, necesarios como elementos de apoyo de la losa principal del vestíbulo. Tanto hastiales como tabique central quedarán cubiertos por la el revestimiento prefabricado estándar tipo Metro Bilbao.



La cubierta de la parte central del cajón, de 105,6 m de longitud, se realizará con dos vanos de 44 vigas prefabricadas sobre las que se dispondrá una losa de hormigón de 0,25 m de espesor, resultando un canto total de cubierta de 1,0 m. La luz de cálculo de cada vano es de 16,15 m. Sobre la parte central de la misma se repondrá el paso de la Calle Matxitxako.

Cada una de las líneas cuenta con dos andenes laterales, a la cota +34,98. Están compuestos por dos muretes de 0,25 m que soportan el forjado del andén, compuesto por una losa de hormigón de 0,20 m de espesor y 4,75 m de anchura. Estos andenes cuentan con el correspondiente sistema de drenaje en los 96,0 m de longitud en que no van a quedar cubiertos por cuartos técnicos.

La planta a cota vestíbulo o mezzanina es la +39,48, y cuenta con dos forjados diferenciados de 0,60 m de espesor. El primero se dispone al principio de la estación en el Testero Etxebarri, en los 7,2 primeros metros, a los que se llega mediante las correspondientes escaleras metálicas que parten de cada andén. Este forjado sirve para la disposición de oficinas y permite ser usado como salida de emergencia. La segunda parte es la salida natural de la estación, en el Testero Galdakao de acceso al Edificio Exterior. Consiste en un forjado de 24 m de longitud, al que se llega desde cada andén con las respectivas escaleras metálicas o con el ascensor que tienen adosado. Desde él se accede al edificio exterior mediante una nueva pareja de escaleras, esta vez de hormigón, o a través de dos nuevos ascensores, cuyos núcleos parten de la parte inferior de la estación, y en cuya

Memoria

Página 86

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI

coronación se apoya la cubierta del edificio. Estas losas tienen sus puntos de apoyo en una disposición de pilares, que se han colocados bien en el eje central o bien de manera que queden embebidos en los tabiques de los cuartos técnicos dispuestos, de manera que no supongan ningún obstáculo.

La planta a cota cubierta de estación se ha diseñado en su mayor parte con la disposición prefabricada anteriormente descrita, salvo en la zona de los testeros, en las que igualmente se dispondrán partes de losa in situ de 0,60 m de espesor. De estas losas y del muro frontal del Testero Galdakao parten los zunchos de apoyo del Edificio de Acceso, que se describe en el siguiente apartado.

6.11.4 VENTILACIÓN

La configuración de la estación intermodal de Sarratu como cajón abierto garantiza siempre la existencia de ventilación natural. Así, no se hace necesario tener que recurrir a soluciones que incluyan sistemas de ventilación forzada.

Sin embargo, y como se ha comentado con anterioridad, la posibilidad de una actuación futura que sotierre el tramo a cielo abierto adyacente a la actual estación de Sarratu, obliga al diseño de una estación que no hipoteque decisiones futuras.

De esta manera, ambos recintos de ferrocarril disponen de huecos en la estructura de andenes que permita la instalación de elementos pertenecientes al sistema de Extracción Bajo Andén.

6.12 REPOSICIÓN VIADUCTO BASKONIA Y PASARELA PEATONAL

En el Anejo nº7, Estructuras, se recoge ampliamente el diseño y cálculo de las estructuras involucradas en la Reposición de la calle Larrazábal, esto es, reposición de del Puente de la Baskonia y la Pasarela que conecta éste con el itinerario peatonal anexo al actual trazado de EuskoTren entre Etxebarri y Sarratu.

6.12.1 PUENTE BASKONIA

La necesidad de mantener en servicio la Calle Larrazábal como acceso a Aceralia, aconsejó proyectar la nueva estructura desplazada respecto a la actual, y en consecuencia dotar de un trazado alternativo a la Calle Larrazábal en los tramos anterior y posterior a la estructura.

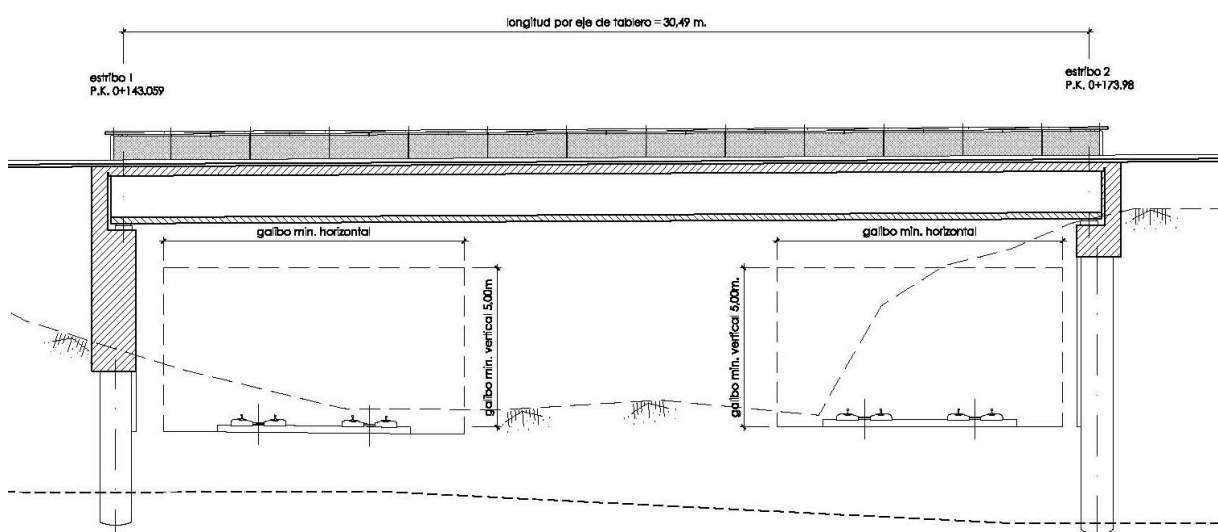
La estructura se compone de un tablero formado por vigas prefabricadas apoyado en unos estribos-pantalla a los que además acodala en su coronación. La longitud del tablero es de 30,5 m, siendo

Memoria

Página 87

su anchura variable desde 15,30 m en el estribo 1 hasta 18,59 m en el estribo 2, el cual tiene un fuerte abocinamiento. El ancho reservado para el vial es de 9,30 m, reservando 3,00 m adicionales a cada lado para las aceras.

El tablero se resuelve mediante 3 vigas prefabricadas tipo artesa de canto 1,50 m, dispuestas con un intereje de 5 m. Las vigas son de hormigón pretensado con armadura pretesa adherente. La sección estructural se completa colocando placas de encofrado perdido entre las vigas, que permitan ferrallar y hormigonar la correspondiente losa de compresión hasta alcanzar un espesor total máximo de 33 cm.

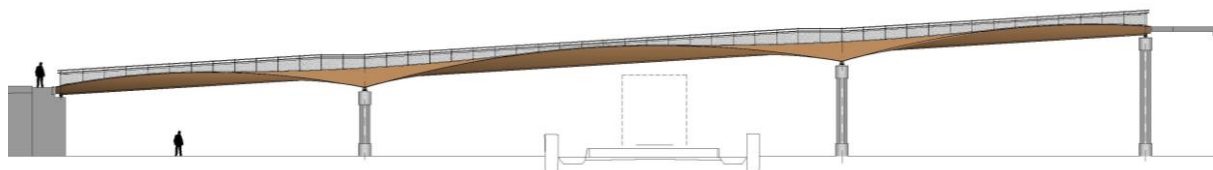


Existen varios servicios afectados por la demolición del paso superior. Éstos habrán de ser repuestos bajo la acera derecha del vial de reposición de la calle Larrazábal y, en el tramo de estructura, se llevarán sobre unas rejillas metálicas dispuestas entre las vigas artesa que constituyen el Nuevo Puente Baskonia.

6.12.2 PASARELA PEATONAL Y BIDEGORRI

Este vial nace de la estructura de reposición del Puente Baskonia, desde donde sale en dirección a la nueva estructura ejecutada por ETS para la línea de EuskoTren sobre el Río Nervión.

La pasarela está constituida por dos cajones metálicos cerrados, de altura variable, que discurren por el exterior del tablero sobre el que se apoya el bidegorri, cada uno de ellos de tres vanos, de luces 21.7, 34.1 y 21.7 m respectivamente.



Cada cajón se genera mediante una sucesión de secciones trapezoidales de anchura constante (0.7 m), y altura variable, constituidas en chapa metálica, siendo las superiores e inferiores de espesor 35 mm y anchura variable, las de alma verticales e inclinadas, de espesores 8 y 12 mm.

Los dos cajones se encuentran unidos por viguetas transversales dispuestas cada 1.55 m. La plataforma de paso es constante y presenta una anchura de 4.5 m. En los bordes exteriores del puente se coloca una barandilla de acero con pasamanos.

El extremo oeste de la pasarela apoya sobre un estribo, mientras que el otro extremo y los apoyos intermedios apoyan en pilas, adquiriendo el comportamiento de una viga continua. El estribo y la pila 1 se cimientan mediante pilotes de 0.65 m, siendo, en el resto de los casos, la cimentación directa.

El tablero vendrá prefabricado, bien por vanos o por bien por secciones trapezoidales que se unirán en obra hasta completar cada uno de los tres vanos. Una vez construidos los estribos y pilas, el tablero se coloca sobre sus apoyos en estos tres tramos previamente montados (Ver montaje de tablero en plano de 19.5.4, hoja 27 de 27).

La cercanía del desvío de EuskoTren, que estaría en servicio en ese momento, exige trabajar en coordinación con el operador. El montaje del tablero, en concreto, requerirá operaciones con piezas de gran tamaño a pocos metros de las vías, por lo que no podrán coincidir con circulaciones en las mismas. Si el intervalo de tiempo disponible durante la noche para trabajar sin circulación fuese suficiente, podría realizarse el montaje del tablero en este horario a lo largo de sucesivos días. Si no fuese así, podría requerir de un corte puntual del servicio de trenes de EuskoTren en este tramo.

