

EUSKO JAURLARITZA

ETXEBIZITZA, HERRI LAN
ETA GARRAIO SAILA



GOBIERNO VASCO

DEPARTAMENTO DE VIVIENDA,
OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES



ESTUDIO INFORMATIVO DE LA LÍNEA 4 DEL FERROCARRIL METROPOLITANO DE BILBAO

MEMORIA

P210D38

Rev. 1 Abril 2012



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	4
2	ANTECEDENTES.....	5
3	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	6
3.1	INTRODUCCIÓN	6
3.2	TRAZADO	6
3.2.1	Características técnicas básicas	6
3.2.2	Condicionantes específicos al trazado.....	7
3.2.3	Descripción del trazado	9
3.3	SECCIONES TIPO	10
3.3.1	Introducción.....	10
3.3.2	Túneles perforados en roca.....	10
3.3.3	Caverna de estación.....	11
3.4	ESTACIONES	12
3.4.2	Configuración típica de las Estaciones.....	12
3.4.3	Estación de Rekalde	17
3.4.4	Estación de Irala	18
3.4.5	Estación de Zabálburu	20
3.4.6	Estación de Moyúa	21
3.4.7	Estación de Parque	24
3.4.8	Estación Deusto-Universidad	26
3.5	EQUIPOS E INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS.....	27
3.5.1	Introducción.....	27
3.5.2	Equipos de ventilación	27
3.5.3	Escaleras mecánicas y ascensores	31
3.5.4	Evacuación de las aguas de infiltración.....	31

3.5.5	Alimentación eléctrica a estaciones.....	32
3.5.6	Medidas de seguridad contra incendios.....	33
3.6	SUPERESTRUCTURA.....	35
3.6.1	Introducción.....	35
3.6.2	Vía	35
3.6.3	Electrificación y subestaciones.....	36
3.6.4	Señalización.....	37
3.6.5	Expedición y control de billetes	37
3.6.6	Comunicaciones	37
4	SERVICIOS AFECTADOS.....	39
5	AFECCIONES Y EXPROPIACIONES.....	41
5.1	INTRODUCCIÓN	41
5.2	CRITERIOS UTILIZADOS PARA DEFINICIÓN DE LAS DISTINTAS OCUPACIONES.....	41
6	ALTERNATIVAS ESTUDIADAS.....	43
7	ESQUEMA FUNCIONAL	44
8	GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....	45
9	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	47
10	PRESUPUESTO	48
11	DOCUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PROYECTO.....	49

1 INTRODUCCIÓN

El Estudio Informativo del cual forma parte esta memoria descriptiva tiene por objeto la definición de las obras; así como sus afecciones y valoración económica, necesarias para la construcción y puesta en servicio de la nueva Línea 4 de Ferrocarril Metropolitano de Bilbao. Esta línea discurrirá íntegramente por el municipio de Bilbao, partiendo desde el Barrio de Rekalde hasta su conexión con la futura Línea 3 en la zona de Matiko y con el túnel de Artxanda (actualmente en construcción), que permitirá el enlace de la línea con Sondika y el Aeropuerto.

La línea incluye seis estaciones, situadas en Rekalde, Irala, Zabálburu, Moyúa (donde se podrá realizar un trasbordo con la línea 1 y 2 en la estación existente), Parque y Deusto-Universidad. La longitud total de la línea proyectada alcanza los cinco kilómetros que discurren totalmente subterráneos salvo los metros finales en la conexión con la Línea 3.

2 ANTECEDENTES

En Febrero de 1993, SENER redactó el “Estudio de Alternativas y Anteproyecto de la Línea 3 del Metro de Bilbao” para el Departamento de Transportes del Gobierno Vasco en el que se definió un trazado para una línea de metro que uniera los barrios de Txurdinaga y Rekalde.

En 2002, el Gobierno Vasco encargó la realización del “Estudio de la red funcional del Bilbao metropolitano”. En este estudio se analizaron diferentes alternativas para la red ferroviaria y tranviaria de Bilbao basándose en dos objetivos fundamentales. Por un lado mejorar la accesibilidad a Bilbao de las líneas metropolitanas y por otro cubrir los déficits de accesibilidad de aquellas zonas de Bilbao en las que el volumen de viajes generados justificara la implantación de nuevos servicios de transporte de capacidad media (tranvía) o alta (ferrocarril).

En ese documento, la línea 3 del Metro está planteada con la finalidad de dar servicio a las zonas de Bilbao que quedan fuera del área de influencia directa de las Líneas 1 y 2 del Metro, y que son Txurdínaga - Otxarkoaga y Rekalde - Irala. El trazado de línea 3 que se analizó coincide básicamente con el planteado en el “Estudio de Alternativas y Anteproyecto de la Línea 3 del Metro de Bilbao”.

En 2009, ETS encargó a la UTE Idom-Leber la redacción del “Estudio Básico de la Línea 4 del Ferrocarril Metropolitano” en el que se estudiaba la viabilidad de la ejecución de una nueva línea del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao que uniría Moyúa con Rekalde, con paradas intermedias en Zabálburu e Irala.

Finalmente, ETS adjudica a SENER la redacción del Estudio Informativo de la Línea 4 del Ferrocarril Metropolitano de Bilbao, que inicialmente comprendía el tramo Moyúa-Rekalde y que fue ampliado hasta realizar la conexión con la línea de Euskotren en Matiko incluyendo dos nuevas estaciones en la zona de Plaza Euskadi y en la Plaza de San Pío X en Deusto.

3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 INTRODUCCIÓN

El objeto de este capítulo es la descripción de las obras que forman parte del Proyecto, entre la Estación de Rekalde (incluido el mango de maniobras anexo) y la conexión con Línea 3 en Matiko y con el túnel de Artxanda. Los apartados que se han incluido en este capítulo son:

- Trazado
- Secciones tipo
- Estaciones
- Instalaciones y equipos electromecánicos
- Con la descripción incluida en estos puntos, se considera que se conseguirá una descripción suficiente, que en cualquier caso, es ampliada en los anejos correspondientes.

3.2 TRAZADO

El trazado propuesto para la Línea 4 del F.M.B. se ha realizado partiendo de la cartografía 1:500 del Ayuntamiento de Bilbao y de la información geológica-geotécnica tanto recopilada de estudios anteriores como realizada expresamente para el presente proyecto.

3.2.1 Características técnicas básicas

Se han tenido en cuenta los siguientes parámetros de diseño:

Velocidad máxima de proyecto	80 km/h
Radio mínimo en planta.....	250 m
Radio mínimo excepcional en planta.....	200 m
Pendiente máxima.....	40 ‰
Kv mínimo.....	2.000 m

Kv mínimo excepcional.....	1.200 m
Peralte máximo.....	140 mm
Transición de peralte máxima.....	3 mm/m
Longitud de andenes.....	90 m
Distancias entre ejes	
En recta.....	3300 mm
En curva.....	3600 mm

Se han dispuesto todas las estaciones en alineaciones rectas y horizontales.

3.2.2 Condicionantes específicos al trazado

La línea a estudiar presenta dificultades importantes derivadas de las complicadas condiciones del entorno por el que discurre. A continuación se señalan algunos de los condicionantes:

- Incluye un paso bajo la Ría. Este es un punto complejo de la actuación, ya que en el corredor que recorre la Ría el nivel de la roca baja sensiblemente dificultando el proceso constructivo del túnel que la cruza transversalmente. Hay que tener en cuenta que la rasante de vía esta condicionada en ambos extremos de la actuación, en uno por la posición de la estación de Moyúa y en otro por el trazado del tramo Matiko-Deusto y por el nuevo túnel de Artxanda. Además junto a la ría existen varias infraestructuras pilotadas (encauzamiento arroyos Mazustegui y Elguera, muelle de Churruca, marquesina, paso superior en Abandoibarra, etc.) que condicionan la cota de paso del trazado bajo las mismas.
- Atraviesa una zona (entorno de la Plaza de Euskadi) en la que existen elementos que condicionan de manera significativa el trazado, tales como:
 - Sifón de Universidad. En Paralelo al Puente de Deusto, aguas arriba del mismo, discurre el sifón de Universidad, que posibilita la conexión de la red de saneamiento de la margen derecha de la Ría con el colector que va hacia la depuradora de Galindo, en la margen izquierda. Este conducto tiene su origen en el edificio de bombeo de la

margen derecha y su final en un pozo situado junto al edificio del Museo de Bellas Artes, y su trazado interfiere directamente con el posible trazado de la Línea 4 en la Plaza de Euskadi).

- Aparcamiento subterráneo de la Plaza Euskadi: Recientemente se ha construido un aparcamiento público subterráneo que ocupa parcialmente la planta de este espacio urbano y que afecta al posible trazado de la Línea 4.
 - En el entorno de la plaza de Euskadi hay, además, diversos edificios de nueva planta dotados de aparcamientos que introducen unos condicionantes importantes al trazado de la infraestructura ferroviaria (edificios situados a ambos lados de la calle que conecta la Plaza Euskadi con el Puente de Deusto y centro comercial Zubiarte).
 - Puente de Deusto: El puente de Deusto tiene una estructura con pilas cimentadas mediante pilotes de madera, cuya posición es también un claro condicionante para el trazado de la Línea 4.
- Disposición de las estaciones: En un trazado con todos los problemas citados anteriormente se debe analizar la ubicación de seis estaciones, con interdistancias entre 500 y 800 m, lo que implica que los cambios de posición en planta y alzado realizados sobre cualquiera de ellas afectan a las adyacentes ya que los parámetros de trazado generalmente no permiten lo contrario salvo que las modificaciones realizadas en el posicionamiento de cada estación estudiada sean pequeños. Esto supone condicionantes añadidos para el trazado (planta y, especialmente, perfil longitudinal) y para la definición de aspectos constructivos y afecciones al tráfico.
- Análisis funcional. Se deberá resolver la doble conexión de la Línea 4 con el tramo Matiko-Deusto y con el nuevo túnel de Artxanda, con los correspondientes problemas funcionales y de trazado.
- Conexión de viajeros en Moyúa. La futura estación de Moyúa y su sistema de transbordo de viajeros con la estación existente es uno de los puntos clave de toda la actuación. Dicha estación será la de mayor número de usuarios, de los que un porcentaje muy mayoritario realizarán el transbordo entre líneas, razón por la cual se ha prestado la máxima atención a este movimiento, buscando que sea lo más rápido y claro posible para el viajero que debe realizarlo. Así mismo, el cruce con la línea 1/2 en esta zona, finalmente diseñado por

debajo, condiciona en gran medida la posición de la estación de Parque y en parte todo el trazado al situarse Moyúa en el punto medio de toda la obra.