6.13 ESTRUCTURAS ÁREA DE SARRATU

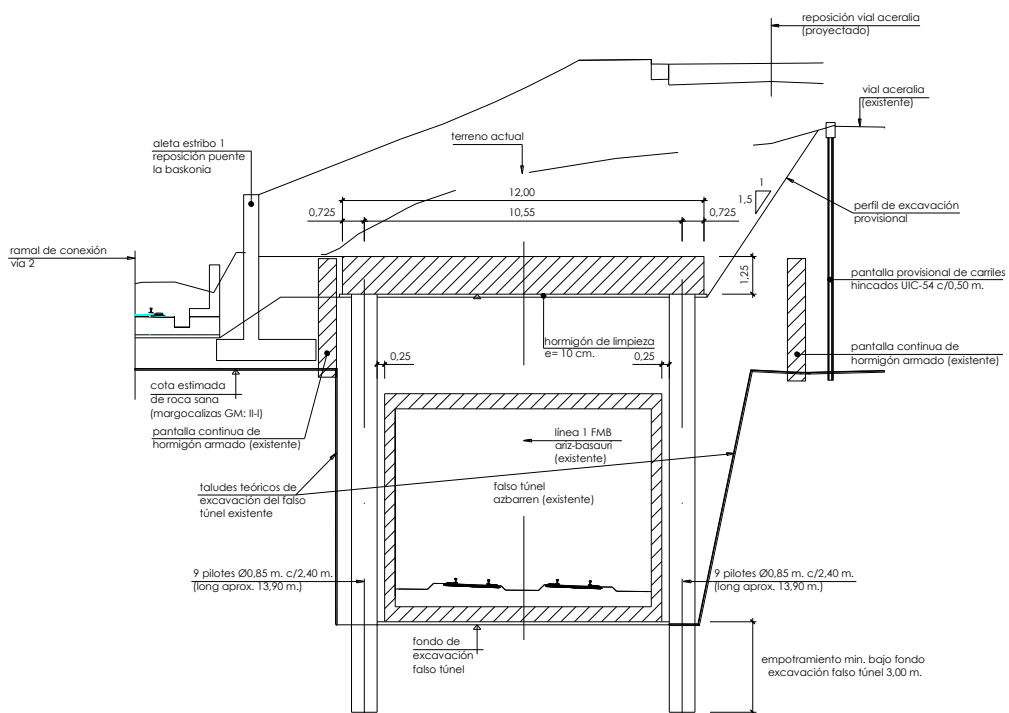
En el Anejo nº8, *Obras de fábrica*, se describen ampliamente las características de diseño de los falsos túneles a ejecutar en el Área de Sarratu y de la losa de protección del falso túnel de la Línea 2 de METRO.

6.13.1 ESTRUCTURA DE PROTECCIÓN FALSO TÚNEL ARIZ-BASAURI

El objeto de esta estructura es proteger al falso túnel de Azbarren existente, perteneciente a la Línea 1 del FMB (Ariz-Basauri), del derrame de tierras provocado por la reposición de los viales de acceso a Aceralia y la calle Larrazabal.

Así pues, para proteger al falso túnel de los nuevos derrames de tierras antes mencionados, en este proyecto se ha previsto la ejecución de una losa pilotada que puentea al cajón, con lo que éste no recibe carga adicional alguna.

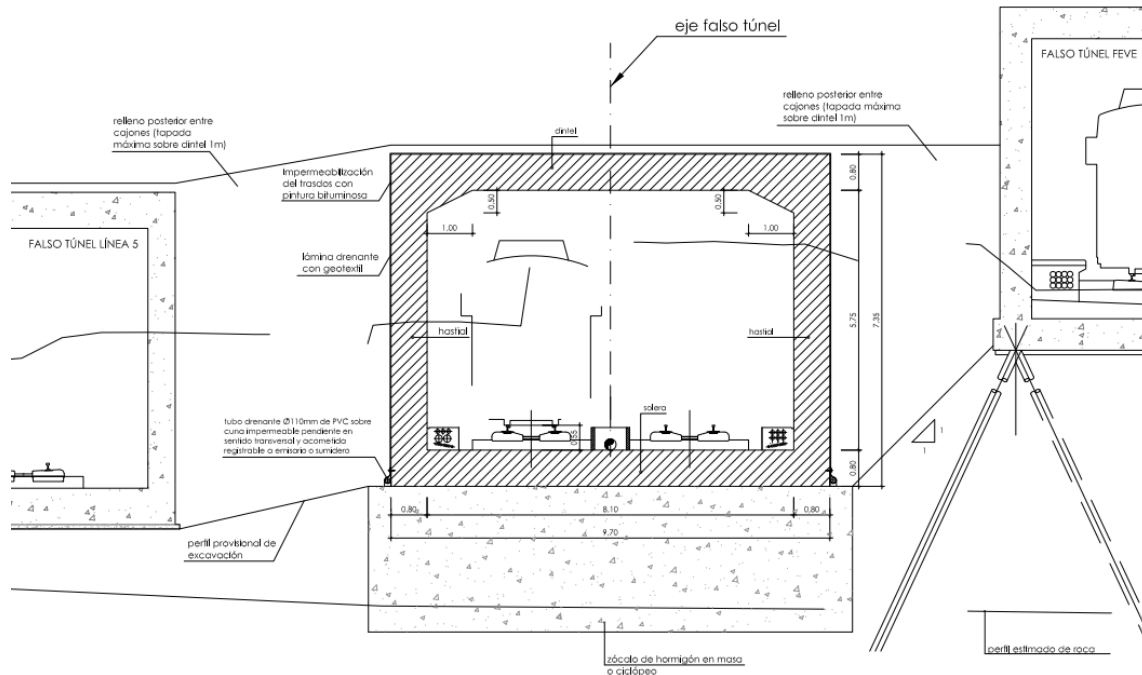
La sección tipo de la losa, cuya longitud es de 21,1 m, se muestra en la figura adjunta:



6.13.2 FALSO TÚNEL LÍNEA 1 SARRATU

Finalizado el andén útil de la Estación de Sarratu, la plataforma de conexión con Línea 1 se prolonga unos 75 metros, a petición del operador de la línea para facilitar la explotación de la misma. Es por ello que finalizada la estación existe un tramo de falso túnel de 45 metros de longitud que da cabida a esta prolongación.

La tipología estructural adoptada para este falso túnel es de cajón cerrado de hormigón armado ejecutado in situ y excavado a cielo abierto.



En esta zona el cajón discurre semienterrado respecto al terreno natural, pero de cara al cálculo estructural se ha supuesto la existencia de una tapada de tierras sobre el dintel de hasta 1 m de espesor. En estas condiciones se ha adoptado un espesor para dintel, hastiales y solera de 80 cm.

Hasta no haber finalizado la construcción de este falso túnel no se podrá rellenar el trasdós derecho del cajón de FEVE, ya que en los cálculos efectuados en el presente proyecto no se ha tenido en cuenta a la vez la asimetría originada por la excavación asociada a la construcción del falso túnel unido a la presencia de la urbanización.

6.13.3 FALSO TÚNEL EUSKOTREN

Falso túnel que dará cabida al tronco de la Línea 5 de EuskoTren y a la vía única que conectará el trazado de EuskoTren a la salida de la estación de Sarratu con las actuales vías en servicio en la zona de la Estación de Ariz. Esta conexión provisional garantizará el mantenimiento del servicio de EuskoTren hasta el momento de puesta en servicio de la nueva Línea 5.

Se ha diseñado una estructura en falso túnel para dar cabida a ambos trazados ferroviarios. La estructura alberga en sus primeros metros las 2 vías correspondientes al tronco de la Línea 5 para pasar después, a partir del PK 0+200 aproximadamente, a albergar la tercera vía correspondiente a la conexión del tronco de Línea 5 con el actual trazado de EuskoTren en Ariz. Hasta el PK+260 las tres vías comparten un cajón común, delimitado lateralmente por dos muros pantalla de pilotes. A

partir de ese PK se dispone una pantalla central, también de pilotes, de forma que se crean dos cajones diferenciados, uno para el tronco de la Línea 5 y otro para el citado eje 83.

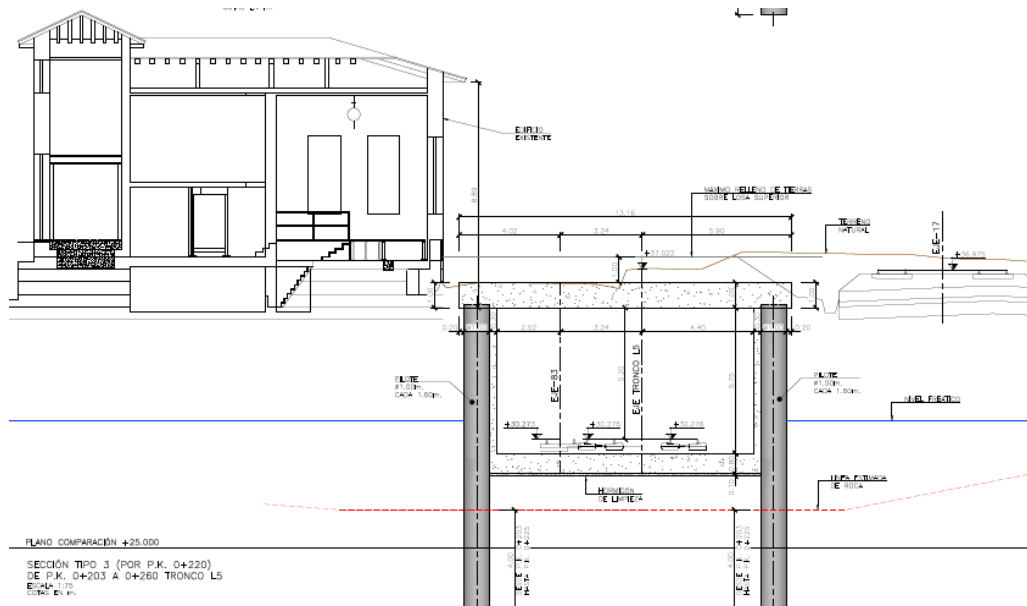
La tipología del falso túnel va cambiando a medida que aumentan los PK, adaptándose en cada zona a los condicionantes existentes:

- Sección 1: PK 0+120 a PK 0+170. Tramo inicial de marco ejecutado en desmante hasta llegar a una sección con altura de excavación de unos 16,7 m. La estructura se ejecuta en desmante, rellenando después hasta la cota aproximada del terreno natural actualmente existente. Los cálculos se han realizado considerando la posibilidad de que se rellene hasta un metro por encima de la losa superior.
- Sección 2: PK 0+170 a PK 0+203. El hastial derecho se sustituye por un muro pantalla de pilotes en voladizo, que después se solidariza con el marco. Se pretende con ello evitar interferencias con el desvío de EuskoTren y la futura playa de vías de Ariz. La pantalla se compone de pilotes de diámetro 1,0 m espaciados 1,60 m. la construcción de esta pantalla podría avanzarse parcialmente en la fase anterior, coordinando los trabajos del desvío de EuskoTren con la ejecución de la misma.

Sección 3: PK 0+203 a PK 0+260. La estructura se resuelve mediante dos pantallas, cuyo espacio interior se excava tras construir la losa superior, mediante el método "top-down". Se recurre a esta opción ante la proximidad de las subestaciones eléctricas anexas a las actuales vías de EuskoTren.

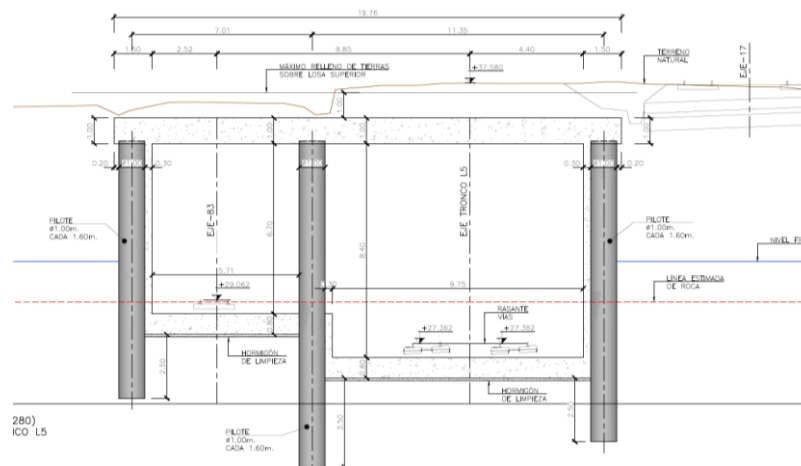
El trazado de las tres vías de EuskoTren queda encerrado entre los edificios y la vía provisional de EuskoTren, exigiendo recurrir a esta solución.

Las pantallas se componen de pilotes de 1,0 m de diámetro espaciados 1,60 m. La sección acomoda en su interior las 3 vías. Tiene ancho variable entre unos 10 m y 15,77 m. La altura libre máxima es de 7,41 m.



Se ha comprobado que la distancia a la fachada de la subestación histórica y la altura del voladizo del tejado es suficiente para poder ejecutar las pantallas de pilotes sin afectar a la subestación.

- Sección 4: PK 0+260 a PK 0+300. A la sección vista anteriormente se le añade ahora una pantalla intermedia de pilotes, separando la vía doble del tronco de la Línea 5 de la conexión a Sarratu en vía única.

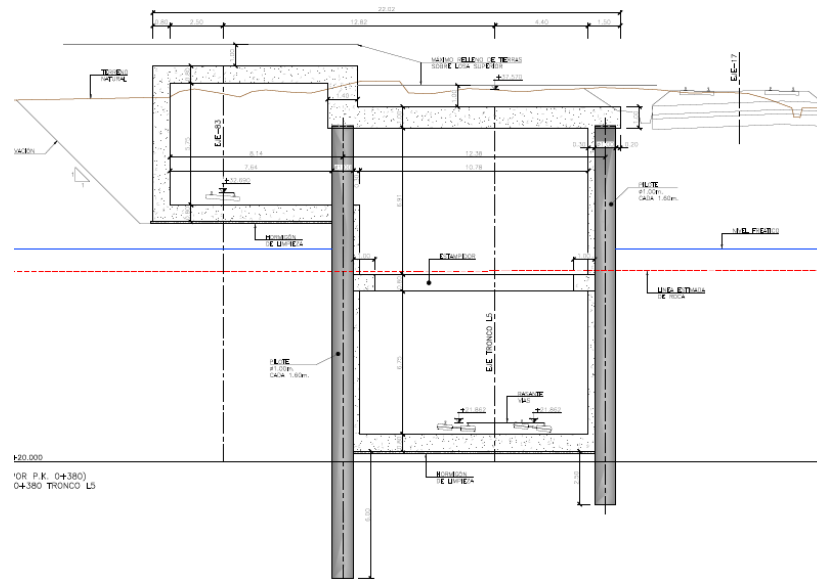


- Sección 5: PK 0+300 a PK 0+380. Al avanzar los PK, el tronco de la Línea 5 va profundizando buscando ganar tapada para el emboquille del túnel en mina, mientras que el eje 83 de EuskoTren asciende buscando la superficie. Por ello, y debido a que en esta zona no hay limitaciones para excavar en el lado izquierdo, se diseña la estructura para el tronco principal compuesta por doble pantalla de pilotes con una excavación de hasta 16.25 m con un

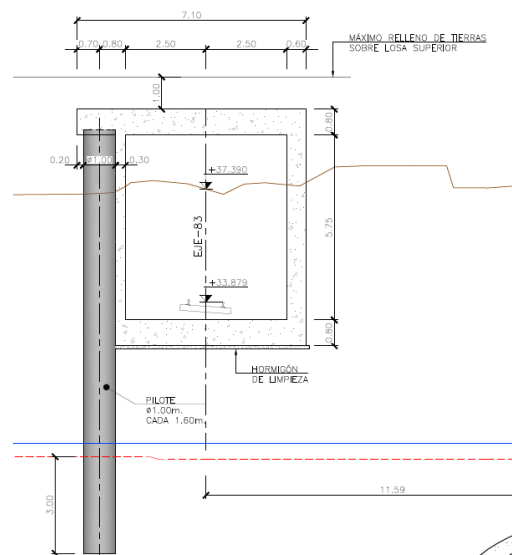
Memoria

Página 93

estampidor intermedio. Después, se excava el lateral izquierdo a cielo abierto en el que posteriormente se construye el marco adosado a la pantalla izquierda del tronco.



- Sección 6: PK 0+380 a PK 0+400. Tramo en el que el marco ha de sustituirse de nuevo por una pantalla de pilotes debido a la proximidad de nuevo de un edificio.
- Sección 7: PK 0+186 a PK 0+200 eje 83 (EuskoTren). Se trata de la misma solución adoptada en la sección 2, con la diferencia de que el marco es de 5,0 m de ancho interior, debido a que solamente alberga una vía. Se construye el marco al abrigo de una pantalla de pilotes en voladizo para evitar la afección al edificio existente.



Memoria

Página 94

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI

- Sección frente túnel en mina. En el PK 0+400 el tronco de la Línea 5 pasa de falso túnel a túnel en mina. El terreno situado por encima de la roca se contiene mediante una pantalla de pilotes de diámetro 1,0 m cada 1,60 m apoyada en la losa superior y en una viga de atado transversal.

6.13.4 ESTRUCTURAS REPOSICIÓN RAMAL BASURTO-ARIZ (ANTES FEVE)

La reposición de la vía de FEVE discurre en buena parte de su trazado encajonada entre el cajón bicelular situado a su izquierda que configura la nueva estación de Sarratu y el muro existente a su derecha que da soporte al vial (Pozokoetxeko Bidea) de una reciente urbanización hasta llegar al estribo del actual paso superior sobre vías de la Calle Matxitxako, el cual se tiene previsto demoler dentro de las obras objeto del presente proyecto constructivo.

Esta circunstancia obliga a proyectar distintos tipos de estructuras para esta vía de forma que éstas se adecúen a las condiciones de contorno existentes en cada parte de su trazado.

6.13.4.1 MURO REPOSICIÓN FEVE PK 0+240

Cuando el desmonte derecho asociado a la nueva vía proyectada se acerca en exceso a la cimentación del muro de sostenimiento del vial de la se hace necesario proyectar un muro pantalla de micropilotes ϕ , anclados y empotrados en roca, con carácter definitivo.

Este muro está situado entre los PKs 0+230 y 0+250 de la nueva vía de FEVE, tiene una altura máxima de cálculo de unos 4,85 m y dispone de una única fila de anclajes de cables situada a 1,5 m de profundidad respecto a su coronación.

6.13.4.2 SECCIÓN EN U

Como elemento de transición entre la sección a cielo abierto anterior y el falso túnel en sección cajón que se proyecta a continuación, entre los PK 0+250 y 0+260 se dispone una sección en U de hormigón armado ejecutado in situ, cuya construcción requiere del empleo de una pantalla provisional de micropilotes anclada y empotrada en roca, debido de nuevo a la proximidad en su margen derecha del actual muro de la urbanización.

Los hastiales de la sección en U son de altura variable (entre 3,0 y 7,6 m en su encuentro con el cajón). Requiere la disposición de una pantalla provisional de carriles hincados de unos 6 m de longitud (hasta apoyar en roca).

6.13.4.3 . FALSO TÚNEL EN SECCIÓN CAJÓN

A partir del PK 0+260 y hasta el PK 0+415, la reposición de la vía de FEVE discurre por el interior de un cajón cerrado de hormigón armado ejecutado in situ, excavado a cielo abierto, cuyos

Memoria

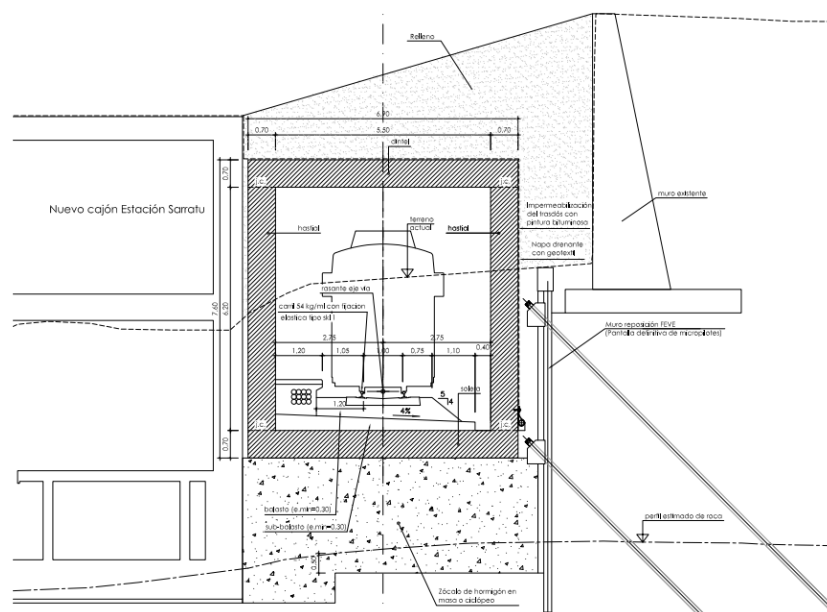
Página 95

condicionantes externos y de ejecución, así como sus características de cimentación obligan a su vez a discretizar en tres secciones tipo diferentes.