- En el tramo entre Rekalde y Zabálburu existen varios túneles de FEVE y RENFE, así como un túnel en proyecto Ametzola-Miribilla, bajo los cuales discurrirá la futura línea.

3.2.3 Descripción del trazado

El trazado comienza con dirección Oeste-Este en las inmediaciones de la Plaza de Rekalde, concretamente bajo la calle Altube donde se ha dispuesto un mango de maniobra necesario para la ubicación de una doble diagonal y el espacio necesario para la correcta operación de las unidades donde realizarán la inversión de la marcha. A continuación se ubica la propia Estación de Rekalde (todo este tramo está en una recta sin pendiente) y después el tramo que enlaza con la siguiente estación, el cual incluye una curva y contracurva que permite encarar la alineación de la Estación de Irala en la posición más conveniente (con dirección Sur-Norte aproximadamente). En este tramo la rasante toma una pendiente ascendente de 5 milésimas para alcanzar la cota de la estación de Irala, dos metros por encima de la de Rekalde.

A partir de ese punto la rasante inicia un descenso fuerte (pendientes entre 30 y 40 milésimas) hasta la Ría que permitirá el paso bajo el cauce de la misma con una tapada suficiente para evitar tratamientos especiales del terreno. Tras salir de la Estación de Irala se dispone una recta de 200 m después de la cual se proyecta una curva de 250 m de radio que, con sus correspondientes clotoides, permite encarar la alineación de la Estación de Zabálburu (aproximadamente Suroeste-Noreste). Tras Zabálburu, aparece una curva de radio 200 m que enlaza con la alineación de la estación de Moyúa.

Esta alineación (ligeramente más inclinada hacia el Este que la de la calle Elcano) ha sido seleccionada por permitir aproximar al máximo la nueva estación de Moyúa con la existente (líneas 1 y 2), circunstancia que reduce las distancias de trasbordo entre líneas, criterio que se ha considerado preferente.

Después del paso por Moyúa, el trazado sigue en dirección hacia la ría bajo los edificios situados entre Elcano, Gran Vía y Máximo Aguirre, manteniendo la alineación recta de Moyúa, antes de girar con una curva de radio 200 m bajo el Museo de Bellas Artes hasta tomar la alineación de la Estación de Parque (aproximadamente paralela a la Gran Vía). A partir de ahí y todavía en descenso se alcanza el punto bajo del trazado en el p.k. 3+160, para posteriormente iniciar el paso de la ría con un tramo en curva de radio 300m y pendiente de 5 milésimas, hasta alcanzar la alineación de la Estación de Deusto-Universidad

A partir de la Estación de Deusto se inicia el ascenso rápido hacia la conexión con Línea 3 en superficie, este rápido ascenso desde la cota -16,00 hasta la +24,00 aproximadamente se consigue con la pendiente máxima permitida de 40 milésimas y con un desarrollo de 1 km aproximadamente en el cual se incluyen además de un pequeño tramo recto a la salida de la estación, una curva de radio 200m con sus correspondientes clotoides y una recta de unos 370 m para acabar con otro pequeño tramo en curva antes de acabar con la alineación recta de conexión con la línea existente de Euskotren y futura Línea 3.

3.3 SECCIONES TIPO

3.3.1 Introducción

El trazado de un sistema metro como el del F.M.B. siguiendo una trama urbana bastante densa y situando las estaciones lo más próximas posibles al usuario, es decir, poco profundas, plantea problemas a la hora de seleccionar la tipología más adecuada para las secciones.

Si el trazado es muy superficial y la anchura de la calle y la geología del terreno lo permite, es habitual recurrir a secciones en falso túnel que, si bien originan un impacto negativo en los viales durante las obras y pueden producir afecciones a los servicios existentes, mantiene un costo relativamente reducido y producen pocas incidencias sobre los edificios vecinos.

Sin embargo, cuando el trazado es más profundo o las calles no disponen de anchura suficiente, la sección tipo suele resolverse mediante túnel perforado.

Estructuralmente, la sección que produce menos incidencia en el terreno es la circular del menor radio posible, por lo que, en general, se recurre a secciones de doble túnel perforado, túneles gemelos habitualmente ejecutados con tuneladoras de excavación a sección completa, separados una distancia tal, que las modificaciones tensionales producidas por uno de los túneles no afecten al otro. Esta disposición, con estaciones ejecutadas a cielo abierto, ocupa un espacio importante en planta y no es posible, en el caso de Bilbao, encajarlo en la trama urbana, por lo que la tipología en túnel perforado para este proyecto será de sección única con gálibos adecuados para instalar las vías de ambos sentidos de circulación, y secciones mayores en las estaciones pero ejecutadas en mina en cualquier caso.

3.3.2 Túneles perforados en roca

El túnel perforado en roca de sección única con dimensiones adecuadas para instalar las vías de ambos sentidos de circulación, permite encajar en todo el trazado la sección tipo bajo la trama urbana.

La elección de esta tipología de túnel único tiene la ventaja de reducir la incidencia de la obra a nivel de calzada a puntos muy concretos y poco numerosos, coincidentes en general, con las estaciones, y configurando unidades de obra indispensables, por otro lado, para el correcto funcionamiento de las instalaciones, tales como cañones de acceso para viajeros o chimeneas de ventilación.

El área excavada aproximada del túnel es de 62 m², similar a los empleados en las Líneas 1 y 2. Las dimensiones exactas dependerán del espacio necesario para las diferentes operaciones. Las dimensiones básicas del túnel son 8,3 m de alto y 10,2 m de ancho, lo que permite excavar la sección completa desde una única posición. De cualquier forma la secuencia exacta de excavación dependerá de las condiciones del terreno.

El sostenimiento primario debe ser instalado después de cada avance permitido, dependiendo de las condiciones del terreno.

3.3.3 Caverna de estación

Se describe aquí la sección tipo; no obstante en el apartado 3.4 dedicado a estaciones, se hablará de ellas desde el punto de vista arquitectónico.

Cuando un túnel de doble vía entra en una estación se necesitan ensanchamientos. Estas cavernas serán excavadas usando un túnel auxiliar de avance en bóveda, ensanchamientos laterales y berma en el avance de la contrabóveda, para lograr un método seguro y eficiente de excavación. Para ello se seguirán las siguientes fases:

- 1.- Perforación de un túnel de avance a partir del túnel en vía doble, a lo largo de la caverna y en su coronación, para el cual se instala el sostenimiento.
- 2.- Ensanchamiento del túnel de avance hasta la anchura total de caverna e instalación del sostenimiento primario.
- 3.- Excavación de la contrabóveda de la caverna y construcción del sostenimiento primario

En una fase posterior se ejecuta la impermeabilización y el revestimiento definitivo.

3.4 ESTACIONES

3.4.1.1 Introducción

La línea proyectada incluye seis estaciones con interdistancias que varían desde los 350 hasta los 800 m. Las estaciones son, de sur a norte de la traza:

- Rekalde
- Irala
- Zabálburu
- Moyúa
- Parque
- Deusto-Universidad

El punto neurálgico de toda la línea es la Estación de Moyúa por ser el lugar donde se producirá la mayor cantidad de movimientos de pasajeros que, en gran parte, realizarán el intercambio entre líneas. Por esta razón, la estación de Moyúa ha recibido un tratamiento diferente en el cual se ha primado la facilidad de transbordo entre líneas para el pasajero frente a otros criterios.

3.4.2 Configuración típica de las Estaciones

Las estaciones, desde el punto de vista arquitectónico están formadas por un espacio único (caverna), en el que se desarrollan las diferentes actividades y servicios que forman parte del funcionamiento normal de la misma.

Es en la caverna donde se desarrolla la actividad propia de la estación, acceso a andenes, servicios, etc., que convierten el espacio en el corazón del sistema. La caverna proyectada de las distintas estaciones engloba las zonas de andenes, de vías, y de plataforma de vestíbulo y distribución.

3.4.2.1 Andenes

Esta zona de la estación está constituida por el espacio donde el viajero accede al tren o lo abandona. Dado que el fin de la estación es fundamentalmente procurar esa accesibilidad, puede decirse que los andenes son la zona más importante de una estación, por lo que se ha de conseguir que sean funcionalmente eficientes, atractivos y con fáciles accesos.

La disposición prevista en todas las estaciones es de andenes laterales. Esta disposición permite que los tráficos estén separados para cada sentido, con lo que las perturbaciones en uno de ellos no afectan al otro y se puede cortar el acceso a un andén sin influir en el segundo.

3.4.2.2 Vestíbulo-Plataforma

La principal función de los vestíbulos es la venta de billetes a los pasajeros y el control del tráfico de personas que acceden al servicio del metropolitano. Los vestíbulos están divididos en dos zonas: la primera denominada “fuera de control” es la parte a la que tienen acceso directamente los usuarios que llegan desde el exterior por los pasillos que comunican con las bocas de acceso. La segunda llamada “bajo control” es aquella a la que acceden los pasajeros después de adquirir su billete y haber pasado por la línea de cancelación del título de viaje. Esta línea está formada por Barreras que permiten el paso de los viajeros una vez comprobada la validez del billete.

3.4.2.3 Accesos a andén

Esta zona de la estación estará formada por el conjunto de espacios que permiten acceder al viajero desde el vestíbulo hasta el andén y viceversa. Estos accesos están compuestos por un solo elemento configurado por una escalera fija de tipo imperial. Esta escalera es la que mejor se adapta a la forma de la caverna, además de minimizar la invasión del andén.

Se ha procurado que la desembocadura de los accesos interiores en los andenes esté uniformemente repartida a lo largo de los mismos, tanto en una estación como a lo largo de la línea, para evitar desequilibrios de carga en los andenes y en los trenes.

3.4.2.4 Locales técnicos y de explotación para el personal de la estación

Los servicios se localizan en los extremos de la caverna separados por los 90 m de andén, rematando los testeros de la estación. Su distribución cambiará en función de la llegada de los cañones de acceso a la mezanina. En términos generales y que variará según cada caso, el programa de necesidades implantado en las estaciones es el siguiente:

- Testero Sur, nivel Mezanina:
 - Dos locales para máquinas de ascensores
 - Un cuarto de baja tensión
 - Un Local disponible
- Testero Norte, nivel Mezanina:
 - Supervisor
 - Distribución eléctrica auxiliar
 - Local disponible.
 - Aseo masculino
 - Aseo femenino
 - Vestuario masculino
 - Vestuario femenino
- Testero Sur, nivel Andén:
 - Local para seccionamiento de catenaria.
 - Centro de transformación.
- Testero Norte, nivel Andén:

- Corrientes débiles
- Cuarto de limpieza
- Filtros Biológicos
- Local disponible
- Control de agua
- Pozo de bombeo

3.4.2.5 Accesos exteriores

Los pasajeros acceden a la estación, procedentes del exterior, por caminos que comunican la calle con el vestíbulo, por uno o varios accesos. El número y disposición de estos accesos se determinan para cada estación según el volumen de demanda de viajeros y la tipología de los edificios colindantes y la topografía del lugar.