En todos los casos la sección del cajón tiene una altura libre interior de 6,20 m y una anchura de 5,50 m, siendo el espesor adoptado tanto para dintel y solera como para los hastiales de 0,70 m.

Para su dimensionamiento estructural se ha tenido en cuenta la tapada de tierras que corresponde a la situación futura en la que ya existe la urbanización prevista en la margen derecha de esta vía en aquellas zonas en las que ésta aún no se encuentra implantada.

- Sección tipo 1: La sección tipo 1 del cajón discurre entre los PKs 0+260 y 0+320. Para su construcción se requiere del empleo de pantallas provisionales de micropilotes ancladas.



- Sección tipo 2: La sección tipo 2 del cajón discurre entre los PKs 0+320 y 0+374 (final del cajón bicelular que conforma la nueva estación de Sarratu) Se opta en este caso por cimentar el cajón sobre sendas hileras de micropilotes situados en la vertical de cada uno de los hastiales, y empotrados en roca sana o ligeramente alterada (Margocalizas GM II-I) un mínimo de 4,5 m.

6.14 ESTACIÓN DE APERRIBAI

La Estación de Aperribai se implanta dentro del municipio de Galdakao, concretamente en el barrio de Aperribai, y se ubica junto a la N-634, en el acceso al barrio de Aperribai.

El trazado discurre por la parte baja del barrio de Aperribai, esto viene dado tras un análisis donde se observa que la mayor densidad de población del barrio se encuentra localizada en la zona Oeste, compuesta por edificios altos de múltiples viviendas, mientras que en la zona Este (Olabarrieta), al otro lado de la vaguada que corta el barrio, la construcción predominante es de viviendas unifamiliares. Además, al Sur, al otro lado de la carretera N-634 se encuentran los polígonos industriales de Aperribai, Avenida Gudarien e Irubide. Con esta situación, y teniendo en cuenta la pequeña extensión del barrio, se ha localizado la estación junto al eje de la vaguada con objeto de dar servicio a las dos zonas Este y Oeste indicadas, y en la zona baja del mismo por servir asimismo a los polígonos industriales que se sitúan al otro lado de la carretera nacional.

La estación estará soterrada, ejecutándose a cielo abierto en su totalidad ("cut and cover"). Se trata de una estación con tipología clásica de vestíbulo en superficie a cabalgavía y andén central soterrado. Se generan tres volúmenes superpuestos, de diferentes dimensiones que acogen en su interior los dos vestíbulos de acceso, salida y circulaciones de usuarios, los superiores, y el inferior el tráfico ferroviario, así como parte de las actividades e instalaciones que hacen posible el funcionamiento del sistema de transporte, ya que los diferentes cuartos técnicos se han repartido entre las diferentes plantas.

En planta la Estación tiene unas dimensiones de 316 m entre emboquilles y corresponde en el trazado de proyecto con el tramo comprendido entre los PK 1+214 y PK 1+540.

La estación engloba las zonas de andén, vías, vestíbulos y distribución, y dispone de dos accesos desde el exterior, uno a la cota +39,50 (acceso desde la N-634) y otro a la cota +46 (acceso Olabarrieta).

A continuación se resumen las características generales de la Estación de Aperribai.

- Estación con andén central, consiguiendo un punto de apoyo para la estructura de cubrimiento de la zona ejecutada a cielo abierto.
- El andén central útil se encaja entre los PKs 1+320 a 1+412 con lo que se consigue alejar la zona de actuación a cielo abierto de la N-634. Estas actuaciones permiten emboquillar en el PK 1+214 de forma que el túnel en mina se prolonga bajo la N-634 evitando con ello posibles afecciones.
- Accesibilidad. Con la solución adoptada, se consigue una accesibilidad que permite la llegada a los vestíbulos tanto desde la N-634, como desde el camino de Aperribai.

Memoria

Página 99

- Mantener el acceso rodado al barrio, tal y como existe actualmente, ya que desde la Dirección e Inspección del Proyecto, en adelante ETS (Euskal Trenbide Sarea) se descarta la posibilidad de eliminarlo (únicamente se prevé su corte temporal durante la ejecución de las obras)
- Se crea una zona de disfrute en el barrio, ya que al cubrir la obra a cielo abierto, surge la posibilidad de crear una superficie aprovechable por los vecinos de la zona.
- Cotas
 - cota rasante: 31,95 m.
 - cota andén: 33,00 m.
 - cota vestíbulo N-634: 39,50 m.
 - cota acceso superior o urbanización: 46,00m
- Longitud útil del andén 92m, con una pendiente del 0‰.
- El acceso a la estación se realiza desde uno de los testeros y se coloca salida de emergencia en el testero opuesto.
- Se colocan escaleras mecánicas de subida, tanto para acceder desde el andén al vestíbulo N-634, como desde este al acceso superior o vestíbulo Olabarrieta.
- Andén central con un ancho mínimo de 4,78 m y máximo de 8,65 m.
- Ventilación bajo andén (EBA), se ha planteado su colocación en vertical al final de andén, mediante dos ventiladores en paralelo, evitando la afección a la N-634.
- Las ventilaciones de emergencia se proyectan sobre el canal ferroviario, aprovechando en el caso de la VE-1 el espacio a terraplenar sobre el cajón estructural, por lo que los ventiladores se disponen en horizontal. La ventilación VE-2 situada en el testero dirección Bengoetxe se ha dispuesto en vertical ya que en este caso el recubrimiento de tierras es más elevado.
- En ambos casos, la situación de la N-634 supone un fuerte condicionante para el diseño tanto del sistema EBA como de las ventilaciones de emergencia.

6.15 SALIDA DE EMERGENCIA DE ARIZ

Si se analiza la longitud del trazado subterráneo entre la estación intermodal de Sarratu y la estación de Aperribai, esta longitud resulta ser de 1.100 metros aproximadamente, es por ello necesario la implantación de una infraestructura de emergencia.

La salida de emergencia para peatones se sitúa en el P.K.0+500, próximo a la entrada de la traza en túnel, bajo la franja industrial de Basauri, resultando de esta manera una distancia de 380 entre ésta y la Estación Intermodal de Sarratu, y de 800 metros hasta la Estación de Aperribai.

La obra singular incorpora además en el PK 0+520 una ventilación de emergencia para la Estación Intermodal de Sarratu, de tal forma que el trazado de la galería que contiene la salida de emergencia es independiente en sus primeros 25 metros, incorporándose después a la galería que contiene la ventilación de emergencia.

De esta manera, desde ese punto hasta la salida a superficie la galería resulta compartida por ambas. Esta galería será utilizada además como rampa de ataque para la excavación del túnel en mina durante las obras de construcción del mismo. Este tramo común discurre en rampa con una pendiente del 6%, la anchura total de la sección excavada es de 8,80 metros y corresponde con la sección de túnel en curva, reservándose 3,50 metros de pasillo para el tránsito peatonal y 5,05 metros para el conducto de ventilación.

La salida de emergencia de Ariz comunica en superficie con el Barrio de Azbarren, donde se implantará el edificio de hormigón que albergue la salida a superficie de los conductos de emergencia y ventilación. El edificio da cabida por una lado a la caja de las escaleras de emergencia y por otro al conducto vertical de ventilación, quedando ambas zonas completamente independientes en el interior del edificio.

Las salida de emergencia asciende hasta el exterior en forma de escaleras con sucesivos descansillos horizontales de 7,00 metros de anchura. Cada grupo de escalones asciende 1,88 metros permitiendo salvar un desnivel vertical de 21,60 metros hasta superficie.

El acceso al exterior se realiza tras superar el décimo tramo de escaleras, es decir, a cota 38,67. Sin embargo, teniendo en cuenta la futura urbanización de la que será objeto la parcela donde se ubica la salida/ventilación de emergencia de Ariz, el edificio proyectado ascienden otros dos grupos de escaleras hasta la cota 42,10, cota de la futura urbanización, garantizando así su utilidad en la situación futura. Disponiendo el edificio de dos puntos de acceso desde el exterior, uno adecuado a la cota de terreno actual, y otro a la cota de la futura urbanización. La salida al exterior de la ventilación de emergencia se produce a través de la cubierta del edificio.

En el Anejo nº12 se recoge todo lo relativo a la Salida/Ventilación de emergencia de Ariz.

6.16 EQUIPOS E INSTALACIONES

En el Anejo nº13 se desarrollan las instalaciones a ejecutar dentro del presente proyecto constructivo, diferenciándose entre las instalaciones a ejecutar en las estaciones de Metro y las que se ejecutan en la Estación Intermodal de Sarratu.

Por otra parte en las Salidas/Ventilaciones de Emergencia se realiza la obra civil necesaria para la instalación de los transformadores y cuadros de baja tensión que alimentarán a los ventiladores de las ventilaciones de emergencia y al alumbrado definitivo del túnel. También se dotan de agua potable para la realización de operaciones de limpieza.

Los equipos e instalaciones a ejecutar en el proyecto serán las descritas a continuación:

6.16.1 INSTALACIONES ESTACIÓN INTERMODAL DE SARRATU

Al tratarse de una estación intermodal, compartida por EuskoTren y Metro, a parte de las instalaciones comunes a todas las estaciones de la línea de Metro, mencionadas en el apartado anterior, el proyecto recoge el diseño de las instalaciones de la parte correspondiente a Euskotren necesarias para su explotación:

- Instalaciones eléctricas.
- Alumbrado de la estación.
- Ventilación cuartos técnicos.
- Protección contra incendios.

En el Anejo nº13 se desarrolla cada una de las instalaciones indicadas, describiéndose las prescripciones técnicas y aportando los cálculos efectuados. Se adjunta también el estudio lumínico efectuado.

El suministro eléctrico a la estación se realizará en baja tensión, 400/230 V., desde la red de la compañía distribuidora. Y desde el Cuadro de Baja Tensión, partirán los circuitos trifásicos o monofásicos que alimentan a los diversos equipos existentes en la estación (alumbrado, tomas de fuerza, pozo de bombeo...).

La distribución eléctrica a equipos se realizará desde el Cuadro de Baja Tensión. Con objeto de mejorar el factor de potencia de las instalaciones, se dotará al Cuadro de Baja Tensión de Baterías de Condensadores automáticas. Independientemente, para alimentación de los Servicios Esenciales, Control e Incendios, se ha previsto la instalación de un sistema de alimentación ininterrumpida (UPS).

En cuanto al alumbrado, el sistema a utilizar para la iluminación de los andenes de la Estación de Sarratu (ETS), será por medio de una estructura lineal, autoportante y multifuncional que nos permitirá dar solución a todas las necesidades de iluminación en dicha zona. Para la zona pública de vestíbulo y acceso a la estación, se emplearán downlights de adosar con reflector de aluminio. Todo el alumbrado de andenes, vestíbulo y acceso se efectuará con lámparas de bajo consumo y alto rendimiento (preferiblemente LED's).

La ventilación de los cuartos técnicos en estación se diseñará de tal forma que consiga mantener la temperatura por debajo de los 26° C con un nivel sonoro inferior a 50 dB en los lugares próximos de trabajo habitual, instalándose los ventiladores centrífugos y extractores indicados según Anejo 13.

El sistema de Detección y Alarma contra Incendios deberá estar basado en una técnica totalmente analógica, lo que permitirá una monitorización continua de los datos enviados por los sensores a través de la Central de Control.

Las zonas a proteger de la estación de Sarratu (ETS) en líneas generales, son: Cuartos técnicos y andenes de estación, Bajo andenes (Galerías de cables), Cuadros eléctricos (C.B.T.) y Fosos y salas de máquinas de ascensores.

Para la protección contra incendios de la Estación Intermodal de Sarratu, se instalarán los siguientes equipos, conforme lo especificado en el Anejo 13: Sensores óptico térmicos, Sensores óptico térmicos con voz y sirena, Pulsadores, Extintores portátiles, Sistema de CO₂, para extinción automática de incendios en cuadros eléctricos y Sellado ignífugo de penetraciones de cables en cuartos técnicos.

6.16.2 INSTALACIONES ESTACIONES DE APERRIBAI

Por lo que se refiere a las estaciones exclusivas de la Línea 5 del FMB (Estación de Aperribai en este caso), el proyecto recoge el diseño de las siguientes instalaciones:

- Sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento

El abastecimiento de agua potable a las diferentes estaciones se hace desde la redes municipales de Basauri para la estación de Sarratu y de Galdakao para la estación de Aperribai. Por medio de una red de 3" que parte de las citadas redes municipales se acomete al cuarto de control y distribución de agua

El saneamiento se realiza a través de filtros biológicos en la estación de Sarratu y directamente a colector de saneamiento municipal en la estación de Aperribai al existir cota de desagüe.

- Suministro de energía eléctrica

Se diferencia entre la situación provisional de obra y la situación definitiva o de explotación.

Memoria

Página 103

En la situación provisional de obra se han contemplado 4 acometidas provisionales de 100 Kw cada una de ellas, situadas en: Estación de Sarratu, Galería de emergencia de Ariz, Estación de Aperribai

- Escaleras mecanicas

Se ha definido en el apartado de estructuras de la Estación de Aperribai la obra civil necesaria la la instalación de las escaleras mecanicas

- Sistemas de extincion de incendios

El sistema de extinción de incendios estará compuesto por tomas de columna seca y un conjunto de bocas de incendio equipadas (BIE'S) por un lado, y extintores manuales por otro.

6.16.3 RED DE TIERRAS DE LAS ESTACIONES

El sistema de puesta a tierra a ejecutar en las estaciones de la Línea 5 corresponde a un sistema TNS, con lo que en el centro de transformación existirá una única red de tierras.

Se incluye en la parte de obra civil la ejecución de la red de tierras de las estaciones ya que es preciso realizarlo durante la construcción de las estaciones,

En el Anejo 13 Equipos e Instalaciones se desarrolla las prescripciones técnicas a tener en cuenta para su ejecución.

6.16.4 ALUMBRADO DE LOS TÚNELES

Para poder realizar la ejecución de Obra Civil de los túneles con las suficientes garantías de seguridad para los operarios, se precisa de un alumbrado provisional en los túneles.

Es por ello que que el Contratista de Obra Civil instalará unas pantallas fluorescentes y unas líneas eléctricas provisionales para tal fin. Este alumbrado provisional se alimentará desde los cuadros de obra a ubicar en las diferentes estaciones y salidas de emergencia. Además, cada cierto número de pantallas dispondrán de kits autónomos de emergencia. En el Anejo 13 se describen el resto de características del alumbrado de túneles, aportándose los cálculos.

6.17 CONDUCCIONES

Se pueden diferenciar dentro de la infraestructura:

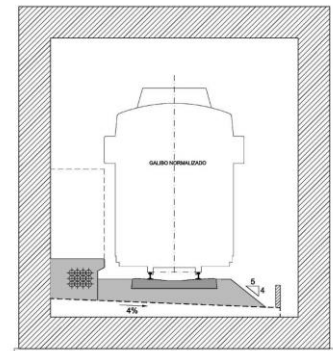
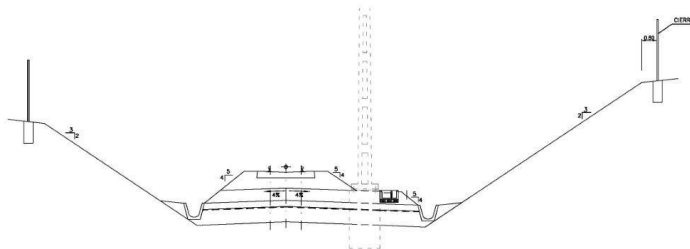
- Conducciones en FEVE y ACERALIA:

Se diferencian dos situaciones, la reposición final de la vía y el desvío provisional de la misma.

En el desvío provisional de la línea de FEVE se han previsto 6tpc Ø110 y 1 tritubo Ø50 en superficie adosados a la plataforma de vía disponiendo arquetas de ladrillo cada 50 m. aproximadamente.

En la reposición definitiva se han dispuesto tres tritubos hormigonados bajo una canaleta en las zonas a cielo abierto y un dado de comunicaciones compuesto por 12tpc Ø125 que a su vez conforma el pasillo de evacuación en el falso túnel.

En la reposición de Aceralia se han previsto 4tpc Ø110



- Conducciones en Metro Línea 5

Se disponen dos dados de hormigón a ambos lados de las vías. En su configuración básica la disposición de estos dados es:

- Dado izquierdo: 9tpc Ø110, 2 tritubos de Ø50 y 1 tpc Ø50
- Dado derecho: 6tpc Ø110, 2tpc Ø160, 2 tritubos de Ø50 y 1 tpc Ø50

Estos dados se ven suplementados en las inmediaciones de las salidas de emergencias, ventilaciones de emergencia y EBAs en el número de tubos (tpc Ø110) necesarios para alimentar a los equipos a instalar.

Se disponen arquetas de hormigón cada 30m reduciendo la distancia entre ellas a 15m cuando hay curvaturas pronunciadas, con cruces de 3tpc Ø110 de un dado a otro cada 150 m para las conducciones eléctricas y arquetas cada 300m para las conducciones de corrientes débiles y comunicaciones.

Memoria

Página 105

La conexión de la Línea 5 Sarratu – Aperribai con la línea Ariz- Basauri se realiza en dos arquetas de dimensiones interiores de 1x1 disponiéndose un cruce de gran capacidad entre ambas.

6.17.1 COLUMNA SECA

La red de columna seca está formada por una conducción de acero de 2 1/2" en cada hastial que discurre por todo el túnel. Por cada hastial y al tresbolillo se han colocado cada 100 metros tomas con racores Barcelona de 45 mm, provistas con válvula de 1 1/2" de diámetro de cierre rápido y antifuego. Al ir al tresbolillo, cada 50 metros a lo largo del túnel siempre hay una toma de columna seca.

En los testeros de las estaciones se ha colocado una toma siamesa con doble racor tipo Barcelona de 45 mm.

Esta red será alimentada por los Bomberos desde las arquetas situadas en vía pública. En cada arqueta se sitúa una boca siamesa bridada de 4" de diámetro, con doble racor tipo Barcelona de 70 mm.

La conducción desde las arquetas a los puntos de entrada al túnel generalmente las ventilaciones de emergencia se realizan con tubería de 4", reduciéndose a 3" en la bajante y a 2 1/2" para la configuración de la red dentro del túnel.

Se han dispuesto arquetas de alimentación para la red de columna seca en:

- Estación de Aperribai
- Salida de Emergencia de Ariz
- Estación de Aperribai. Ventilación de emergencia 1
- Estación de Aperribai. Ventilación de emergencia 2

6.17.2 DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y BIES

La alimentación de estas conducciones de agua se realiza desde las redes municipales de abastecimiento que existan en las inmediaciones de la infraestructura. A las estaciones se acomete con tubería de 3" hasta llegar al cuadro de control y distribución de agua del cual surgen dos redes independientes:

- Red BIEs (columna húmeda de la red contra incendios):

La distribución de agua se realiza por medio de tuberías de 2" de diámetro, reduciendo el diámetro a 1 1/2" para acometer nichos donde se ubican las BIEs.

- Red de distribución y limpieza:

Desde el cuadro de control, la distribución de agua de abastecimiento se realiza por un ramal de 1 1/2" de diámetro, que se bifurca en dos de 3/4", uno para suministrar a los andenes, y otro para el suministro de los vestíbulos y dependencias.

6.17.3 CONDUCCIONES PARA POZOS DE BOMBEO

La evacuación desde los pozos de bombeo se realiza por medio de tubería de acero de diámetro 300mm hasta la llegada a la arqueta de rotura de carga, donde se pierde la velocidad del bombeo y desde donde parte el desagüe a la red municipal de saneamiento.