La imagen exterior supone la zona común de la calle con el sistema. Debe entenderse como aviso y como reclamo de entrada al transporte público incorporándose a la trama urbana a modo de mobiliario. Los cañones de conexión permiten el acceso al interior de la caverna desde la vía pública donde los edículos exteriores se acomodarán a la trama urbana. Debe garantizarse una circulación fluida de usuarios en los dos sentidos. Por ello, el diseño de los recorridos debe evitar retenciones tanto para supuestos de hora punta como para evacuación de emergencia.

3.4.2.6 Sistema de ventilación

Para conseguir un adecuado servicio se han previsto tres sistemas distintos de ventilación, cada uno de ellos con una misión diferente:

- Ventilación general de túneles y sistema de emergencia en cabeceras de estación.
- Extracción bajo andén.
- Ventilación o acondicionamiento de cuartos técnicos.

- a) Ventilación en cabecera de estación. Este sistema está compuesto por dos chimeneas de 20 m² cada una situadas en el túnel, en las proximidades de la estación, y de dos salas de ventiladores en la base de las chimeneas.

La misión de este sistema, en condiciones normales, es ventilar los túneles de línea mediante tiro natural al tiempo que evitan o amortiguan la influencia del efecto pistón, que producen los trenes en marcha, sobre los andenes de estación.

En caso de emergencia, ya sea por el incendio o por tren inmovilizado en el túnel, este sistema pondría en marcha los ventiladores para asegurar en los túneles una velocidad de aire capaz de conducir el humo en la dirección que sea necesaria, de modo que se faciliten las labores de evacuación y rescate y se produzca una correcta ventilación del túnel, aún sin circulación de trenes.

- b) Extracción bajo andén. Este sistema está compuesto por dos conductos, uno bajo cada andén, de 3 m², por los que se extrae continuamente el aire durante los días en que se superan determinadas condiciones de temperatura dentro de la caverna, o bien se alcanzan determinados límites de CO₂. Dicha extracción se realiza a través de rejillas distribuidas uniformemente a lo largo de la pared vertical de cada andén. Una chimenea discurre hasta la superficie para realizar la expulsión. La extracción se realiza mediante dos ventiladores situados en una sala que se localiza en la base de la chimenea.

La misión principal de este sistema es la eliminación del calor producido por los trenes al frenar, a la vez que favorece la entrada de aire fresco a través de los cañones de acceso.

3.4.2.7 Protección contra incendios

En el análisis de la lucha contra incendios se ha tomado como punto de referencia las exigencias marcadas por la NFPA 130.

Los locales de servicio está previsto tengan una resistencia al fuego de dos horas y las puertas de una hora y media. En el caso de las subestaciones eléctricas la resistencia, incluso la de la puerta se ha previsto sea al menos de tres horas.

Todas las estaciones tienen dos salidas posibles desde el andén que constituyen salidas de emergencia mediante los dos accesos previstos.

Las dimensiones de las salidas se han fijado teniendo en cuenta que, en función del volumen previsto de pasajeros y de la velocidad de salida a través de los distintos elementos, se consiga la evacuación de los pasajeros hasta lugar seguro en el tiempo máximo de 6 minutos. En todo caso, los andenes pueden ser evacuados en menos de 4 minutos.

Se instalarán también los elementos necesarios para detección, alarma y extinción recomendados por el futuro Proyecto de instalaciones.

3.4.3 Estación de Rekalde

La Estación de Rekalde se proyecta con vestíbulo situado a cota +21.50 aproximadamente. La orientación de la Estación es Oeste-Este. Desde el vestíbulo se da acceso a los dos andenes situados en la cota +17.00 bien a través de las escaleras mecánicas y fijas o bien mediante los ascensores posicionados dentro de la zona de acceso controlado.

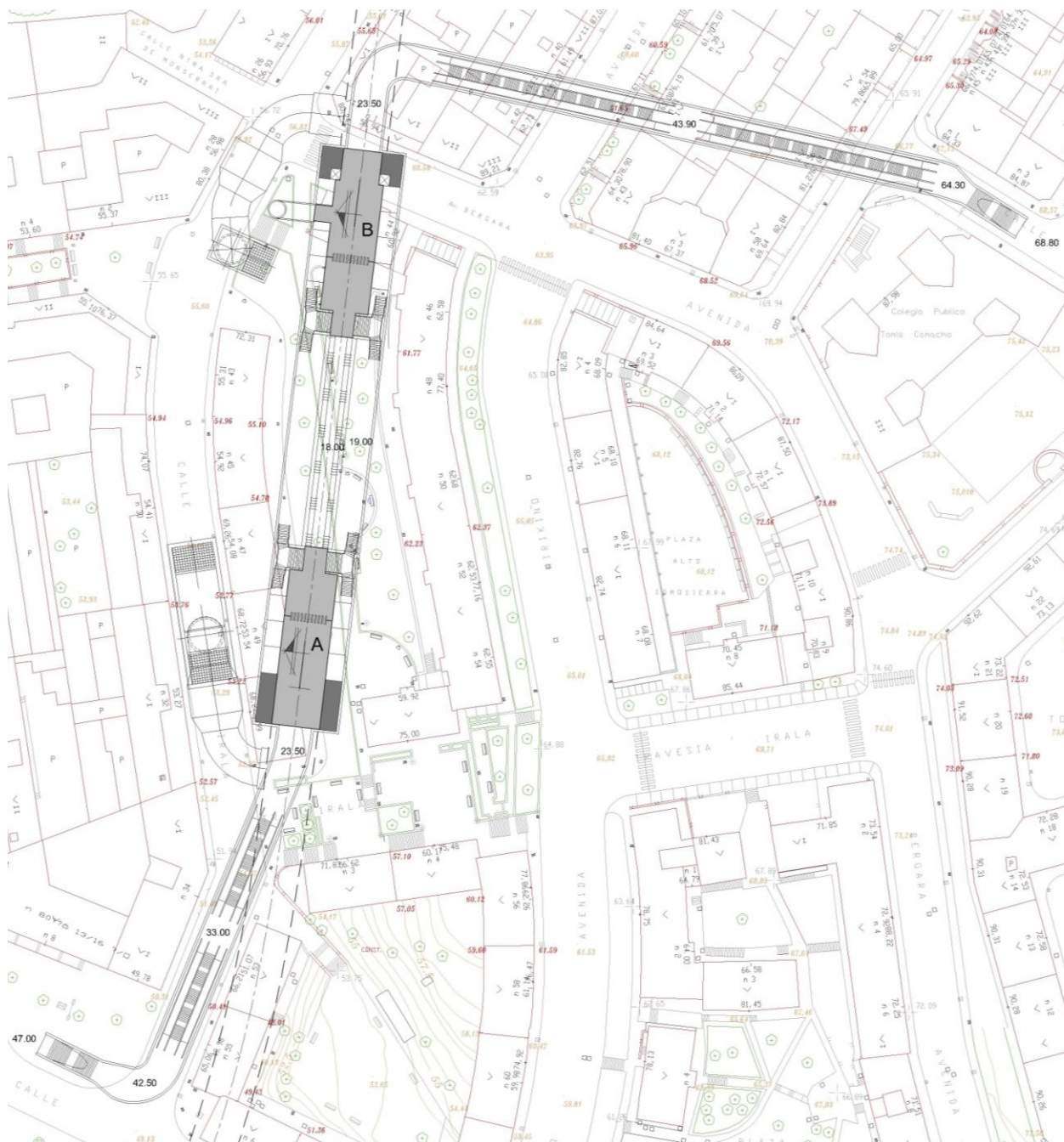


PLANTA UBICACIÓN ESTACION REKALDE

Asociado a esta estación, terminal de la línea en proyecto, se encuentra el mango de maniobras que en la solución aquí descrita se presenta inmediatamente antes de la Estación aprovechando la alineación de la calle Altube.

3.4.4 Estación de Irala

La Estación de Irala se encuentra a una profundidad aproximada de 40 m (nivel de andenes) y se sitúa en planta entre la calle Irala y la Avenida Kirikiño en su intersección con la Avenida Bergara y con la Travesía Irala. La tipología de la Estación presenta el esquema clásico en caverna con dos mezaninas de acceso a los andenes.



PLANTA UBICACIÓN ESTACION IRALA

Uno de los cañones de salida, arranca desde el frontal sur de la Estación y salva el desnivel hasta la superficie discurriendo bajo la calle Irala hasta alcanzar la salida en la pequeña plaza existente en el encuentro con la calle Erkurtze.

El cañón de salida de la mezanina norte también arranca desde el frontal de la Estación pero inmediatamente gira casi 90° hacia el oeste ascendiendo en varios tramos de escalera para salvar los 45

m de desnivel. La salida al exterior se ubica en un tramo de la calle Monasterio que será necesario peatonalizar.

El ascensor se sitúa en la mezanina norte y en el exterior emerge en la esquina entre las calles de Irala y Avenida Bergara. Para su ubicación se propone el ensanchamiento de la acera en esa zona eliminando alguna plaza de aparcamiento.

3.4.5 Estación de Zabálburu

La estación de Zabálburu se encuentra a una profundidad aproximada de 25 m (nivel de andenes) y se sitúa en planta al norte de la plaza Zabálburu con una orientación noreste, bajo la manzana de edificios entre la calle Alameda San Mames y la calle Particular de Costa.

Uno de los cañones de salida, arranca desde un lateral del testero sur de la Estación dirigiéndose hacia el este, permaneciendo a nivel del testero hasta alcanzar en planta la posición de la calle, a partir de ese punto asciende hasta alcanzar la superficie en el extremo de la calle General Concha. Con este cañón se conecta el ascensor que aparece en superficie en Alameda San Mames.

Desde el testero norte arranca un cañón de salida que se dirige al sur, alcanzando la superficie en la zona de la Plaza Zabálburu donde confluyen las aceras de Hurtado de Amézaga y San Francisco, el paso del cañón bajo el edificio que hace esquina entre la plaza y Hurtado de Amézaga se realiza con muy poco margen con la cimentación de éste por lo que en el proyecto de detalle deberán estudiarse los tratamientos a realizar para su correcta ejecución.