Se han ubicado los pozos de bombeo en los testeros de las estaciones y en los puntos bajos del trazado (PK 0+700) Dando lugar a un total de cinco pozos de bombeo.

La tubería de impulsión de los pozos de bombeo que se sitúan en los puntos bajos se dispone verticalmente con una longitudes comprendidas entre 31 y 37 m a excavar con el método "raise boring"

6.18 FASES DE OBRA

En el anejo nº23, Plan de Obra se describe, amplia y detalladamente, las fases propuestas para el desarrollo por fases de las distintas actuaciones a desarrollar desde superficie.

Puesto que las obras en superficie se centran en las áreas de Sarratu y Aperribai y estas son independientes entre sí, el desarrollo por fases de cada uno de ellos se recoge por separado.

El túnel de línea que conecta los falsos túneles de Sarratu y Aperribai se excavará utilizando como rampa de ataque la galería de la salida/ventilación de emergencia de Ariz, donde se plantea una amplia zona de instalaciones del contratista.

Tanto en el Apéndice 23.1, como en el capítulo 16 del Documento nº2, *Planos*, se recogen planos ilustrativos de los trabajos a desarrollar en cada fase en los ámbitos de Sarratu y Aperribai.

En el Apéndice 23.2 se adjunta el diagrama de Gantt asociado a la planificación de fases planteada. En los Apéndices 23.3 y 23.4 se recogen, respectivamente, los listados de definición geométrica y replanteo de los desvíos provisionales y accesos a obra proyectados.

Memoria

Página 107

6.19 EXPROPIACIONES

La disponibilidad del espacio físico material que las obras definidas en el presente proyecto constructivo van a ocupar, con mayor o menor duración, exige la afección, en mayor o menor medida también, de los derechos y situaciones jurídicas de que aquellos bienes son objeto.

Para conseguir la definición precisa de los bienes y derechos afectados para poder ocuparlos y para su posterior inventario como dominio público, se ha recogido la información relativa a propietarios de las diferentes parcelas a ocupar.

En el Anejo nº22 se detallan las parcelas que se ven afectadas, indicando la superficie a ocupar y el nombre y dirección del titular correspondiente. Se distinguen las ocupaciones definitivas y las temporales.

Las zonas a considerar son las que se detallan a continuación:

- **Falso Túnel:** se impone una expropiación del perímetro en planta más una banda de 8 m de ancho en suelo urbanizable, 5 m en suelo urbano y 2 m en suelo urbano consolidado (centro urbano), de acuerdo con lo recogido en el Plan Territorial Sectorial de la Red Ferroviaria en la Comunidad Autónoma del País Vasco.
- **Bocas de las galerías de emergencia:** se impone la expropiación del perímetro de los taludes de desmonte (coronación) correspondientes a las boquillas del túnel en mina más la superficie correspondiente a la plataforma de emergencia adyacente y a su acceso desde el camino más cercano. Se considera también una ocupación temporal de la superficie correspondiente al área de acopios que se ha previsto habilitar durante la fase de obra en la galería de emergencia de Abusu.
- **Túnel de Línea y galerías de emergencia:** en los tramos donde la cobertera (distancia entre la clave y la superficie del terreno) es inferior a $2H$, siendo H la altura exterior de la estructura del túnel respecto a la rasante, se impone la expropiación de la proyección de la superficie en planta del túnel. En los tramos donde la cobertera está entre $2H$ y $3H$ se impone la servidumbre de la proyección de la superficie en planta del túnel.
- **Reposición de Servicios:** Se ha impuesto una servidumbre permanente de uso a las reposiciones de servicios proyectadas obteniéndose las superficies ocupadas trazando una paralela a ambos lados del eje del elemento a una distancia de 1 m. Además, para la ejecución de las reposiciones de los servicios en la fase de obra se ha impuesto una ocupación temporal de una banda de 1 m de anchura a ambos lados del eje de la banda de servidumbre.
- **Cañones y Obras Singulares:** A los elementos que queden en superficie se les impone una expropiación sin banda adicional de dominio público. En cuanto a las partes de estos elementos

Memoria

Página 108

que se ejecutan en mina, donde se encuentren a una profundidad inferior a 2H con respecto a la superficie se impone una expropiación del área correspondiente a la proyección en planta y donde se encuentren a una profundidad entre 2H y 3H se impone una servidumbre del área correspondiente a la proyección en planta.

- Las construcciones temporales como los accesos a obra, desvíos de tráfico, y áreas de instalación del contratista serán ocupaciones temporales.

Tras definir todas las superficies de las parcelas a ocupar permanentemente, se resume a continuación el total de las expropiaciones de terreno:

Expropiación Definitiva	Total	28.747 m²
Servidumbre	Total	6.182 m²
Ocupación Temporal	Total	34.673 m²

6.20 INTEGRACIÓN AMBIENTAL

En el anejo nº 24, *Integración ambiental*, se describen las medidas correctoras de Impacto Ambiental adoptadas en el proyecto de construcción del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao de la línea 5, Tramo Sarratu-Aperribai. Estas medidas quedan reflejadas en el plano nº 24.1, *Medidas correctoras de impacto ambiental*.

Para ello, se ha estudiado pormenorizadamente el medio en el que se desarrollan las obras y se ha analizado los efectos que causarían sobre el medio ambiente.

En el anejo se desarrolla también el *Proyecto de revegetación* necesario para, una vez finalizadas las obras, integrar paisajísticamente la obra en el entorno.

6.20.1 MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS DE IMPACTO AMBIENTAL

Se han adoptado las siguientes medidas preventivas y correctoras de impacto ambiental:

PARQUE DE MAQUINARIA

Estas zonas contarán con una solera de hormigón que garantice la impermeabilidad del sustrato. Además poseerán un sistema de recogida de aguas mediante cuneta perimetral, que dirija las aguas de escorrentía de la solera hasta una arqueta a la que se conectará a una balsa de decantación con un filtro de hidrocarburos que trate las aguas antes de su vertido a cauce.

PROTECCIÓN DEL SISTEMA HIDROLÓGICO

Memoria

Página 109

Para evitar la afección a cursos de agua se implantarán balsas de decantación de sólidos en suspensión a la salida de las bocas de ataque. El objetivo de estas balsas es recoger el agua procedente de la perforación del túnel, agua que sale formando parte de los materiales extraídos y que debe ser eliminada antes del vertido de los mismos.

Asimismo se localizarán balsas de decantación en los parques de maquinaria, las cuales se conectarán a los lavarruedas y además recogerán los efluentes de la solera de hormigón de los parques de maquinaria.

Además se tomarán muestras y se realizará analítica físico-química del efluente generado en todas las balsas de decantación.

Asimismo se implantará un sistema de tratamiento de lodos (filtro-prensa) en el exterior de las bocas de ataque. Los lodos obtenidos serán tratados primero en un decantador de lodos para luego pasar los fangos resultantes a un filtro-prensa que permitirá su desecación y compactación previa al traslado a vertedero autorizado de los productos resultantes.

PLATAFORMAS DE LAVADO DE VEHÍCULOS

Se construirán plataformas de limpieza de las ruedas antes de las conexiones con la red de carreteras para evitar transportar barro y polvo a las mismas.

El agua resultante de esta limpieza se conducirá a la balsa de decantación.

PUNTOS DE LIMPIEZA DE HORMIGONERAS

Como medida de protección, durante los trabajos de hormigón, se excavarán zanjas para el lavado del hormigón de cubas, canaletas, etc., recogiendo la lechada de forma controlada. No se utilizará para ello ninguna zona fuera del área de afección del proyecto.

Será necesario ubicarlas en todos los tajos de la obra en los que se estén realizando trabajos de hormigón.

PUNTOS LIMPIOS

Se dispondrá de puntos limpios para la segregación y gestión de Residuos Peligrosos y Residuos Sólidos Urbanos en los cuatro parques de maquinaria. En el parque de maquinaria del comienzo del trazado se ubicará un Punto limpio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.

BARRERAS LONGITUDINALES DE PACAS DE PAJA

Se colocarán barreras longitudinales de pacas de paja entre la zona de obras y el cauce del río Nervión e Ibaizábal. Se trata de una medida provisional para el control del aporte en las aguas de

Memoria

Página 110

escorrentía de finos y sólidos en suspensión a los cauces. Se basa en la creación de una barrera a base de pacas colocadas longitudinalmente sin dejar huecos entre ellas, de manera que por un lado se consigue que las aguas de escorrentía se remansen un poco, favoreciendo la sedimentación de los limos, y además, al pasar a través de la paja, se filtren.

CONTROL DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS

Se establecerá un programa de analítica de sólidos en suspensión en el río Nervión e Ibaizábal. Se analizará el pH, sólidos en suspensión, hidrocarburos y aceites y grasas.

BALIZAMIENTO DE VEGETACIÓN RELEVANTE

Se balizará para su protección una zona con presencia de vegetación de ribera considerada hábitat prioritario 91E0*: Bosques aluviales de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*).

ACOPIOS TEMPORALES DE TIERRA VEGETAL.

El acopio de tierra vegetal que será reutilizada en los trabajos de restauración se realizará en lugares afectados por la obra en los que no se distorba la actividad de obra, alejados de los cursos de agua y sin vegetación y de poca pendiente para minimizar el riesgo de afección a las aguas por arrastre de material en la escorrentía.

PAISAJE URBANO

Al ubicarse las obras en un entorno urbano, se buscará minimizar el impacto respecto a los observadores situados a nivel, mediante la instalación de vallas protectoras de colores y formas que no supongan un excesivo contraste y que se mantendrán limpias. Estas vallas protegen asimismo a los peatones de los riesgos que entraña el acercarse a las obras.

PROTECCIÓN DE LA CALIDAD ATMOSFÉRICA

Se procederá a efectuar riegos que controle la formación de polvo de las zonas y accesos utilizados habitualmente por la maquinaria de obra. El transporte de los materiales de excavación se realizará en condiciones de humedad óptima y en vehículos dotados con dispositivos de cubrición de la carga. Se dispondrán lugares de limpieza de ruedas para la maquinaria de las obras. Si hubiese quejas de los vecinos durante los movimientos de tierras, se realizarán controles de existencia de partículas sedimentables y de polvo respirable.

CONTROL DE RUIDOS

Se realizarán mediciones de ruido en fase preoperacional, en fase de obra y en fase de explotación. Se realizarán mediciones en las viviendas cercanas a las obras más expuestas al ruido emitido.