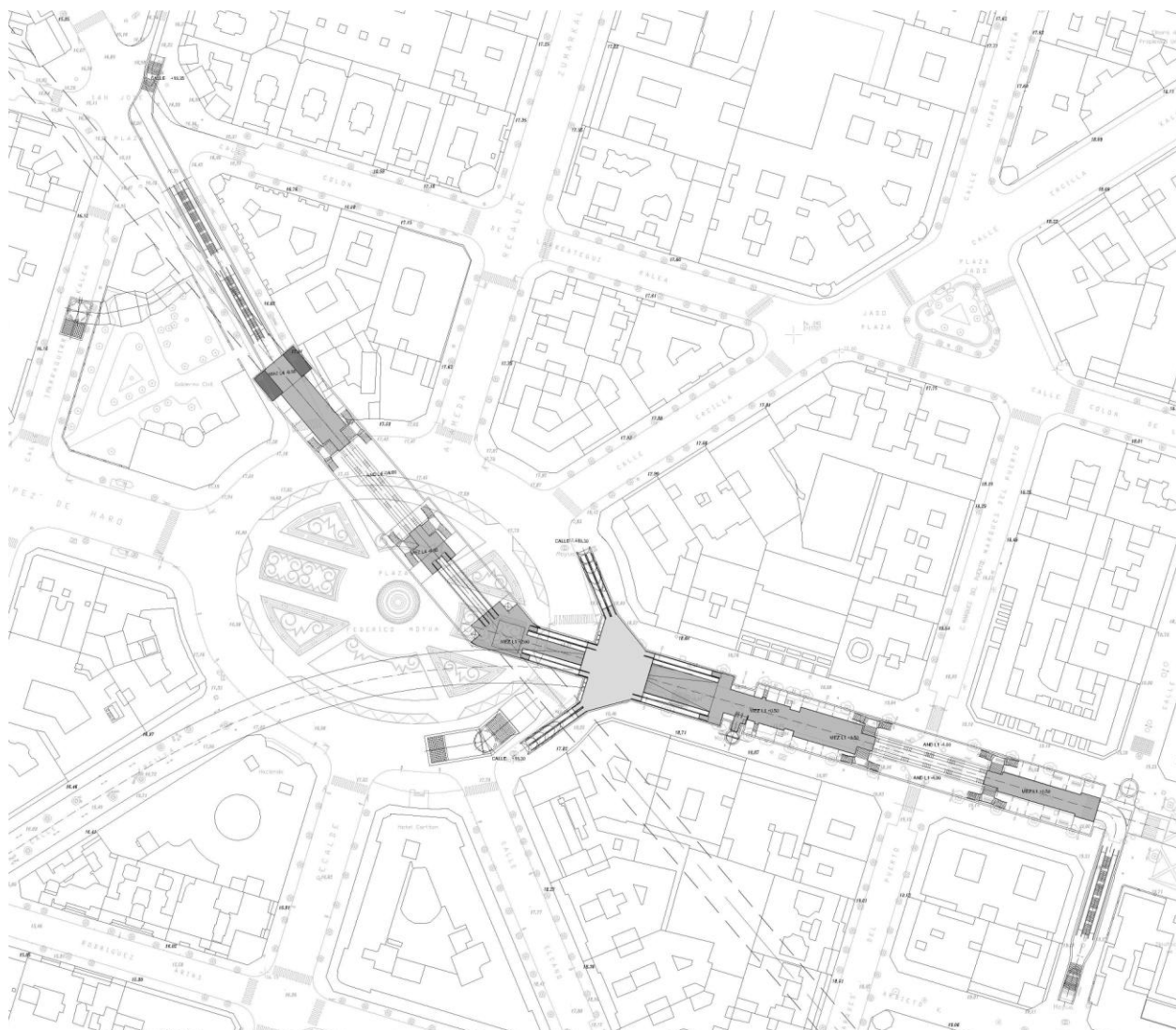


PLANTA UBICACIÓN ESTACION ZABÁLBURU

3.4.6 Estación de Moyúa

La estación de Moyúa es la más compleja y emblemática de la actuación ya que constituye el punto de conexión entre las Líneas 1 y 2 y la nueva Línea 4, y se ha planteado como una única estación de intercambio en lugar de dos estaciones interconectadas. La propuesta apuesta por mantener las cualidades y características del Metro: la claridad de las circulaciones, la rotundidad en las formas y materiales, el empleo de la luz natural (estaciones de Sarriko, Ansio). Así, una vez que el viajero accede a la estación de Moyúa, tiene una visión global del conjunto y del recorrido que ha de efectuar.

Memoria



PLANTA UBICACIÓN ESTACION MOYUA



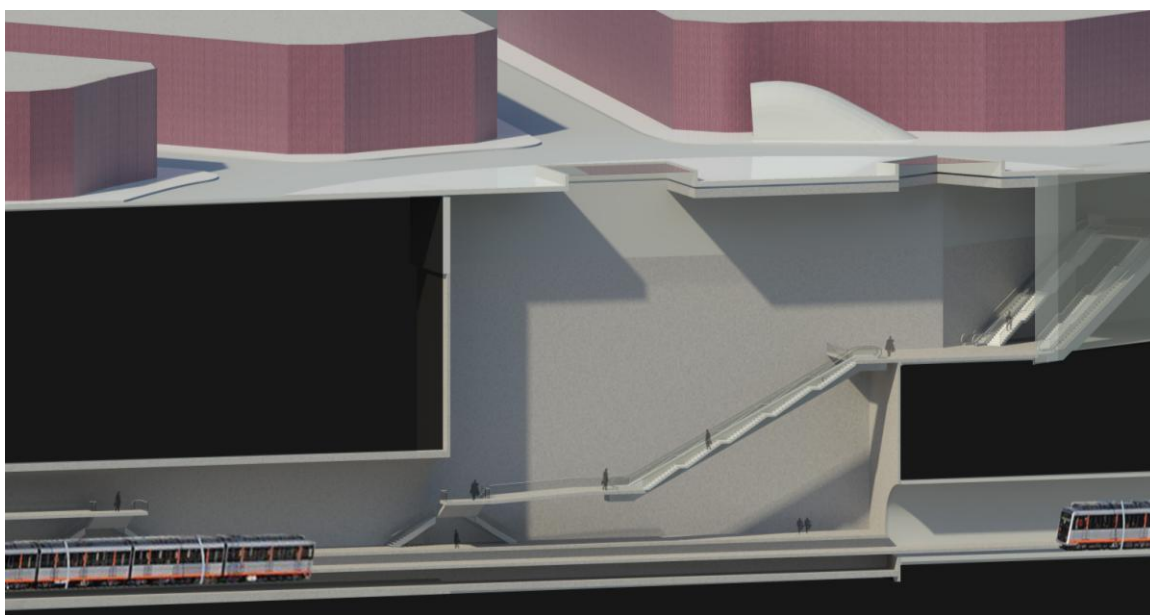
SECCIÓN LONGITUDINAL: LÍNEA 1 Y VESTÍBULO DE CONEXIÓN



Se propone la creación de un vestíbulo para ambas líneas, situado a la cota +10.85, al que se accede desde los actuales cañones que desembocan en la plaza Moyúa, y que se modifican para reducir su longitud (actualmente descienden hasta la cota +5.15).



Desde dicho vestíbulo el usuario desciende hasta el hall de conexión L1-L4, situado a la cota + 2.00, prácticamente a nivel de la mezanina de la línea 1 existente. El intercambio propiamente dicho se produce en este punto, de una forma cómoda (el recorrido tiene una ligera pendiente en las proximidades de la estación existente y es por lo demás horizontal) y clara (la conexión visual entre ambas líneas es directa). La distancia a recorrer entre una y otra línea no llega a los 75 metros, un paseo por un espacio singular y luminoso.



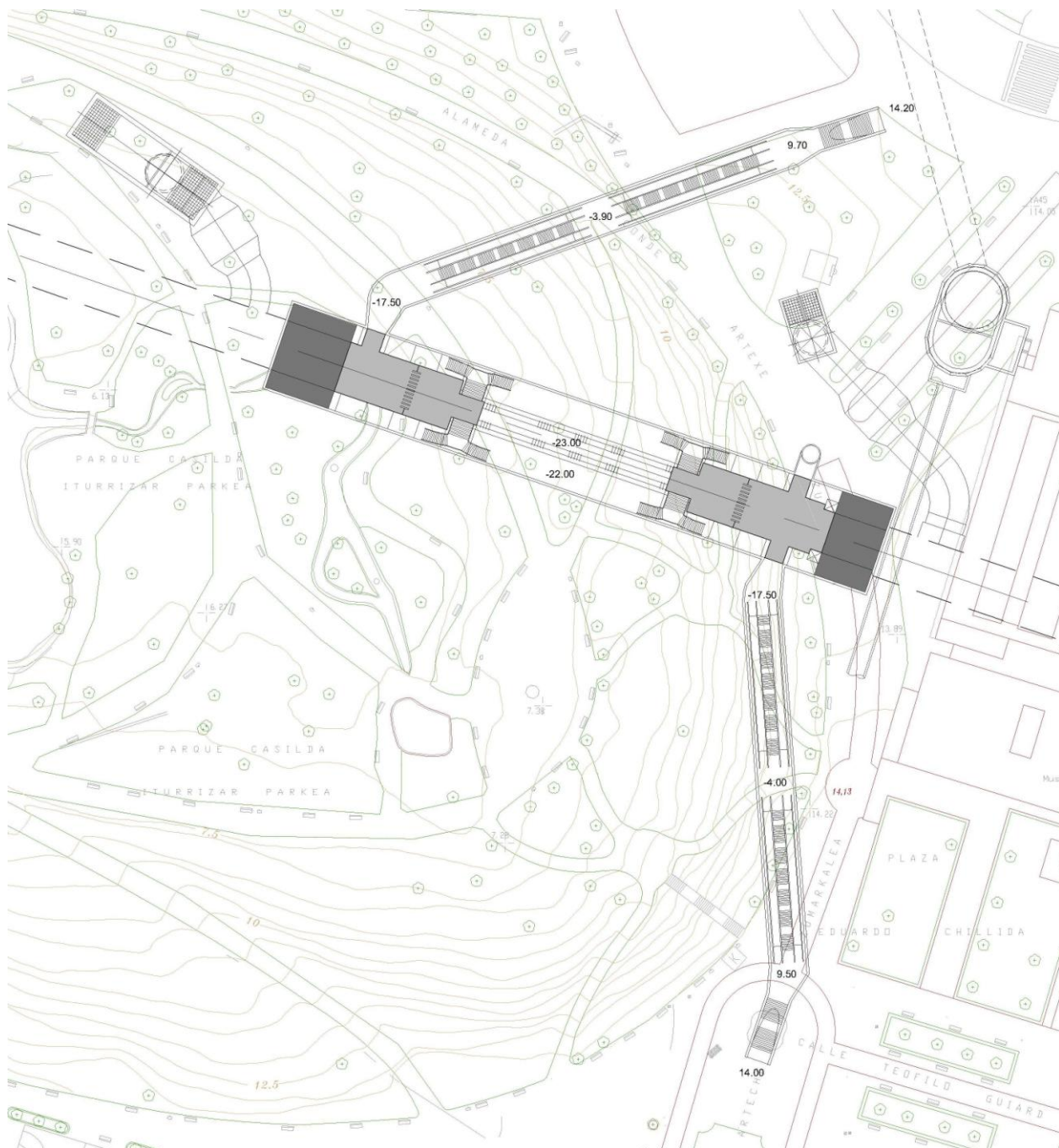
SECCIÓN LONGITUDINAL: LÍNEA 4 Y VESTÍBULO DE CONEXIÓN

Por la profundidad a la que está situada la Línea 4 en este punto (mezanina a la cota -19.50 y calle a la cota +18.35), el método constructivo (pantallas y excavación a cielo abierto) y la posición de la estación en relación con la trama urbana (justo bajo la plaza Moyúa) generan un acceso a la Línea 4 de una gran calidad espacial. Se proponen dos grandes lucernarios en este punto, situados sobre ambos desembarcos de la escalera.

En el extremo opuesto de la estación de Línea 4 se plantea un acceso tradicional con mezanina y cañón de acceso, que desemboca en la plaza de San José.

3.4.7 Estación de Parque

La estación de Parque se encuentra a una profundidad entre 28 y 36 m desde el nivel de andenes. La configuración de la estación es como las anteriores.



PLANTA UBICACIÓN ESTACION PARQUE

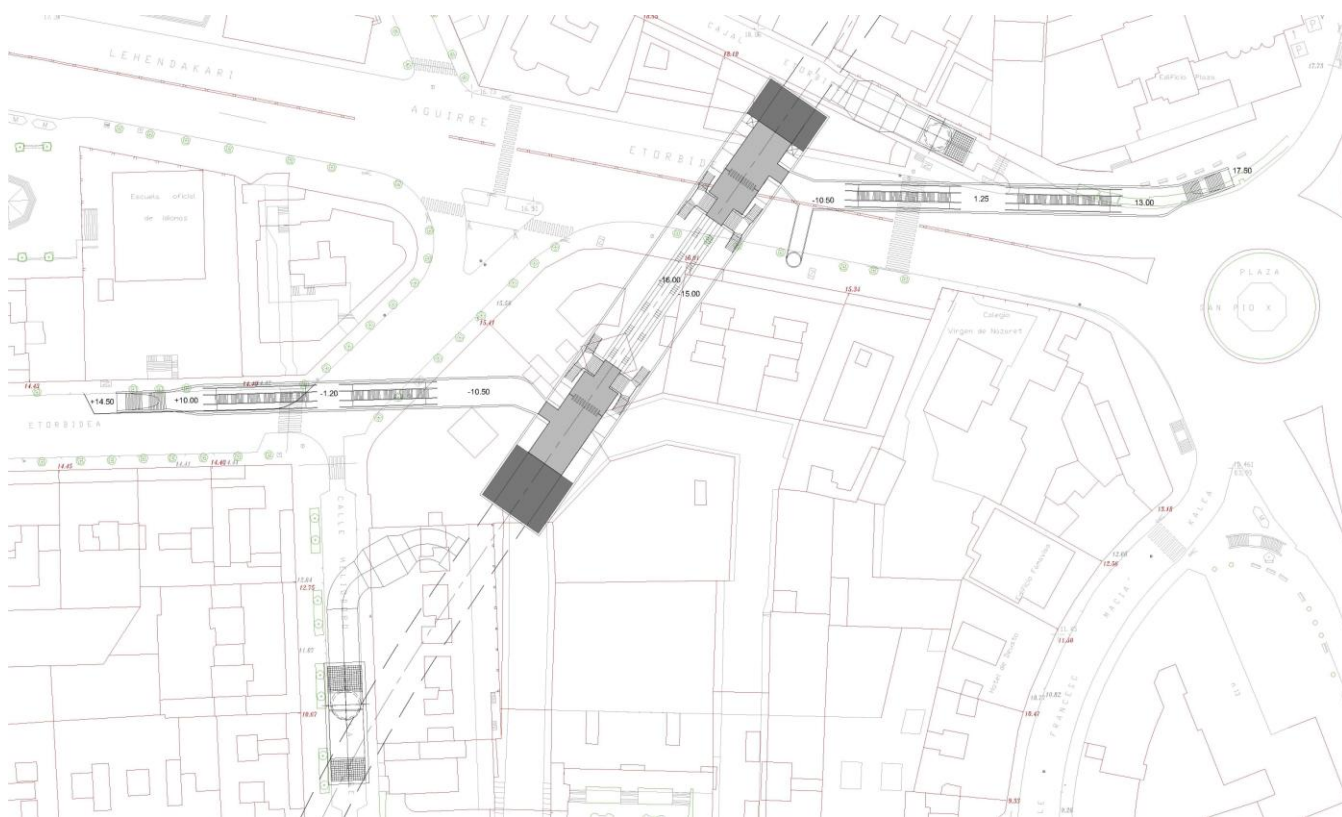
Desde la mezanina este se busca la salida hacia el sur junto a la Plaza Eduardo Chillida (zona de acceso al Museo de Bellas Artes) para emerger en superficie en el encuentro de la calle Conde de Arteche con Teofilo Guiard.

Desde la mezanina oeste se dispone un cañón de acceso que discurre en dirección noreste buscando acercarse a la Plaza Euskadi y saliendo al exterior en el área cercana al Museo de Bellas Artes.

El ascensor parte de la mezanina este y emerge a superficie en una posición intermedia entre las dos salidas anteriores.

3.4.8 Estación Deusto-Universidad

Esta estación se encuentra orientada en dirección noreste bajo la confluencia de la Avenida Lehendakari Aguirre con la calle Ramón y Cajal, en la zona cercana a la Plaza San Pío X. La estación se encuentra a unos 30 m de profundidad.



PLANTA UBICACIÓN ESTACION DEUSTO - UNIVERSIDAD

La salida desde la parte norte de la estación se dirige hacia el este en dos tramos para emplazar la marquesina de acceso en la acera norte de la Plaza San Pío X. El ascensor de salida se encaja también en este testero alcanzando la superficie en la acera sur de Av. Lehendakari Aguirre.

La salida desde el testero sur se dirige hacia el oeste por Av. Madariaga, el acceso exterior se ubicaría en la acera norte de esta avenida.

3.5 EQUIPOS E INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS

3.5.1 Introducción

En este apartado se describen y analizarán los siguientes equipos e instalaciones:

- Equipos de ventilación.
- Escaleras mecánicas y ascensores.
- Evacuación de las aguas de infiltración.
- Alimentación eléctrica a las estaciones.
- Medidas de protección civil.

3.5.2 Equipos de ventilación

3.5.2.1 Descripción de las instalaciones

La presente Línea 4 está diseñada mediante la utilización de un túnel único para los dos sentidos de vía, de acuerdo con la siguiente disposición:

Mango de maniobra en Rekalde	160 m
Túnel entre Rekalde e Irala	815 m
Túnele entre Irala y Zabálburu	525 m
Túnel entre Zabálburu y Moyúa	695 m
Túnel entre Moyúa y Parque	340 m
Túnel entre Parque y Deusto	810 m
Túnel entre Deusto y salida hacia Matiko	1040 m
Ramal conexión con túnel Artxanda	940 m

En el p.k. 4+600 aproximadamente se ha proyectado una salida de evacuación e instalación de ventilación para los túneles del tramo Deusto –Matiko – Túnel de Artxanda. Junto a la salida del túnel en la salida hacia Matiko se ha proyectado un pozo de ventilación para favorecer la evacuación de humos en caso de emergencia en la dirección que sea necesario.

Diseño general

El sistema de ventilación de estaciones y túneles se compondrá de los siguientes subsistemas:

- a) Subsistema de ventilación general y de emergencia (chimeneas).
- b) Subsistema de Extracción Bajo Andén (EBA).
- c) Subsistema de ventilación o acondicionamiento de cuartos técnicos.

El subsistema de ventilación general y de emergencia constará de una serie de chimeneas laterales, situadas a cada lado de las estaciones.

Estas chimeneas tienen un doble objetivo:

- En funcionamiento normal: mediante ventilación natural a través del propio hueco del ventilador, aminorar el efecto pistón de los trenes al entrar y salir de las estaciones, atenuando las corrientes de aire que se producirían en los cañones de acceso si no existiesen las citadas chimeneas.
- En emergencia: mediante ventilación forzada, establecer los flujos de aire adecuados para permitir la evacuación de usuarios y personal al exterior del Sistema METRO en las diversas situaciones de emergencia que pudieran producirse en el interior del mismo.
- Adicionalmente, cada estación dispondrá de dos subsistemas de Extracción Bajo Andén (1 por cada vía). La extracción se efectuará aspirando el aire en las partes bajas frontales de los andenes, del lado de las vías, y expulsándolo al exterior, en función de la temperatura del aire de la estación.
- El objeto de los EBA es la reducción, en su fuente, de la contaminación térmica y de partículas producidas por los trenes por sus condiciones funcionales (frenada/aceleración).

- De esta forma la ventilación general podrá reducirse y ajustarse al resto de la demanda con variación horaria. Así mismo se reduce la posibilidad de zonas muertas sin ventilación adecuada.
- La instalación se compondrá básicamente de una unidad de extracción y de una conducción con captación bajo andén y evacuación al exterior.

Subsistema de chimeneas

Desde el punto de vista constructivo, las chimeneas de ventilación, que estarán dispuestas una a cada lado de las estaciones y próximas a éstas, conectarán los túneles con el exterior y contendrán las salas de los ventiladores de emergencia.

De igual forma, durante períodos de no explotación, por ejemplo durante la noche, la ventilación natural puede resultar la más adecuada.

La ventilación natural en los sistemas de METRO se debe principalmente al movimiento de los trenes. Un tren que circule a gran velocidad en un túnel de sección ajustada será precedido por un cierto volumen de aire en sobrepresión y seguido por una depresión. Es el denominado “efecto pistón”.

Los ventiladores de emergencia serán reversibles, pudiendo actuar como impulsores o extractores de aire de la red de METRO. Su modo y actuación se definirá en el momento de producirse la situación concreta de emergencia, que podrá deberse a una parada de tren, un accidente, un incendio, etc.