Memoria

Página 111

CONTROL DE VIBRACIONES

Ante posibles quejas se procederá a la determinación del nivel de vibraciones de acuerdo con la normativa vigente (Real Decreto 1367/2007, evaluadas conforme al procedimiento establecido en su anexo IV). Para ello se considerará además, la Ley 3/1998, de 27 de febrero, general de protección del medio ambiente del País Vasco.

PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

Tras consultar el inventario de patrimonio en el Centro de Patrimonio Cultural Vasco del Gobierno Vasco, se han detectado tres elementos del patrimonio con protección: Las oficinas La Basconia S.A. con código 20-25; La Subcentral eléctrica localizada en el barrio de Ariz, próxima a la estación de Sarratu; La Torre de Aperribai está declarada Zona de Presunción Arqueológica (ZPA) (BOPV nº 106 de 5 de junio de 1997). Estos elementos se balizarán para ofrecerles protección durante las obras.

SUELOS POTENCIALMENTE CONTAMINADOS

Se controlará que previo al inicio de las obras, se realiza una investigación de la calidad del suelo tal y como se establece en la Ley 1/2005 de 4 de febrero, para la corrección y protección de la contaminación del suelo. Esta investigación se realizará en las parcelas potencialmente contaminadas identificadas como 48015-00057, 48015-00008, 48015-00009, 48015-00012 y 48015-00017 por considerarse que se afectan debido al trazado de la línea 5 del metro y sus reposiciones. Dicha investigación concluirá con la resolución de una Declaración de la calidad del suelo emitida por la Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno Vasco en el caso de las parcelas 48015-00008, 48015-00009, 48015-00012 y con una caracterización para el caso de las parcelas 48015-00057 y 48015-00017.

EXCAVACIÓN DEL TÚNEL

Se ha previsto que la ejecución de los túneles perforados en roca sea realizada mediante máquinas rozadoras, de forma que no se produzcan ruidos, vibraciones o molestias no deseadas. Se dispondrán, además, estaciones de filtración del aire evacuado de los túneles. En las máquinas rozadoras será preceptivo el empleo de aspersores sobre los útiles de corte de la roca para minimizar la emisión de polvo.

POZOS DE VENTILACIÓN

En cuanto a los pozos de ventilación de emergencia y extracción bajo andén (EBA) se han situado en zonas no peatonales o con baja incidencia en el tráfico peatonal.

Memoria

Página 112

El sistema constructivo de estos pozos que plantea menos afección a la superficie es el de perforación mediante escariadores ("raise boring") de abajo hacia arriba.

AGUA DE DRENAJE DE TÚNELES

En la fase de explotación, se generarán residuos como grasas y aceites de la maquinaria asociada al proyecto, aguas fecales de los aseos, etc. Se proyectarán sistemas de drenaje tipo para la recogida de las aguas sucias y de infiltración del túnel que se conducirán a los pozos de bombeo que dispondrán de un compartimento donde se depositan las arenas y las aguas residuales serán bombeadas a la red de saneamiento municipal.

6.20.2 PROYECTO DE REVEGETACIÓN

El proyecto de revegetación describe diversas actuaciones encaminadas a la integración paisajística de la obra en el entorno.

Las actuaciones para llevar a cabo la revegetación del ámbito de la actuación se pueden resumir en labrado del terreno, extendido de tierra vegetal, escarificación y compactado del terreno previo a la siembra o hidrosiembra, siembra o hidrosiembra con especies adecuadas a la climatología del lugar: *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne*, *Poa pratensis*, *Hordeum vulgare*, *Agrostis stolonifera*, *Lotus corniculatus*, *Medicago sativa*, *Trifolium repens*, *Vicia sativa*, *Ulex europaeus* y *Cytissus* sp. para la hidrosiembra y *Agrostis tenuis*, *Festuca ovina* Triana, *Festuca rubra* var. *Tricophylla*, *Lolium perenne* Barcredo, *Lolium perenne* Verna, *Poa pratensis* Baron y *Trifolium repens* Huia para la siembra.

Dependiendo del lugar de la obra del que se trate, los tratamientos de revegetación podrán variar de la siguiente forma:

- Revegetación de espacios residuales, de desvíos provisionales, tramos de carretera y vías en desuso y de taludes creados por las reposiciones de vías y viales en la zona de Sarratu. Se revegetará mediante siembra o hidrosiembra y con plantación arbórea autóctona presente en el ámbito de la actuación (*Fraxinus excelsior* y *Quercus robur*).
- Revegetación de espacio residual en la rotonda de la Avenida de Cervantes mediante tapizantes y arbustos ornamentales (*Juniperus horizontalis* y *Cotoneaster lacteus*).
- Revegetación de la zona de la salida de la galería de emergencia del PK 0+440 mediante hidrosiembras.
- Revegetación de la estación de Aperribai mediante hidrosiembra y plantación arbustiva y arbórea similar a la existente en la actualidad (*Aesculus hippocastanum*, *Populus alba*,

Memoria

Página 113

Castanea sativa, Fraxinus angustifolia, Salix babylonica, Tilia x europaea, Cotoneaster lacteus y Ligustrum lucidum).

- Revegetación del falso relleno de la salida de la galería de emergencia de Olabarrieta mediante hidrosiembra y plantación de robledal-bosque mixto de frondosas con especies arbóreas y arbustivas (*Quercus robur, Castanea sativa, Acer campestre, Fraxinus excelsior, Acer pseudoplatanus, Cornus sanguinea, Prunus spinosa, Corylus avellana, Crataegus monogyna, Euonymus europaeus e Ilex aquifolium*).
- Restauración de las zonas de los parques de maquinaria mediante la demolición de la solera de hormigón y revegetación mediante hidrosiembras.

6.20.3 DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

El Departamento de Medio Ambiente y Política Territorial del Gobierno Vasco formuló, con fecha 15 de abril de 2015, la “Declaración de Impacto Ambiental del proyecto de la Línea 5 del Metro de Bilbao, tramo Ariz-Galdakao Centro promovido por la Dirección de Infraestructuras del Transporte del Gobierno Vasco, en los términos municipales de Galdakao y Basauri” y el 30 de agosto de 2016, la “Declaración de Impacto Ambiental de proyecto de la Línea 5 del Metro de Bilbao, tramo Galdakao Centro-Hospital de Galdakao-Usansolo promovido por la Dirección de Infraestructuras del Transporte del Gobierno Vasco, en el término municipal de Galdakao” de donde se deduce la necesidad de incorporar al proyecto un estudio acústico en fase de ejecución y Refundido del Plan de Vigilancia Ambiental. En el Apéndice 24.2 se recoge la Resolución emitida.

6.20.3.1 ESTUDIO DE IMPACTO ACÚSTICO

El Apéndice 24.3 se incluye el Estudio de Impacto acústico en fase de obras. A partir de los resultados obtenidos en el mismo se puede concluir que en las zonas evaluadas los niveles producidos por las obras podrían superar los Objetivos de Calidad para el periodo día en las edificaciones de la zona.

En fases más avanzadas de proyecto habrá que solicitar a la empresa adjudicataria de las obras, información de la emisión de cada una de las máquinas que se van a emplear, en condiciones similares de operación, lo que va a permitir corroborar los resultados reflejados en este estudio.

6.20.3.2 DOCUMENTO REFUNDIDO DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El Programa de Vigilancia Ambiental tiene como finalidad principal llevar a buen término las recomendaciones propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental y en la Declaración de Impacto Ambiental, destinadas a la minimización o desaparición de las afecciones ambientales.

Memoria

Página 114

Para garantizar el control de calidad de la obra y de los componentes del entorno y el cumplimiento de la Declaración de Impacto Ambiental, la empresa o grupo de empresas adjudicatarias deberá contratar para la fase de construcción y para el año de garantía, los servicios de una asistencia técnica medioambiental. Sus cometidos serán la realización de un calendario de las obras de recuperación medioambiental, la redacción del Libro de Registro de Eventualidades de la Obra y el control de los límites de ocupación de la obra.

6.21 GESTIÓN DE RESIDUOS

En cumplimiento con lo establecido en el REAL DECRETO 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición y lo establecido en su Artículo 4 “Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición”, apartado 1, se incluye en el proyecto de ejecución de obra un “Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición” con el siguiente contenido:

- Una estimación de la cantidad, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra.
- Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra.
- Planos de las instalaciones previstas, para el almacenamiento, manejo separación.
- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos.
- En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos que se generarán.

Los diferentes tipos de residuos, cantidades y costes de gestión se incluyen en las siguientes tablas:

Código LER	Residuo	m ³ de RCD	Carga y transporte (€)	Canon (€)	Importe (€)
RCD NIVEL I					
170504	Tierras y pétreos	0,00	3,69 €	6,12 €	- €
RCD NIVEL II Naturaleza no pétreo					
170302	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla <10%	2.606,60		15,22 €	39.672,50 €
170201	Madera	1.647,15	4,14 €	11,98 €	26.552,05 €
170407	Metales mezclados	252,00	4,14 €	11,98 €	4.062,25 €
030308	Papel y cartón	559,34	4,14 €	11,98 €	9.016,56 €
170203	Plástico	924,32	4,14 €	11,98 €	14.900,00 €
170202	Vidrio	37,80	4,14 €	11,98 €	609,30 €
170802	Yeso	606,87	4,14 €	11,98 €	9.782,76 €
RCD NIVEL II Naturaleza pétreo					
170107	Hormigón, ladrillo, tejas, etc	1.478,92	6,43 €	15,22 €	32.018,70 €
RCD NIVEL II Potencialmente peligrosos y otros					
200301	Mezcla de residuos municipales	1.366,41	4,20 €	11,98 €	22.108,50 €
170903*	Absorbentes, materiales de filtración [incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría], trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas	109,62	75,00 €	90,00 €	18.088,00 €
TOTAL					176.810,62 €

El total del presupuesto de la gestión de residuos de construcción y demolición asciende a **176.810,62 €**

Respecto al sistema de puntos limpios, se ubicará en cada parque de maquinaria un punto limpio de Residuos Peligrosos y de Residuos Sólidos Urbanos. Al comienzo del trazado de habilitará una explanada como zona de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición con sus correspondientes contenedores.