De acuerdo con la situación producida, puede ser necesario ventilar un túnel en el que se haya detenido un tren, creando una corriente de aire que ayude a la mejor respiración de los usuarios y empleados, colaborando a mantener la situación de calma hasta la resolución del problema y puesta en funcionamiento del tren o durante una hipotética evacuación del personal a lo largo del túnel. En todo caso se introducirá aire fresco a través de la chimenea más próxima al tren detenido y por el tramo de túnel que vaya a servir de vía de evacuación en caso de necesidad; y se expulsará aire viciado a través del tramo de túnel y chimenea opuestos a los anteriores.

En el caso de incendio se actuará con la misma filosofía, definiendo la vía de escape y creando una corriente de aire fresco en sentido contrario. De este modo la vía de escape quedará libre de humo, evacuándose éste en sentido contrario. Por consiguiente, según el modo de actuación elegido en cada situación de emergencia, los ventiladores deberán poder funcionar como extractores o impulsores.

Los subsistemas de extracción bajo andén serán capaces de funcionar en servicio continuo extrayendo aire contaminado con partículas de óxido de hierro y polvo en concentraciones de 10 mg/m^3 y 5 mg/m^3 respectivamente, y en un ambiente de esas características.

Deberán así mismo funcionar soportando las variaciones de presión (presurizaciones–depresiones) producidas por el efecto pistón de los trenes en su movimiento a lo largo de la red de METRO. Los ventiladores deberán estar diseñados con dispositivos que prevengan posibles embalamientos y frenazos bruscos por el efecto pistón, o para que soporten situaciones originadas por dicho efecto.

Funcionamiento normal

En condiciones de funcionamiento normal actuará el subsistema de extracción bajo andén y las chimeneas de ventilación posibilitando la ventilación natural y la atenuación del efecto pistón producido por la circulación de los trenes.

Existirán unos controles locales y otros remotos para el subsistema de extracción bajo andén.

Funcionamiento en emergencia

No todas las situaciones de emergencia que se produzcan serán de la misma gravedad. Así, debido a una interrupción del suministro de energía, o por avería de algún equipo del mismo tren, éste podrá verse obligado a detenerse en algún punto entre dos estaciones. En estos casos, en los que no estén involucradas situaciones de fuego y/o humo o bien no se tenga que evacuar a los pasajeros del tren debido a que se prevea un restablecimiento rápido de la situación normal, la función del sistema de ventilación será establecer un flujo de aire suficiente para mantener la temperatura y condiciones del túnel entre límites aceptables.

Durante las situaciones de emergencia que involucren fuego o producción de humo, el criterio fundamental para el diseño del sistema de ventilación de emergencia y en consecuencia su función principal, será realizar una aportación de aire fresco y limpio para controlar los productos de combustión y proveer rutas “limpias”, tanto para la salida a lugar seguro de los pasajeros, como para acceso al lugar de emergencia de los grupos de rescate o contraincendios.

3.5.3 Escaleras mecánicas y ascensores

Escaleras mecánicas

Las escaleras mecánicas constituirán el medio habitual de elevación y transporte para los usuarios de la red de METRO, entre la calle y los vestíbulos de las estaciones.

Cada estación contará con dos conjuntos de escaleras mecánicas de acceso. Uno de ellos funcionará en sentido de entrada y el otro en el de salida. Las escaleras mecánicas serán silenciosas, de estabilidad de marcha constante, de fácil mantenimiento y contarán con todos los dispositivos de seguridad necesarios.

Ascensores

Los ascensores constituirán el medio habitual de elevación y transporte para los minusválidos, usuarios de la red de METRO de Bilbao, facilitando su acceso de calle a vestíbulos de las estaciones, de éstos a los andenes y viceversa.

Cada estación contará con tres ascensores para minusválidos. Uno de ellos será eléctrico y comunicará la calle con el vestíbulo donde estarán las taquillas de expedición de billetes. Los otros dos serán hidráulicos y comunicarán el vestíbulo con cada uno de los dos andenes. Cada ascensor tendrá dos únicos niveles de parada.

3.5.4 Evacuación de las aguas de infiltración

La función del sistema de bombeo será evacuar los caudales de agua procedentes de filtraciones en el interior de la red de METRO a través de paramentos y los aportados por lluvias de forma directa a través de las ventanas de descarga de chimeneas de ventilación.

El sistema de bombeo descargará el agua evacuada a la red de alcantarillado próxima.

El sistema de bombeo de infiltraciones se compone de una infraestructura de obra civil y de las instalaciones electromecánicas propiamente dichas.

La infraestructura de obra civil tendrá como función captar el agua que penetre en la red de Metro a través de paramentos y ventanas de chimeneas y conducirla, por gravedad, a través de canalizaciones hasta los pozos de recogida situados en puntos bajos.

Los grupos o estaciones de bombeo tendrán como función evacuar el agua recogida en los pozos, descargándola en la red de alcantarillado municipal. En cada testero de la estaciones existirá un pozo de bombeo provisto de 2 bombas.

Sistema de drenaje

Para facilitar la conducción del agua existente desde el interior del túnel y su llegada a los pozos de agotamiento, se ha proyectado un sistema de drenaje formado por una tubería de 20 cm de diámetro situada en el eje del túnel y con registros a cada 15 m. En cada uno de estos registros se empalmarán dos tubos transversales de 10 cm de diámetro, procedentes de las cunetas laterales, los cuales recogerán el agua que cae por los hastiales.

3.5.5 Alimentación eléctrica a estaciones

Debido al alto consumo de energía que existe en las estaciones subterráneas, es necesario que el transporte de ésta, desde las subestaciones, se haga a alta tensión, y de ahí la necesidad de transformación en dichos puntos. Para ello se dispone usualmente de dos cuartos: la estación transformadora y el de baja tensión.

El suministro de energía para estaciones y servicios auxiliares es independiente del suministro de energía por tracción. El creciente incremento de las necesidades energéticas en una estación ha dado lugar a que las tendencias actuales aconsejen voltajes más altos, y por tanto que esta zona tenga cada vez más importancia.

Cuarto de transformación y de baja tensión

El cuarto de transformación es el lugar donde se sitúan los transformadores y a donde acceden los cables de transporte de energía a 13,2 kV para ser transformada en energía a 380/220 V de uso en la estación. En la salida del transformador se coloca un seccionador tripolar con fusibles para la línea que va al cuarto de baja tensión.

El cuarto de baja tensión está unido por un acceso al de transformación y consta de un cuadro de conmutación y de varios cuadros de distribución (alumbrado, escaleras mecánicas, ventilación, etc.).

Instalación eléctrica

La instalación eléctrica necesaria para dotar de alumbrado y fuerza a las estaciones de METRO se efectuará con tubo de PVC rígido y en general todos los aparatos, líneas, cajas, etc. deberán ser blindadas y estancos para prevenir las posibles filtraciones de agua que se puedan originar.

Se aconseja conste de varios circuitos independientes entre sí para que la avería de uno de ellos no afecte al resto de la instalación y se pueda mantener un aceptable alumbrado.

Debe haber un segundo circuito, llamado auxiliar, que garantice un 15-20% del alumbrado, para paliar posibles fallos del circuito principal, y cuya alimentación será proporcionada desde el exterior a la estación por la compañía suministradora, a través de un cuadro situado en el cuarto de baja tensión.

Para mayor seguridad, se debe instalar un tercer circuito, de emergencia, constituido por equipos autónomos de 2 horas de duración.

3.5.6 Medidas de seguridad contra incendios

El sistema contra incendios del METRO de Bilbao, estará constituido por elementos de prevención, detección y alarma, extinción de incendios y evacuación.

La prevención se realizará mediante el establecimiento de medidas adecuadas tales como la limpieza de residuos, compartimentación, vigilancia y mantenimiento de los equipos eléctricos, sellado de penetraciones, etc.

Para la detección y localización de los incendios se dispondrá de un sistema de detección automática que estará formado por:

- Equipos de control y señalización.
- Detectores.
- Fuentes de suministro.
- Elementos de interconexión entre los anteriores.

Para facilitar la rápida localización del incendio, las instalaciones del METRO estarán divididas por zonas que no superarán los 1600 metros cuadrados.

El sistema de extinción de incendios estará constituido por bocas de incendio, red de columna seca, extintores portátiles y extinción automática por agua nebulizada (en escaleras mecánicas).

Durante la situación de emergencia serán también fundamentales los aspectos relacionados con la iluminación y señalización de los caminos de evacuación.

Los túneles deberán estar suficientemente iluminados para permitir una evacuación rápida y segura, y evitar en las personas una sensación de inseguridad e incertidumbre.

Instalaciones en túneles

El riesgo de incendios en túneles provendrá bien del propio túnel en el que haya quedado bloqueado un tren o en un tren que se incendie y quede parado en el interior de un túnel. Como medida preventiva, al igual que en el caso de las estaciones, los elementos constructivos de los túneles serán fundamentalmente incombustibles y los materiales que se utilizarán en las instalaciones eléctricas serán resistentes al fuego y de baja emisión de humos.

Como medidas activas del sistema contra incendios, en los túneles se dispondrá de los elementos siguientes:

- Columnas secas.
- En túneles largos se dispondrá de salidas intermedias. La distancia de evacuación hasta las escaleras de escape, no será superior a 500m.

Un aspecto muy importante a tener en cuenta en el diseño y construcción de los túneles, es su posible utilización como vías de evacuación, por lo que se deberán considerar los puntos siguientes:

- Los pasajeros estarán en los túneles solamente en el caso de que sea necesario para evacuar un tren.
- Los túneles estarán dotados de un firme o pasillo lateral que posibilite la circulación de los usuarios. Los firmes de evacuación finalizarán en accesos practicables a los andenes de estaciones.
- Los pozos de ventilación se encuentran en las estaciones, y además, dadas las características del trazado de este tramo, se instalará un pozo de ventilación en un punto

intermedio del túnel Deusto – Matiko, otro en un punto cercano al emboquille de Matiko y al final del mango de maniobra de la estación de Rekalde.

- Se instalarán cabinas de emergencia a lo largo de los túneles alcanzables andando. Estarán balizadas por puntos iluminados y colores visibles en la oscuridad o con poca luz.
- Cada vehículo estará dotado con salidas de emergencia en ambos lados o en los extremos que posibiliten el acceso de los usuarios al firme de evacuación.

Además, es necesario que el personal explotador esté entrenado para que cualquier situación que se le presente no le sea nueva. Para ello, es necesario una formación continua y un programa de reciclaje. El proceso anterior es más efectivo si además existen unas consignas, y una lógica de funcionamiento ante un suceso de estas características.

3.6 SUPERESTRUCTURA

3.6.1 Introducción

En este apartado se estudian cada uno de los componentes que componen la superestructura, que son los siguientes:

- Vía.
- Electrificación y subestaciones.
- Señalización.
- Instalaciones de expedición y control de billetes.
- Comunicaciones.