En el anejo N^o 26 del presente proyecto se da cumplimiento a lo establecido en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, y a lo indicado en la normativa propia de Euskadi en concreto en el

Memoria

Página 116

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI



Decreto 112/2012, de 26 de junio, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, y en la Orden de 12 de enero de 2015, de la Consejera de Medio Ambiente y Política Territorial por la que se establecen los requisitos para la utilización de los áridos reciclados procedentes de la valorización de residuos de construcción y demolición.

En relación con el cumplimiento de la LEY 10/2021, de 9 de diciembre, de Administración Ambiental de Euskadi, en el apartado 3 del artículo 84 de la misma se indica que:

En la redacción de los pliegos de cláusulas administrativas y prescripciones técnicas particulares para la ejecución de contratos de obras se indicarán los porcentajes de subproductos, materias primas secundarias, materiales reciclados o provenientes de procesos de preparación para la reutilización que se tengan que utilizar para cada uno de ellos. El porcentaje mínimo de utilización de dichos materiales será del 40 %, salvo que por motivos técnicos justificados este porcentaje deba ser reducido.”

Según esto, tras analizar los materiales previstos en el proyecto constructivo, y cuyo detalle se adjunta en el anejo de Gestión de residuos, se determina que un 60% de los materiales empleados son reciclados o reutilizables

Memoria

Página 117

**PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI**



7. CONTRATACIÓN Y EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

7.1 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Según lo dispuesto en:

- Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre.
- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.
- Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001

Las condiciones mínimas de clasificación del Contratista son:

GRUPO A.	Movimiento de Tierras
	Subgrupo 1, categoría 5
	Subgrupo 5, categoría 5
GRUPO B:	Puentes, viaductos y grandes estructuras
	Subgrupo 2, categoría 6
GRUPO D:	Ferrocarriles
	Subgrupo 1, categoría 5
	Subgrupo 4, categoría 5
GRUPO K	Especiales
	Subgrupo 2, categoría 4

7.2 SISTEMA DE ADJUDICACIÓN

Se propone como sistema de adjudicación de la obra el procedimiento abierto, de acuerdo con lo recogido en la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector

Memoria

Página 118

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI



7.3 REVISIÓN DE PRECIOS

La fórmula polinómica de revisión de precios que se propone para su aplicación a las obras del presente Proyecto es acorde con real Decreto 1359/2011 de 7 de Octubre por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y equipamiento de las Administraciones Públicas.

De entre las fórmulas recogidas en esta legalización, dentro del apartado de Obras Ferroviarias, se ha escogido la fórmula 241: Plataformas ferroviarias con túneles y viaductos.

$$K_t = 0,01A_t/A_0 + 0,1C_t/C_0 + 0,12E_t/E_0 + 0,01M_t/M_0 + 0,02P_t/P_0 + 0,01Q_t/Q_0 + 0,09R_t/R_0 + 0,23S_t/S_0 + 0,01X_t/X_0 + 0,4$$

donde:

- K_t : índice de revisión de precios.
- A_0 : Índice de coste del aluminio en la fecha de licitación.
- A_t : Índice de coste del aluminio en la fecha de la ejecución.
- C_0 : Índice de coste del cemento en la fecha de licitación.
- C_t : Índice de coste del cemento en el momento de la ejecución.
- E_t : Índice del coste de la energía en el momento de la revisión del coste.
- E_0 : Índice del coste de la energía a la firma del Contrato.
- M_0 : Índice de coste de la madera en la fecha de licitación.
- M_t : Índice de coste de la madera en el momento de la ejecución t.
- P_0 : Índice de coste de los productos plásticos en la fecha de licitación.
- P_t : Índice de coste de los productos plásticos en el momento de la ejecución.
- Q_0 : Índice de coste de los productos químicos en la fecha de licitación
- Q_t : Índice de coste de los productos químicos en el momento de la ejecución
- R_0 : Índice de coste de áridos y rocas en la fecha de licitación.
- R_t : Índice de coste de áridos y rocas en el momento de la ejecución t.
- S_t : Índice del coste de los materiales metálicos en el momento de la revisión del coste.
- S_0 : Índice del coste de los materiales metálicos a la firma del Contrato.
- X_0 : Índice del coste de los materiales explosivos en la fecha de licitación

Memoria

Página 119

- X_i : Índice del coste de los materiales explosivos a la firma del Contrato.
- Plan de Obra y Plazo de Ejecución

Para la realización de las obras que se definen en el presente Proyecto se propone un plazo de ejecución de CUARENTA Y OCHO (48) meses, contados a partir de la fecha de la firma del Acta de Comprobación del Replanteo. Este plazo es acorde con el programa de trabajos que se incluye en el Anejo nº23, "Plan de Obra".

7.4 PERIODO DE GARANTÍA

El plazo de garantía se fija en UN (1) AÑO, contado a partir de la firma del Acta de Recepción Provisional de las obras, o el que en su caso conste al respecto en el Pliego de Condiciones de la Licitación.

Memoria

Página 120

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI



8. PRESUPUESTOS

8.1 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)

El Presupuesto de Ejecución Material asciende a la cantidad de **SETENTA Y CINCO MILLONES TRESCIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS (75.395.587,66 €)**.

8.2 PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (PBL)

Añadiendo un porcentaje del 22% al Presupuesto de Ejecución Material en concepto de gastos generales y beneficio industrial y, sobre la cifra resultante, el 21% correspondiente al IVA, se ha obtenido el Presupuesto Base de Licitación, que asciende a la cantidad de **CIENTO ONCE MILLONES DOSCIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS (111.298.966,51 €)**.

8.3 PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN (PPCA)

Añadiendo al Valor estimado del Contrato (Presupuesto de Ejecución Material más 22% de gastos generales y beneficio industrial) el importe de la reposición de los servicios afectados por terceros y el importe estimado de las expropiaciones, se ha obtenido el Presupuesto para conocimiento de la Administración.

Asciende el PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN a la cantidad de **NOVENTA Y CUATRO MILLONES DOSCIENTOS CINCUENTA Y UN MIL SESENTA Y UN EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS (94.251.061,35 €) (SIN IVA)**.

9. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA DESCRIPTIVA

ANEJO Nº 1: ANTECEDENTES

ANEJO Nº 2: CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

ANEJO Nº 3: PLANEAMIENTO URBANÍSTICO

ANEJO Nº 4: TRAZADO GEOMÉTRICO Y REPLANTEO

ANEJO Nº 5: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ANEJO Nº 6: HIDROLOGÍA Y DRENAJE

ANEJO Nº 7: ESTRUCTURAS

ANEJO Nº 8: OBRAS DE FÁBRICA

ANEJO Nº 9: OBRAS SUBTERRÁNEAS

ANEJO Nº 10: ESTACIÓN INTERMODAL DE SARRATU

ANEJO Nº 11: ESTACIÓN DE APERRIBAI

ANEJO Nº 12: OBRAS SINGULARES

ANEJO Nº 13: EQUIPOS E INSTALACIONES

ANEJO Nº 14: REPOSICIONES FERROVIARIAS

ANEJO Nº 15: SERVICIOS AFECTADOS

ANEJO Nº 16: SERVICIOS AFECTADOS A REPONER POR TERCEROS

ANEJO Nº 17: SUPERESTRUCTURA DE VÍA

ANEJO Nº 18: ELECTRIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

ANEJO Nº 19: SITUACIONES PROVISIONALES

ANEJO Nº 20: INCIDENCIA EN EL ENTORNO URBANO. INTEGRACIÓN URBANA

ANEJO Nº 21: AREAS DE INSTALACIONES DEL CONTRATISTA Y ACCESOS A LA OBRA

ANEJO Nº 22: AFECCIONES Y EXPROPIACIONES

ANEJO Nº 23: PLAN DE OBRA

ANEJO Nº 24: IMPACTO AMBIENTAL

ANEJO Nº 25: MOVIMIENTO DE TIERRAS

ANEJO Nº 26: GESTION DE RESIDUOS

ANEJO Nº 27: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

ANEJO Nº 28: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEJO Nº 29: NORMATIVA

Memoria

Página 122

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

1. SITUACIÓN
2. EMPLAZAMIENTO
3. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA
4. PERFILES TRANSVERSALES
5. SECCIONES TIPO
6. SUPERESTRUCTURA DE VÍA
7. ELECTRIFICACIÓN DE VÍA
8. ESTRUCTURAS Y OBRAS DE FÁBRICA
9. OBRAS SUBTERRÁNEAS
10. ESTACIÓN INTERMODAL DE SARRATU
11. ESTACIÓN DE APERRIBAI
12. OBRAS SINGULARES
13. CONDUCCIONES
14. DRENAJE
15. ACCESOS A OBRA Y AREAS LOGÍSTICAS. OBRAS COMPLEMENTARIAS
16. FASES DE OBRA
17. DESVÍOS PROVISIONALES
18. REPOSICIONES FERROVIARIAS
19. REPOSICIONES VIARIAS
20. SERVICIOS AFECTADOS
21. EQUIPOS E INSTALACIONES
22. CERRAMIENTOS
23. AUSCULTACIÓN Y CONTROL
24. MEDIDAS CORRECTORAS DE IMPACTO AMBIENTAL
25. PARCELARIO

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTOS

Memoria

Página 123

**PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI**



10. CONSIDERACIONES FINALES

Con todo lo expuesto en los Documentos nº 1: Memoria y Anejos, nº 2: Planos, nº 3: Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y nº 4: Presupuesto, se considera completamente definido el presente Proyecto y cumplidos los objetivos que determinaron su redacción.

Por otra parte, en relación al artículo 125 y 127.2 de Reglamento de la Ley de Contratos de las Administraciones públicas, las obras en él definidas no constituyen una obra completa, susceptible de ser entregada al uso general, o al servicio correspondiente, sino una obra fraccionada que requiere de la redacción de posteriores proyectos de instalaciones eléctricas, electrificación, señalización y comunicaciones, e instalaciones electromecánicas, para su puesta en servicio.

Por todo lo anterior, procede elevar el Proyecto al órgano de contratación para su tramitación y aprobación.

Bilbao, Julio de 2021

EL AUTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Ignacio Crespo Fidalgo

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado nº 11.138

Memoria

Página 124

**PROYECTO CONSTRUCTIVO DE LA LÍNEA 5 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO
TRAMO SARRATU-APERRIBAI**