3.6.2 Vía

Propuesta

El tipo de vía para la Línea 4 del Metro de Bilbao es la vía en placa de hormigón, tipo biblock, con fijaciones elásticas, tipo NABLA.

Esta solución propuesta presenta las siguientes ventajas:

- a. Absorción de vibraciones de alta y baja frecuencia con atenuación importante, del orden de 12 dB, frente a la vía sobre balasto.
- b. Peso de vía por metro lineal importante, que le proporciona gran robustez y conservación de la geometría.
- c. Permite la regulación de la alineación cambiando grapas de sujeción.
- d. Comportamiento altamente satisfactorio en curvas, por su gran resistencia al desplazamiento transversal.

3.6.3 Electrificación y subestaciones

La Línea 4 tendrá alimentación eléctrica desde dos puntos, una desde la subestación que se construirá en Rekalde y otra desde las Líneas 1 y 2 en la zona de Plaza de Moyúa.

La línea aérea de tracción (catenaria) se ejecutará a base de cable sustentador de cobre duro de 153 mm², suspendidos mediante péndolas del sustentador y éste mediante brazos de atirantado soportados por herrajes tipo ménsula, anclados mediante silletas en los túneles.

La altura de los hilos de contacto desde el nivel del carril será de 4,50 metros en el interior del túnel, adoptándose para esta instalación las mismas características de la línea aérea de la actual línea 1.

La altura de la catenaria en los puntos de suspensión es de 0,462 m (salvo en los casos en que la bóveda no permita esta altura y se reduzca la catenaria, con lo que también se reducirá el vano).

Subcentral

Está previsto construir una subestación junto a la Estación de Rekalde, la cual se le denominará Subestación de tracción de Rekalde.

Fundamentalmente, la misión de esta subestación de tracción es recibir energía eléctrica de la Compañía Eléctrica, transformarla y rectificarla a corriente continua en 1.650 Vcc para alimentación a las unidades de la Línea, transformarla a 13,8 kV para alimentación a estaciones y transformarla a 0,4 kV para alimentación a los propios servicios auxiliares de la subestación.

La subestación transformadora y rectificadora ha sido diseñada de modo que permita asegurar las demandas de energía en régimen de explotación normal. En caso de situación degradada por pérdida de

subestaciones colaterales se permitirá mantener la explotación, con ciertas limitaciones por incrementos de caídas de tensión.

3.6.4 Señalización

El sistema de señalización a implementar en la Línea 4 seguirá el esquema previsto por ETS para la futura infraestructura conjunta de Línea 3 – Línea 4 – Conexión Aeropuerto.

3.6.5 Expedición y control de billetes

Sistema tarifario

Las características fundamentales del sistema tarifario típicamente utilizado en el FMB son las siguientes:

- Sistema zonal.
- Gama de títulos definida (billete sencillo para día laborable o festivo, multiviaje, abono mensual, tarjeta de valor monetario, pensionista, familia numerosa, etc.).
- Sistema cerrado (control a la entrada y a la salida de las estaciones. Reversibilidad de canceladoras).
- Gestión automatizada del sistema, con mínima intervención manual en venta de títulos y en verificación en ruta.
- Billete con banda magnética, en la que se grabará información codificada.
- Adquisición de datos necesarios para efectuar la contabilidad y elaborar estadísticas.

3.6.6 Comunicaciones

Un sistema de operación de trenes como el que se ha previsto para la Línea 4 del Metro de Bilbao, precisa de una red de comunicaciones específica a sus necesidades y eficaz.

Esta red de comunicaciones debe permitir el intercambio de información entre los diferentes agentes de la compañía, ya sean personal de operación, administrativo o técnico. De su calidad de concepción depende en buena medida, la calidad del servicio ofrecido a la sociedad.

Un sistema de comunicaciones en una red de metro también tiene que permitir el intercambio de información entre el personal encargado de la explotación del servicio y el usuario, de forma que aumente la calidad del mismo en parámetros tan importantes como seguridad, confort, etc.

El sistema deberá permitir la llamada selectiva desde consola del puesto central, permitir la conservación con un solo tren, un grupo de ellos, o todos los que estén presentes en la línea. Los equipos móviles estarán dotados de un sistema de conexión a la megafonía interna del tren, que permitirá el envío de mensajes al departamento de pasajeros.

Como complemento al sistema de comunicación tren-puesto de mando centralizado, se proponen además las siguientes instalaciones de comunicaciones:

- Telefonía Puesto de Mando – Estaciones (vestíbulos y andenes).
- Telefonía selectiva Puesto de Mando – Jefes de Estación.
- Circuito cerrado de televisión.
- Red complementaria de radio.
- Interfonía entre motorista y pasaje.
- Telefonía automática convencional.

Telemandos

El conjunto de telemandos constituyen los sistemas de ayuda a la explotación; su objetivo es tener constancia en el Puesto Central de todos aquellos hechos que afecten a la explotación de una línea de metro, y que de una u otra forma, requieran una intervención inmediata. Por lo tanto, una de las características más importantes será facilitar en tiempo real dicha información.

4 SERVICIOS AFECTADOS

La construcción de un sistema metro en un área urbana supone una potencial incidencia en los servicios de urbanización, ya que dicho sistema necesita comunicarse con el exterior.

Las interferencias entre el sistema metro y los servicios urbanos pueden ser puntuales, debidos a los accesos a estaciones, chimeneas de ventilación u otros elementos auxiliares, o pueden ser de mayor entidad como sucede cuando por razones constructivas se utiliza el sistema de falso túnel. En este último caso, y si el sistema metro sigue el trazado de una calle, el avance de la obra va dejando fuera de servicio todos los conductos que la cruzan, lo que exige un planteamiento previo de reposición para asegurar el mantenimiento de los servicios básicos con independencia de las obras.

En el anejo de servicios afectados se describen someramente las áreas donde se producirán las afecciones, así como la filosofía general de las reposiciones, si bien no se entra en el detalle de las soluciones por no ser éste el objeto de un Estudio Informativo.

En el presente caso, todo el trazado se construye en túnel, de modo que las posibles interferencias con los servicios urbanos únicamente se localizan en aquellos lugares en que el sistema aflora a la superficie, como son:

- Bocas de acceso
- Pozos de ventilación
- Ascensor de minusválidos
- Subestación eléctrica en Rekalde

Las compañías que se ven afectadas en la reposición de servicios son las siguientes:

- Ayuntamiento de Bilbao
- Naturgas
- Telefónica
- Iberdrola

La principal afección detectada es:

- La afección que se realiza a la galería de encauzamiento del arroyo Helguera en la plaza de Rekalde, donde uno de los accesos interfiere con el trazado de aquél.

Esta y el resto de pequeñas afecciones realizadas a los servicios de las compañías anteriormente citadas, están identificados y resueltos conceptualmente en los correspondientes planos del proyecto y en el anejo de servicios afectados.

5 AFECCIONES Y EXPROPIACIONES

5.1 INTRODUCCIÓN

La realización de una obra como es un sistema metro en una trama urbana consolidada origina una serie de ocupaciones de terreno, unas veces de forma permanente y otras solamente de forma temporal durante el periodo de las obras.

En el primer caso, las ocupaciones permanentes, es preciso proceder a su adquisición bien por compra, permuta, cesión de uso o en último extremo mediante expropiación. En el caso de las ocupaciones temporales el problema es similar pues supone la cesión de propiedad y de uso durante un periodo, limitado a la duración de las obras, que conlleva una serie de inconvenientes al propietario que deberán ser objeto de negociación para definición de una indemnización.

Dada la incidencia que las ocupaciones temporales, sobre todo cuando se originan sobre parte de la calzada, tienen en el tráfico, se ha recogido este problema en el Anejo nº 12, indicando las soluciones que pueden arbitrarse en cada caso.

5.2 CRITERIOS UTILIZADOS PARA DEFINICIÓN DE LAS DISTINTAS OCUPACIONES

Las expropiaciones y mutaciones demaniales permanentes se definen exclusivamente en la superficie ocupada por las instalaciones en superficie.

El concepto de ocupación o mutación temporal con servidumbre permanente de uso corresponde con las superficies que ocupadas temporalmente son luego restituidas como suelo original, pero condicionadas por una reserva permanente de uso. Corresponde a aquellas zonas en que el desnivel entre rasante de calle o terreno natural y bóveda o cubierta de obra enterrada del Metro sea inferior a 15 m.

Esta reserva permanente de uso será también aplicada en los casos en que la bóveda del túnel, aunque haya sido realizado en perforación, sin apertura superficial del terreno, se encuentre a las profundidades indicadas anteriormente.

Las ocupaciones o mutaciones demaniales temporales sin servidumbre permanente de uso se han definido por la superficie comprendida entre las líneas situadas a 5 m de la vertical de los paramentos exteriores de las instalaciones, adecuando esta línea a la de edificación y a la circulación de vehículos y personas, por lo que en algunas zonas las superficies adoptan formas irregulares diferentes de las

resultantes de mantener exclusivamente el resguardo de 5 m a zonas ocupadas. También se han definido en aquellas zonas mínimas imprescindibles a ocupar con instalaciones auxiliares de construcción para ubicar los medios e instalaciones de obra que necesitarán los contratistas.

6 ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

De forma previa al desarrollo de este Estudio Informativo, se han analizado diversas alternativas de posibles trazados. El análisis de alternativas se ha realizado inicialmente, dividiéndolas en dos zonas:

- El tramo Moyúa-Matiko que presenta una problemática propia por el paso de la ría, con la consiguiente bajada en el techo de roca y la necesidad de subir rápidamente tras el paso de la misma para alcanzar la conexión en Matiko.
- El tramo entre Rekalde y Moyúa donde la variable principal es la disposición de la Estación de Rekalde tanto en planta como en alzado y la posición de la Estación en Moyúa.

A partir de los análisis realizados para las alternativas incluidas en el punto anterior, que no incluyen el trazado completo sino que se centran en las diferentes zonas del mismo de forma aislada, se han preparado los trazados completos para toda la actuación seleccionados por su mayor factibilidad técnica frente a las que han sido desechadas por implicar dificultades mayores de ejecución sin aportar ventajas sobre las seleccionadas. El criterio fundamental en el diseño de todas las alternativas es la posición de la nueva Estación de Moyúa, estación que será la de mayor tránsito de viajeros con diferencia con el resto, razón por la cual su optimización se ha primado sobre otros criterios.

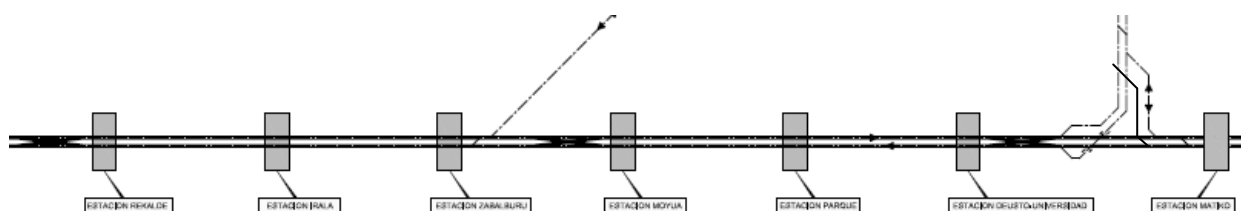
Las alternativas estudiadas y la justificación de la selección de la alternativa propuesta en este proyecto se encuentran desarrolladas en el correspondiente anejo de Análisis de Alternativas.

7 ESQUEMA FUNCIONAL

Las estaciones previstas en esta situación final son Rekalde, Irala, Zabálburu, Moyúa, Parque y Deusto; desde esta última se conectará con la línea 3 tal como se ha comentado en el párrafo anterior. La distancia total del tramo es algo superior a los 5 km, todos ellos con doble vía.

La propuesta que se presenta incluye:

- Un mango de maniobra en la cola de la Estación de Rekalde con una doble diagonal que permitirá realizar la inversión de la marcha a las unidades que llegan a esta estación término. La existencia de doble vía en este mango de maniobra permite también el apartado de una unidad en espera.
- Una doble diagonal junto a la estación de Moyúa hacia Zabálburu. La intención de ésta es permitir la explotación en vía única bien del tramo Rekalde-Moyúa o bien del tramo Moyúa-Deusto, en caso de que surja algún incidente que obligue a esta circunstancia en alguno de los tramos mencionados.
- Una doble diagonal junto a la estación de Deusto hacia Matiko. Al igual que en el caso anterior, con este aparato de vía se pretende permitir la explotación en vía única del tramo Moyúa-Deusto en caso necesario y permitirá además la inversión de la marcha de los trenes en caso de que éstos sólo estén operando entre Rekalde y Deusto, reduciendo en su caso la frecuencia de servicio en el resto de la línea.



El mantenimiento del material móvil se hará en las mismas instalaciones en las que se prevé hacer para la futura línea 3.

8 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

Los trazados objeto de estudio atraviesan un área densamente poblada y edificada lo que limita las posibilidades de investigación pero provee de un elevado número de proyectos que se han ido ejecutando y alterando las condiciones naturales del área.

La naturaleza del proyecto y el área donde se desenvuelve suponen que debemos tener en cuenta algunas premisas en relación a la información geotécnica necesaria:

1. El área de Bilbao afectada por el estudio presenta un sustrato básicamente homogéneo bajo una delgada cobertera de suelos. El sustrato presenta unas características geotécnicas aceptables que podríamos sintetizar en que se trata de una roca sedimentaria cementada de resistencia baja a media (15 a 25 Mpa con zonas de 25 a 50 Mpa) afectada por una tectónica muy importante lo que conlleva la necesidad de estudiar los efectos de los elementos estructurales más importantes.
2. Se trata de un área urbanizada, bajo el pavimento el espesor de suelos es habitualmente reducido. Los suelos habitualmente son arcillas de baja plasticidad moderadamente compresibles pero sujetos a una cierta preconsolidación. Se deben por tanto valorar los espesores significativos en las áreas donde sea previsible un actuación superficial (estaciones y accesos).

Por tanto las funciones principales del estudio geotécnico son:

1. La definición de la posición del techo de la roca.
2. La valoración de las características principales del sustrato y la influencia que pueden haber tenido los elementos estructurales principales en el material rocoso.
3. Las posibles anomalías en el espesor de la cobertera y la naturaleza de los materiales que la conforman con repercusión en la problemática geotécnica. Este último apartado se centra en las estaciones (soluciones de caverna frente a excavaciones a cielo abierto y posibles problemas que puedan afectar a la configuración de los accesos)

No obstante se debe tener en cuenta que el trabajar en un área tan densamente urbanizada implica algunas limitaciones en cuanto a la validación y extrapolación de la información geotécnica:

1. La utilidad muy limitada que presenta la realización de una cartografía geológica de superficie.
2. Los datos previos deben ser manejados con cuidado dado que las cotas relativas pueden haber sido modificadas. Las propiedades o naturaleza de los materiales pueden modificarse debido a

la sustitución del terreno, mejoras, vertidos u otros fenómenos que puedan alterar el comportamiento geotécnico de un área.

La campaña geotécnica realizada, sus resultados y conclusiones; que han servido como condicionante de diseño de toda la actuación prevista, se encuentran desarrolladas en el correspondiente anejo de geotecnia.

9 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

La Ley 3/1998, de 27 de febrero, general de protección del medio ambiente del País Vasco, establece en su artículo 41 que deberán someterse preceptivamente al correspondiente procedimiento de evaluación de impacto ambiental los planes y proyectos, bien fueran públicos o privados, que, encontrándose recogidos en el Anexo I de esta ley, se pretendan llevar a cabo en el territorio de la Comunidad Autónoma del País Vasco. En el artículo 43 se establece tres procedimientos de evaluación de impacto ambiental:

En el artículo 45 se establece que los proyectos contenidos en el Anexo I.B) deberán de incluir un estudio de Impacto Ambiental y someterse a una evaluación individualizada de impacto ambiental, quedando citado en dicho anexo la lista de obras o actividades sometidas al procedimiento de evaluación individualizada de impacto ambiental:

- B) Lista de obras o actividades sometidas al procedimiento de evaluación individualizada de impacto ambiental.

- 1.– Proyectos de infraestructura del transporte.

- 1.2.– Construcción de vías ferroviarias y de instalaciones de trasbordo intermodal y de terminales intermodales. Tranvías, metros aéreos y subterráneos, líneas suspendidas o líneas similares que sirvan exclusiva o principalmente para el transporte de pasajeros.

Este Estudio Informativo incorpora, por tanto, el Estudio de Impacto Ambiental, incluido en el correspondiente anejo.

10 PRESUPUESTO

De acuerdo con las mediciones y los precios considerados en el Documento de Presupuesto del presente proyecto, se obtienen los siguientes presupuestos:

a) Presupuesto de Ejecución Material

Capítulo	Descripción	Importe
1	Sección de línea	107.902.590,00
2	Estaciones	111.962.064,34
3	Superestructura	18.692.342,50
4	Subestación de Rekalde	2.357.200,00
5	Salidas de emergencia y ventilación 4+600	5.453.500,00
6	Ventilación	2.157.187,50
7	Protección contra incendios	482.872,50
8	Pozos de bombeo	401.500,00
9	Rampa de ataque	5.674.512,50
10	Servicios afectados	2.159.019,00
11	Gestión de residuos e integración ambiental	3.000.000,00
12	Seguridad y salud	5.206.189,45
Total presupuesto de ejecución material:		265.448.977,79

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material a la expresada cantidad de **doscientos sesenta y cinco millones cuatrocientos cuarenta y ocho mil novecientos setenta y siete euros con setenta y nueve céntimos**.

b) Presupuesto Base de Licitación:

Presupuesto de ejecución material	265.448.977,79
Gastos Generales (13%)	34.508.367,11
Beneficio Industrial (6%)	15.926.938,67
Suma	315.884.283,57
IVA (18%)	56.859.171,04
Total Presupuesto de Base de Licitación	372.743.454,61

Asciende el Presupuesto Base de Licitación a la expresada cantidad de **trescientos setenta y dos millones setecientos cuarenta y tres mil cuatrocientos cincuenta y cuatro euros con sesenta y un céntimos**.

El plazo previsto para la realización de los trabajos es de 47 meses. En el anejo de Plan de Obra se presenta una propuesta para el desarrollo de todos los trabajos dentro de este plazo global.

11 DOCUMENTOS QUE FORMAN PARTE DEL PROYECTO

El presente proyecto de

DOCUMENTO Nº 1 – MEMORIA

Anejos a la Memoria:

- 1 CARTOGRAFÍA
- 2 TRAZADO
- 3 GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
- 4 ESTRUCTURAS
- 5 TÚNELES
- 6 HIDROLOGÍA Y DRENAJE
- 7 PLAN DE OBRA
- 8 ESTACIONES
- 9 INSTALACIONES
- 10 ESTUDIO DE TRÁFICO
- 11 SERVICIOS AFECTADOS
- 12 AFECCIONES Y EXPROPIACIONES
- 13 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
- 14 SOSTENIBILIDAD
- 15 PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

DOCUMENTO Nº 2 – PLANOS

- | | |
|--------------|---|
| Plano nº 0 | Índice de planos |
| Plano nº 1 | Situación |
| Plano nº 2 | Planta general (2 hojas) |
| Plano nº 3 | Planta y perfil longitudinal (45 hojas) |
| Plano nº 4 | Secciones tipo. (2 hojas) |
| 5 | Estaciones |
| Plano nº 5.1 | Estación de Rekalde (16 hojas) |
| Plano nº 5.2 | Estación de Irala (15 hojas) |
| Plano nº 5.3 | Estación de Zabálburu (15 hojas) |
| Plano nº 5.4 | Estación de Moyúa (18 hojas) |
| Plano nº 5.5 | Estación de Parque (15 hojas) |
| Plano nº 5.6 | Estación de Deusto-Universidad (15 hojas) |
| 6 | Obras Singulares |
| Plano nº 6.1 | Rampa de Ataque de Ametzola (2 hojas) |
| Plano nº 6.2 | Obras de ventilación (2 hojas) |
| Plano nº 6.3 | Salto del carnero. Cavernas (7 hojas) |
| Plano nº 6.4 | Subestación eléctrica (5 hojas) |
| Plano nº 6.5 | Pozo de bombeo (1 hoja) |

Plano nº 6.6 Ventilación y salida de emergencia (2 hojas)

7 Servicios afectados

Plano nº 7.1 Estación de Rekalde (12 hojas)

Plano nº 7.2 Estación de Irala (12 hojas)

Plano nº 7.3 Estación de Zabálburu (12 hojas)

Plano nº 7.4 Estación de Moyúa (12 hojas)

Plano nº 7.5 Estación de Parque (12 hojas)

Plano nº 7.6 Estación de Deusto-Universidad (12 hojas)

Plano nº 7.7 Subestación eléctrica (6 hojas)

DOCUMENTO Nº 3 – PRESUPUESTO

Bilbao, Abril de 2012

El Ingeniero Autor del Proyecto

Ingeniero Director del Proyecto

Fdo: Eduardo Rivero Barquín

Fdo: Isabel Martínez García

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado Nº 17080

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos