

ANEJO Nº 14: EQUIPOS E INSTALACIONES

ÍNDICE	
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. CIRCULACIÓN DE LAS UNIDADES	1
1.1.1. Principio general	1
1.1.2. Circulación de las unidades de tranvía en los cruces viarios	1
1.2. GESTIÓN DE LOS VIAJEROS	1
1.2.1. Seguridad de los viajeros	1
1.2.2. Información de los viajeros	1
2. RED DE TRANSMISION SUELO A SUELO	2
2.1. ASPECTOS FUNCIONALES	2
2.1.1. Introducción	2
2.1.2. Necesidades funcionales	2
3. PUESTO DE MANDO CENTRALIZADO	3
3.1. ESPECIFICACIONES FUNCIONALES	3
3.1.1. Generalidades	3
3.1.2. Gestión de movimientos de los vehículos	3
3.1.3. Gestión de las relaciones con los clientes	3
3.1.4. Supervisión del telemando de energía	3
3.1.5. Videovigilancia	3
3.1.6. Gestión de las alarmas de explotación	3
4. SISTEMA DE GESTION DE TRÁFICO	3
4.1. ENTORNO OPERACIONAL	3
4.2. ASPECTOS FUNCIONALES	3
4.3. ARQUITECTURA TÉCNICA	4
4.4. PRESTACIONES – DIMENSIONADO	4
5. SISTEMA DE RADIOTELEFONO	4
6. SISTEMA DE BILLETAJE	4
6.1. AMBIENTE OPERATIVO	4
6.2. ASPECTOS FUNCIONALES	5
6.2.1. Canceladoras	5
6.2.2. Expendedoras	5
6.2.3. Arquitectura técnica - Aspectos tecnológicos	5
7. SISTEMA DE CRONOMETRÍA	5
8. SEÑALIZACION TRANVIARIA	5
8.1. GENERALIDADES-OBJETIVOS	5
8.1.1. La gestión de los itinerarios	5
8.1.2. Los acoplamientos de agujas	5
8.2. ZONAS DE MANIOBRA	5
8.2.1. Desvíos en Glorieta de Euskalduna	6
8.2.2. Doble diagonal en inmediaciones de Parada de Olabeaga	6
8.2.3. Doble diagonal de fin de línea en inmediaciones de Parada Zorrotzaurre 4	6

ÍNDICE	
8.3. EQUIPAMIENTOS	6
8.3.1. Señales	6
8.3.2. Detección de los tranvías	6
8.3.3. Automatismos	6
8.3.4. Armarios Técnicos	7
9. SEÑALIZACION VIARIA	7
9.1. ENTORNO OPERATIVO	7
9.2. CRUCES VIARIOS	7
9.3. ELEMENTOS PARA LA SEÑALIZACIÓN VIARIA PARA TRANVÍAS	7
10. LOCALES TECNICOS Y DE EXPLOTACION	8
10.1. INTRODUCCIÓN	8
10.2. BLOQUES TECNICOS DE PARADA	8
11. ELECTRIFICACIÓN	8
11.1. CATENARIA	8
11.1.1. Generalidades	8
11.1.2. Entorno operacional	8
11.1.3. Datos base	9
11.1.4. Principios de implantación	10
11.1.5. Flecha entre dos puntos de suspensión	10
11.1.6. Separación en alineamiento en planta y perfil	10
11.1.7. Descentrado	10
APÉNDICE 14.1. PLANOS	

1. INTRODUCCIÓN

El presente capítulo describe los principios generales de las instalaciones necesarias para la explotación del ramal de ampliación del tranvía a Zorrotzaurre. Describe las principales funciones de explotación que debe realizar la totalidad del sistema, constituido por los diferentes tipos de equipos de explotación relacionados a continuación.

1. Red de transmisión suelo-suelo
2. Puesto de mando centralizado
3. Sistema de gestión de tráfico
4. Sistema de radioteléfono
5. Sistema de billeteaje
6. Sistema de cronometría
7. Señalización tranviaria
8. Señalización viaria
9. Locales técnicos y de explotación
10. Electrificación (catenaria)

Para la explotación del ramal de ampliación del tranvía de Bilbao a Zorrotzaurre, objeto de este Estudio Informativo, se utilizará el Puesto de Mando Central (PMC) de la línea existente en servicio, situado en Atxuri. Por tanto, será necesaria la conexión de todos los equipos con este centro a través de la canalización multitubular paralela a la traza del tranvía.

Todos los modelos específicos descritos en el presente anejo corresponden con los actualmente instalados en la línea en servicio, por lo que deberán ser instalados en el ramal de ampliación de la línea.

1.1. CIRCULACIÓN DE LAS UNIDADES

1.1.1. Principio general

Las unidades de tranvía circularán en el nuevo ramal a Zorrotzaurre por la derecha. El modo de conducción normal es el de marcha a la vista. De este modo, es el conductor quien asegura la función de establecer una separación, es decir, que es capaz de dominar su velocidad para realizar el espaciamiento necesario con relación al tranvía precedente.

El conductor respetará en todo momento los discos de señalización viaria y tranviaria dispuestos a lo largo de toda la traza. Aunque el tranvía circule por un sitio propio, el conductor debe vigilar la intrusión de vehículos al nivel de la plataforma, y la marcha de los peatones.

La señalización tranviaria se utiliza en las principales zonas de maniobras, detectando la presencia de las unidades de tranvía a través de los circuitos de vía o en algún caso de cuenta ejes. El funcionamiento de estas zonas de maniobra estará sujeto a los enclavamientos de cada una de ellas.

1.1.2. Circulación de las unidades de tranvía en los cruces viarios

Las unidades de tranvía tienen prioridad de paso en los cruces con vehículos. Para ello se ha instalado un software en los diferentes reguladores de tráfico existentes a lo largo de la traza tranviaria en servicio y se actuará de idéntica manera en el ramal de ampliación en estudio.

Para señalar el paso de los tranvías en los cruces se utilizan discos con aspecto específico para tranvías, de paso (I) o no (-) y la señal de activación del sistema (Δ).

1.2. GESTIÓN DE LOS VIAJEROS

1.2.1. Seguridad de los viajeros

1.2.1.1. Seguridad de los viajeros en las unidades

Como complemento a los dispositivos que aseguran la seguridad activa y pasiva del material móvil, existe un dispositivo de alarma y de evacuación accesible para los viajeros en las unidades.

Además, se permite al conductor emitir mensajes destinados a los viajeros a través de la megafonía interna de las unidades.

1.2.1.2. Seguridad de los viajeros en la plataforma y en las paradas

En las paradas de tranvía se dispone de una franja longitudinal con baldosa podotáctil que permite diferenciar el final del andén hacia la vía.

Longitudinalmente a lo largo de toda la traza, se distingue la plataforma tranviaria a través de un bordillo elevado y pavimentación diferenciada que puede ser de césped, adoquín u hormigón impreso simulándolo o bien mezcla bituminosa. En este último caso se refuerza con señalización horizontal.

En los cruces con vehículos se utiliza la señalización horizontal de cebreado amarillo, además de señalización vertical (de precaución, de prohibido,...) y semáforos. Para el cruce con peatones se utiliza la señalización vertical (señales tipo P-6 activas o de aluminio) y la semaforización del cruce.

1.2.2. Información de los viajeros

La información de los viajeros tiene como objetivo presentar a los usuarios un tipo de informaciones (ej.: horario del próximo paso) en un lugar definido (ej.: en la parada, en las unidades) con la ayuda de un soporte visual.

1.2.2.1. Información en las paradas

En las paradas se dispone de un sistema de información del tranvía en el cual está disponible en tiempo real, el horario de llegada de las unidades de tranvía, incidencias, publicidad. Además se disponen carteleras fijas para otras informaciones que el explotador considere necesario aportar al viajero.

1.2.2.2. Información en las unidades

Desde el exterior de las unidades de tranvía es visible en el testero la dirección hacia la que se dirige la unidad.

En el interior de los tranvías se dispone de un teleindicador, el cual informa de la hora, temperatura, destino de la unidad, próxima parada y a la vez de mensajes prefijados.

El anuncio sonoro de la próxima parada (síntesis vocal) es emitido a partir del sistema de comunicaciones embarcado. En el interior de la unidad, mensajes sonoros pregrabados pueden ser emitidos además de mensajes escritos a través de los teleindicadores.

2. RED DE TRANSMISIÓN SUELO A SUELO

2.1. ASPECTOS FUNCIONALES

2.1.1. Introducción

En la actualidad existe un sistema de transmisión digital (SDH) que comunica todas las paradas de la línea A del tranvía, tramo: Atxuri – La Casilla con el PMC a través de un anillo de fibra óptica. A través de este transporte digital se prestan los siguientes servicios:

1. Atención al público a través de canales de telefonía.
2. Venta y cancelación de billetes, a través de la red Ethernet.
3. Sistema de información del tranvía en paradas, a través de la red Ethernet.
4. Sistema de telemando de bloques técnicos en parada, seccionadores de catenaria y energía en subestaciones, a través de enlaces de baja capacidad.
5. Señalización tranviaria, a través de enlaces de baja capacidad, aquella que tenga un enclavamiento asociado.

Las nuevas paradas que se incorporarán al nuevo ramal de ampliación a Zorrotzaurre, deberán incorporar un sistema de transmisión de datos compatible con el sistema existente y cuya capacidad vendrá determinada por los servicios a prestar en la parada, no difiriendo mucho de lo existente en el resto de la línea.

2.1.2. Necesidades funcionales

El objeto de este apartado consiste en describir el conjunto de los servicios ofrecidos por la red.

2.1.2.1. Expedición – Cancelación de billetes.

Los equipos de expedición y cancelación en paradas deberán comunicarse con el servidor del PMC para lo cual es necesario habilitar en cada parada un punto de conexión a la red Ethernet.

2.1.2.2. Sistemas de información al Tranvía

La base del sistema de información del tranvía (Sitran) es un servidor ubicado en el PMC, el cual se comunica por un lado con el sistema de gestión del tranvía (SGT), de donde obtiene la información de la posición de los tranvías, y por otro lado con las paradas, a través del sistema de transmisión digital.

Cada nueva parada deberá disponer del equipamiento mínimo necesario para garantizar esta comunicación:

1. Canal de comunicaciones Ethernet.
2. Velocidad mínima requerida: 1 Mbps

3. Terminal UDP (pantalla información y un controlador integrado de comunicaciones).

Se tendrá en cuenta que cada nueva parada implicará modificación y/o ampliación del software de gestión instalado en el PMC.

2.1.2.3. Sistemas de Telemando

Telemando en paradas

Con este sistema se consigue controlar de manera remota determinados elementos que se consideran críticos en lo que respecta a la alimentación de las paradas (interruptores generales de alimentación de la línea de 660 V, iluminación paradas...). Para poder conseguir esto es necesario:

1. Interruptores tele mandados que estén motorizados.
2. Disponer en cada parada de un canal de datos a baja velocidad en el sistema de transmisión digital.
3. Un autómata encargado de la transmisión y recepción de las señales de los elementos gobernados.
4. Un módem específico para la comunicación con dicho autómata.

En cada nueva parada a instalar se colocarán equipos compatibles con el sistema de telemando actual en la línea Atxuri – La Casilla en servicio.

Se tendrá en cuenta que cada nueva parada implicará modificación y/o ampliación del software de gestión instalado en el PMC.

Telemando Subestaciones

Integrado en la misma aplicación del PMC que el sistema de telemando de paradas se dispone de un sistema de telemando de las subestaciones que incluye:

1. Monitorización y control de las funciones principales de la subestación.
2. Monitorización y control de los seccionadores de catenaria de la línea.

Cualquier modificación / ampliación en el esquema unifilar del hilo de contacto llevará implícito una variación en la ampliación del telemando (gestión y representación gráfica).

2.1.2.4. Señalización Tranviaria

En aquellas paradas que lleven asociadas una zona de maniobra, el nodo de transmisión digital deberá incorporar una capacidad adicional de transmisión de datos de baja velocidad, configurable en función de la velocidad requerida por el sistema de señalización. En principio, serían las paradas de Olabeaga y Zorrotzaurre 4.

3. PUESTO DE MANDO CENTRALIZADO

3.1. ESPECIFICACIONES FUNCIONALES

3.1.1. Generalidades

La funcionalidad del PMC corresponde a:

1. Gestión de los movimientos de los vehículos en línea.
2. Gestión de las relaciones e información de los clientes.
3. Supervisión del sistema de energía y gestión energía de tracción.
4. Gestión de telemandos.
5. Gestión de las alarmas de explotación.
6. Recogida de los datos de explotación.

3.1.2. Gestión de movimientos de los vehículos

El objetivo de la gestión de movimientos de los vehículos en línea, es poner a disposición de los conductores y reguladores la información que necesitan para la explotación en tiempo real, y para permitirles respetar la calidad del servicio.

Las funcionalidades que deben asegurarse son:

1. La localización de los vehículos en la traza (sistema SGT).
2. El seguimiento de los adelantos/atrasos de los tranvías para dar al operador los elementos que le permitan decidir eventualmente, efectuar una maniobra de regulación (sistema SGT).
3. La comunicación con los conductores (sistema radioteléfono),
4. El mando y el control de la alimentación eléctrica tanto en las S/E y catenaria, como en los bloques técnicos en paradas.
5. Gestión de las alarmas operacionales de los telemandos.

3.1.3. Gestión de las relaciones con los clientes

Las informaciones correspondientes se describen dentro de los principios generales (apartado 1.2).

3.1.4. Supervisión del telemando de energía

El objetivo de la gestión del telemando de la energía es el de poner a disposición de los operadores las informaciones y mandos necesarios para asegurar la disponibilidad de la alimentación eléctrica.

La gestión energía a partir del PMC, permite:

1. El accionamiento y control de la distribución en media tensión.

2. El accionamiento y control de la distribución tracción (750 V).
3. Los controles de la distribución en baja tensión.
4. Iniciar las intervenciones en la red en caso de incidente.
5. Asegurar la gestión de los consumos, intervenciones y otras alarmas en los equipamientos.

La información recibida por la gestión de energía es utilizada para tener una visualización general de la totalidad de la red y una visualización detallada para cada subestación.

Como complemento a dichos equipamientos, y con el fin de permitir con seguridad el corte de la alimentación MT y el corte de la alimentación de tracción (750 V) en la línea aérea existente, se instalará en el PMC un pulsador de parada de urgencia o emergencia.

3.1.5. Videovigilancia

Desde el PMC se pueden visualizar las imágenes de las cámaras del Ayuntamiento que recogen parte de la traza tranviaria existente, ya que se ha unido mediante FO la sala de control de tráfico del ayuntamiento con el PMC de Atxuri.

La ampliación de la traza tranviaria, como se plantea en el presente Estudio Informativo, necesitará analizar la existencia o no de cámaras de Ayuntamiento a lo largo del nuevo tramo para poder incorporarlas al sistema actual.

3.1.6. Gestión de las alarmas de explotación

Los equipamientos de explotación descritos anteriormente son los instrumentos que permiten a los operadores gestionar la explotación en tiempo real con el objetivo de mantener la calidad de servicio ofrecida a los usuarios. De este modo, es importante que los operadores conozcan constantemente el estado de funcionamiento de los instrumentos que utilizan. Dichos instrumentos se refieren a tres tipos de equipamientos:

1. Equipamientos embarcados,
2. Equipamientos en línea y estaciones,
3. Equipamientos en el PMC

4. SISTEMA DE GESTIÓN DE TRÁFICO

4.1. ENTORNO OPERACIONAL

El SGT (Sistema de Gestión de Tráfico) o SAE (Sistema de Ayuda a la Explotación) es una aplicación más que dispone el operador del PMC para asistirle durante la explotación tranviaria.

4.2. ASPECTOS FUNCIONALES

El SGT está concebido como una herramienta que facilita la explotación al operador, teniendo dos tipos de funcionamiento:

1. **Programado:** permite al operador programar los servicios tranviarios de la jornada, mes, temporada.
2. **Tiempo real:** permite conocer la posición de las unidades de tranvía en todo momento, así como el intercambio de determinadas informaciones entre el PMC y las unidades móviles.

Para realizar esto ha sido necesario instalar:

1. Servidor redundante (compartido con el sistema de señalización tranviaria) instalado en el cuarto de servidores.
2. Aplicación (PC) cliente en el puesto del operador.

Adicionalmente se ha aprovechado el canal de comunicación de datos vía radio, a través del cual, se realiza el intercambio de información entre servidor y unidades móviles.

Las principales funciones realizadas por el SGT son las siguientes:

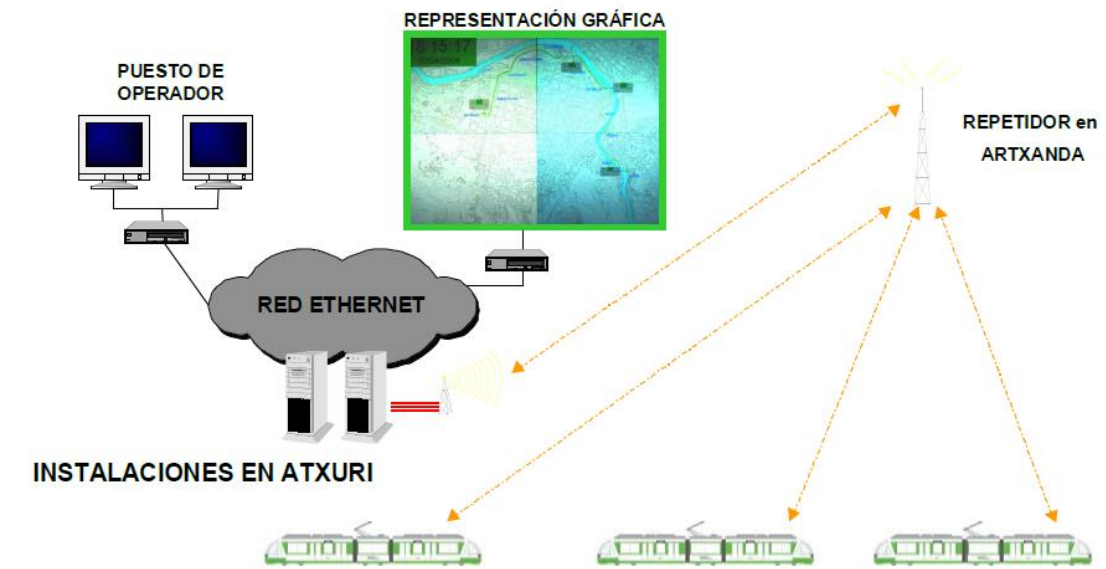
1. Localización y seguimiento de la flota.
2. Regulación de la explotación.
3. Seguimiento de adelantos-retrasos.
4. Asistencia a la puesta en servicio de maniobras de explotación.
5. Gestión de salidas.
6. Información de los viajeros.
7. Interfaz con los sistemas de radiotelefonía.

4.3. ARQUITECTURA TÉCNICA

El sistema SGT está organizado alrededor de la red de telecomunicaciones. Se distinguen principalmente tres redes:

1. El bus de comunicaciones embarcado, que conecta los equipos embarcados con el interfaz de comunicaciones.
2. La red de transmisión de datos radio, que comunican los equipos embarcados con el PMC.
3. La red local informática, que conecta el servidor SGT central con los puestos de trabajo del PCM (PC de operador).

El esquema básico es el siguiente:



Esquema básico del SGT

4.4. PRESTACIONES – DIMENSIONADO

Las modificaciones o ampliaciones de la línea en servicio implican:

1. Aparición de nuevas paradas.
2. Variación en los parámetros de explotación.

Esto justificará una modificación / ampliación de las prestaciones de la aplicación del SGT, concretamente en el apartado de cálculo que realiza el software.

5. SISTEMA DE RADIOTELEFONO

Existe una red de radiotelefonía que permite comunicar el PMC con las unidades móviles (voz y datos). Dicha red en principio dispone de cobertura en todo el área de Bilbao centro.

La ampliación de la línea, objeto del presente Estudio Informativo, no implica ninguna modificación del equipamiento fijo y/o embarcado.

De todas las formas se recomienda una comprobación de la existencia de cobertura en las nuevas zonas por las que discurrirá el trazado proyectado.

6. SISTEMA DE BILLETAJE

6.1. AMBIENTE OPERATIVO

El tipo de billete a utilizar será el mismo que el definido para la línea A, tramo La Casilla - Atxuri del tranvía de Bilbao. La ubicación de las máquinas expendedoras y canceladoras de billetes estará en cada andén, salvo que las condiciones de espacio y seguridad desaconsejen su instalación, en las cuales se dispondrá únicamente de máquinas canceladoras.

6.2. ASPECTOS FUNCIONALES

6.2.1. Canceladoras

Se instalarán 2 canceladoras por andén en cada parada. En caso de que éstas sean insuficientes se colocarán pies de canceladora para complementar a las primeras.

Las canceladoras devuelven en diferido al PMC a través del Sistema de Información Dinámico, los datos estadísticos y contables.

Por otra parte, cuando una o varias canceladoras se vea (vean) afectada (afectadas) por un defecto mayor, bien sea un « defecto técnico » o de « explotación », una alarma sintética llega en tiempo real al PMC.

6.2.2. Expendedoras

Se prevé instalar una expendedora de tamaño estándar en cada andén (dentro de los bloques técnicos) equipado de alimentación eléctrica y de una conexión a la red de telecomunicación suelo - suelo. De esta forma cada parada dispondrá de dos expendedoras.

En caso de que uno de los andenes no disponga de bloque técnico, se colocará sólo una máquina expendedora en la parada. Si sucediera que sólo haya un andén en la parada y que en este no se disponga de bloque técnico, con lo que se buscará una posible ubicación para la expendedora en un lugar resguardado y lo más cercano posible al andén.

6.2.3. Arquitectura técnica - Aspectos tecnológicos

En las paradas del tranvía, las expendedoras se conectan con la red de transmisión del tranvía, se deberá dejar prevista en este caso una arqueta de salida de servicios en las paradas para la futura conexión de los equipos.

Las canceladoras se conectarán con el PMC, a través de la red de telecomunicaciones. Los medios de transmisión puestos a disposición entre el Sistema de Información Dinámico y la red de transmisión serán utilizados por las canceladoras para los intercambios de datos con el PMC. La carga remota de las canceladoras será efectuada por el PMC a través del Sistema de Información Dinámico.

7. SISTEMA DE CRONOMETRÍA

El sistema de cronometría del ramal de ampliación a Zorrotzaurre será el mismo que el de la línea A desde Atxuri hasta La Casilla, incluyéndose en este estudio la ampliación y adaptación del mismo para el tramo objeto de este documento.

Actualmente tanto el PMC, como las unidades móviles como las paradas disponen de ésta sincronización horaria para todos sus equipos.

La ampliación de la línea proyectada en el presente Estudio no implicará modificación alguna en lo referente a la sincronización del PMC, unidades móviles o las paradas existentes. Sin embargo, la generación de nuevas paradas para la línea deberá constar de:

1. Reloj, que proporcione al menos la hora y la temperatura (para lo cual deberá disponer de una sonda de temperatura).
2. Antena, la cual permitirá sintonizar el reloj con una señal horaria FI

8. SEÑALIZACION TRANVIARIA

8.1. GENERALIDADES-OBJETIVOS

El Tranvía de Bilbao funciona según el principio de marcha a la vista. El conductor del tranvía es responsable del respeto de las distancias mínimas de seguridad respecto a los demás tranvías. Por lo tanto, se utiliza el principio de acantonamiento sólo para los tramos de vía única.

La señalización tranviaria solamente se utiliza en las zonas de maniobra automáticas donde existe un riesgo real de choque entre tranvías o de movimiento inoportuno de una aguja.

La señalización tranviaria tiene tres objetivos principales, estando los dos primeros relacionados con la seguridad:

1. La gestión de los itinerarios incompatibles para evitar los conflictos de desplazamiento entre los tranvías.
2. El acoplamiento de las agujas con el fin de evitar que se muevan bajo un tranvía.
3. La contribución a la gestión de los movimientos de los tranvías para facilitar y hacer más eficaz la explotación

8.1.1. La gestión de los itinerarios

La gestión de los itinerarios incompatibles permite evitar los conflictos siguientes entre vehículos:

1. Enfrentamientos.
2. Coincidencia en cruce.
3. Zona de destino ocupada (choque o taponamiento)
4. Gestión de vía única.

8.1.2. Los acoplamientos de agujas

Solamente se autoriza recorrer un itinerario si los aparatos de vía implicados en dicho itinerario se encuentran:

Comprobados: El acoplamiento del aparato de vía está bien realizado, con el fin de evitar cualquier riesgo de descarrilamiento.

Bloqueados: Su maniobra accidental resulta imposible mientras el tranvía recorra el aparato de vía. En efecto, el balanceo de un aparato de vía bajo un vehículo puede acarrear graves consecuencias.

8.2. ZONAS DE MANIOBRA

En todos los casos descritos a continuación nos encontramos con explotación en vía doble y marcha a la vista.

8.2.1. Desvíos en Glorieta de Euskalduna

En esta zona de maniobra se produce la doble conexión de la red tranviaria existente (tramo comprendido entre las paradas de Atxuri y La Casilla, incluida la modificación de trazado prevista en la rotonda de Euskalduna) con el nuevo ramal de ampliación de la red tranviaria a Zorrotzaurre.

Así, los movimientos permitidos por la infraestructura diseñada en la rotonda de Euskalduna en este documento son los siguientes:

PROCEDENCIA CIRCULACIÓN	DESTINO CIRCULACIÓN
BOLUETA / ATXURI	BASURTO / LA CASILLA
BOLUETA / ATXURI	ZORROTZAURRE
LA CASILLA / BASURTO	ATXURI / BOLUETA
LA CASILLA / BASURTO	ZORROTZAURRE
ZORROTZAURRE	ATXURI / BOLUETA
ZORROTZAURRE	BASURTO / LA CASILLA

8.2.2. Doble diagonal en inmediaciones de Parada de Olabeaga

En esta zona de maniobra se realizará el cambio de vía para el cambio de sentido de circulación de los tranvías, en el caso de que la actuación completa de implantación del tranvía en Zorrotzaurre se realice en dos fases temporales distintas. La primera de ellas sería desde la glorieta de Euskalduna a Parada de Olabeaga y la segunda desde ésta a fin de línea en Zorrotzaurre.

Por otro lado, la doble diagonal permite la banalización del nuevo tramo en estudio, facilitando la explotación del mismo.

Los movimientos posibles que se generan serían los correspondientes a fin de línea:

- Cambio sentido de circulación de procedencia glorieta Euskalduna a destino glorieta Euskalduna (dirección Atxuri o dirección La Casilla)
- Cambio de sentido de circulación de procedencia Zorrotzaurre a destino Zorrotzaurre

8.2.3. Doble diagonal de fin de línea en inmediaciones de Parada Zorrotzaurre 4

En esta zona de maniobra se realizará el cambio de vía para el cambio de sentido de circulación de los tranvías en fin de línea.

El movimiento que se genera es el correspondiente a fin de línea:

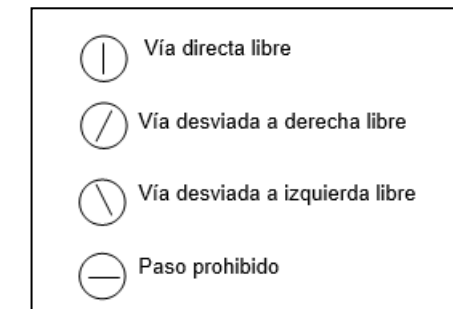
- Cambio sentido de circulación de procedencia glorieta Euskalduna a destino glorieta Euskalduna (dirección Atxuri)

8.3. EQUIPAMIENTOS

8.3.1. Señales

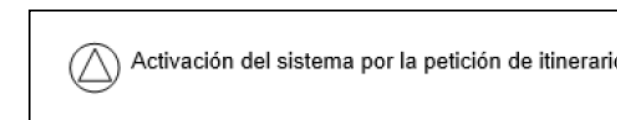
Se prevé la colocación para la señalización tranviaria de semáforos con uno o dos discos de leds. Estos tienen los siguientes aspectos, dentro de una orla de leds:

Disco superior



Disco superior tranviario

Disco inferior



Disco inferior tranviario

8.3.2. Detección de los tranvías

La detección de los tranvías se realiza a través de circuitos de vía, los cuales son de longitud inferior a 12 metros (los utilizados en las zonas de maniobra en uso actual son de 9 y 3 metros).

Para posicionar el PK exacto de las unidades móviles se utilizan balizas de posicionamiento (en la entrevista) y como ya se ha comentado antes también se disponen de balizas de petición de itinerario siempre que se disponga de agujas motorizadas.

Se prevé la implementación de la cuarta espira en la rotonda Euskalduna para proporcionar a la circulación tranviaria prioridad semafórica respecto al tráfico rodado en el ámbito la citada rotonda.

Principio de ocupación de zona:

Una vez que se ocupa un circuito de vía (CV) queda ocupado toda la zona de maniobra asociada a este CV, desocupándose una vez que se haya ocupado y desocupado el CV de salida de la zona de maniobra o cantón.

8.3.3. Automatismos

En cada zona de maniobras se coloca un autómatas, con unos relés de mando auxiliares, consiguiendo una transmisión segura. Este autómatas asegura, entre otras, la realización de las siguientes funciones sin carácter de seguridad:

1. Recepción de las órdenes de telemando de itinerario.
2. Seguimiento de los movimientos.
3. Lanzamiento de los movimientos de agujas.
4. Tratamiento y memorización de fallos de funcionamiento.

El tratamiento de las funciones de seguridad queda asegurado por relés de seguridad, en concreto para las siguientes funciones:

1. Acoplamiento de agujas.
2. Acoplamiento de itinerarios.
3. Función de control de paso.
4. Orden de apertura de las señales.

8.3.4. Armarios Técnicos

Todos los equipos necesarios para la señalización tranviaria quedarán integrados dentro de los bloques técnicos, siendo en algún caso necesario colocar armarios de línea (con tamaño igual a los armarios utilizados para los reguladores de tráfico) cercanos a los elementos de vía.

9. SEÑALIZACIÓN VIARIA

9.1. ENTORNO OPERATIVO

La traza tranviaria discurre en su totalidad en zona urbana, lo que provoca una interacción tranvía – vehículo– peatón importante, la cual se encuentra regulada para poder dotar a todos estos cruces de prioridad de paso para el tranvía. Para conseguir este objetivo se debe instalar un software en cada uno de los reguladores de los cruces que se ven afectados por el paso del tranvía.

Los objetivos perseguidos a través de esta prioridad de paso son:

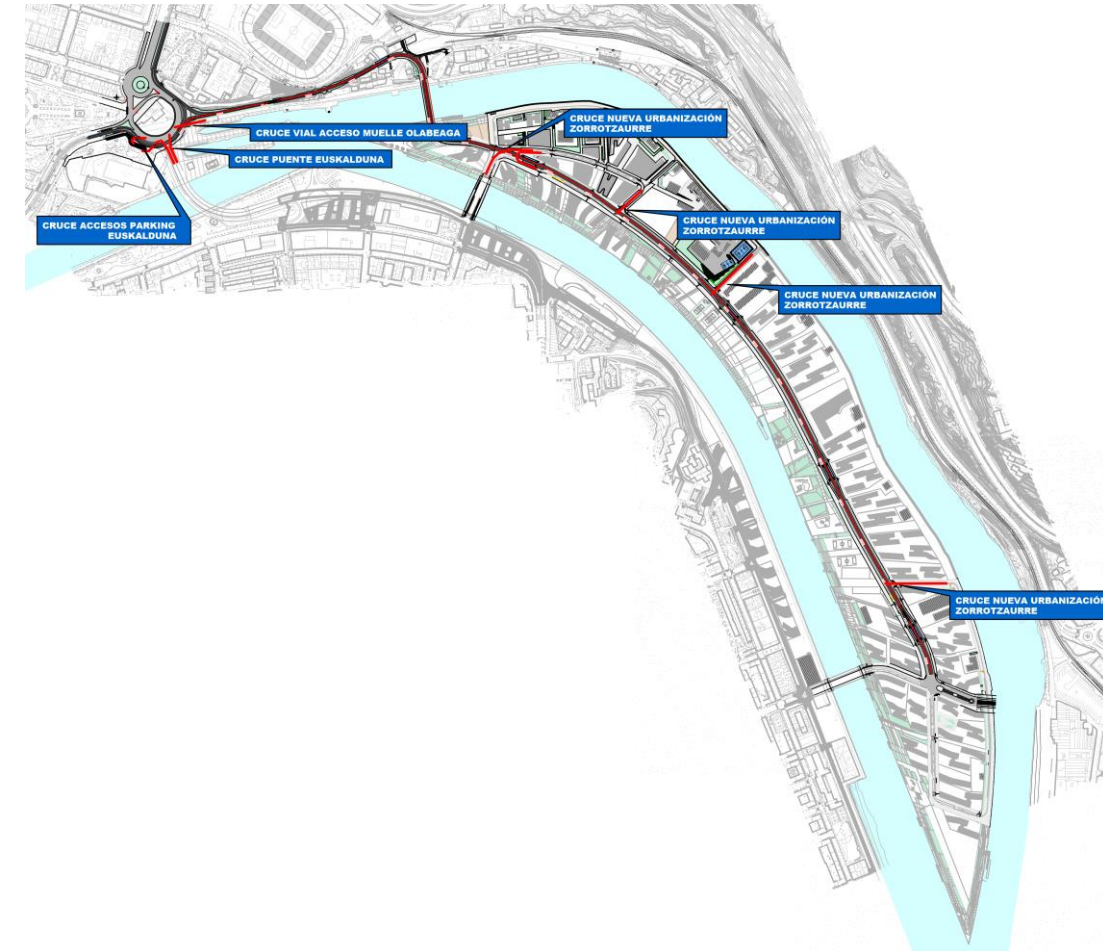
1. Asegurar una velocidad comercial máxima (unos 18-20 Km/h).
2. Garantizar la regularidad de los horarios de paso en las paradas (cada 10 minutos).
3. Respetar la comodidad de los pasajeros minimizando el número de secuencias parada/arranque.
4. Mínima afección al tráfico (inclusión de la cuarta espira).

9.2. CRUCES VIARIOS

Los cruces viarios considerados en este Estudio Informativo son un total de 7 y se citan a continuación:

1. Cruce con entrada y salida del aparcamiento subterráneo del Palacio Euskalduna
2. Cruce con acceso al puente Euskalduna

3. Cruce con el vial de acceso al Muelle de Olabeaga
4. Cuatro cruces con la urbanización prevista en la futura isla de Zorrotzaurre

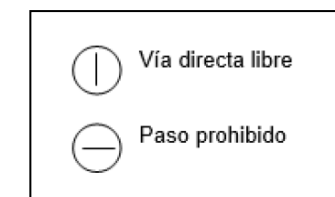


Situación de cruces viarios

9.3. ELEMENTOS PARA LA SEÑALIZACIÓN VIARIA PARA TRANVÍAS

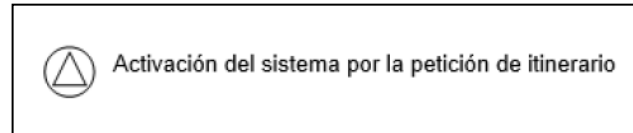
En cada cruce se disponen de unos discos para regular el paso del tranvía en los cruces con vehículos. El aspecto de los mismos es similar al de los discos tranviarios, a excepción de la orla de leds de la cual se omite en éstos. De esta manera tenemos que:

Disco superior



Disco superior señalización viaria

Disco inferior



Disco inferior señalización viaria

Los equipamientos de cada cruce comprenden principalmente:

1. El regulador de tráfico (propio para cada cruce).
2. Detectores de posición.
3. Los semáforos de señalización.

La unión entre regulador y los diferentes elementos de campo asociados al mismo se unen a través de cables por la propia canalización multitubular de la plataforma tranviaria.

La unión entre los cruces que se ven afectados por el paso de tranvía se realiza a través de cable, también por la canalización multitubular de la plataforma tranviaria.

10. LOCALES TÉCNICOS Y DE EXPLOTACION

10.1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen varias zonas cuyo uso es el de albergar el equipamiento técnico necesario para la explotación de la línea A del tranvía, Atxuri – La Casilla, hoy en servicio. Éstos son los siguientes:

1. Cuarto técnico en Atxuri: en este espacio se encuentran instalados y montados los servidores y equipamiento necesario, no sólo de comunicaciones, sino de telemando, señalización viaria y tranviaria, sistema de información del tranvía, SGT.... Aquí se incluyen usos no sólo tranviarios sino también ferroviarios.
2. Bloques técnicos en parada: albergan equipamiento de parada.

Cualquier ampliación de la línea no supone una modificación adicional de los elementos instalados en el cuarto técnico, salvo los indicados en los sistemas mencionados hasta el momento (modificaciones de software y/o hardware). Sin embargo, no sucede lo mismo cada vez que se incluye una nueva parada, ya que en cada una se deberá incluir un espacio reservado a albergar el equipamiento a instalar en la parada.

10.2. BLOQUES TÉCNICOS DE PARADA

El diseño de los bloques técnicos a instalar en las paradas se ve totalmente limitado por el espacio necesario para la ubicación de todo el equipamiento a colocar en dichas paradas.

La forma final de estos bloques consiste en un prisma rectangular de acero inoxidable que queda ubicado dentro de la marquesina de la parada y en la parte superior un tótem para albergar el reloj de la parada (también se incluye aquí el transformador en uno de los bloques de cada parada).

A continuación, se enumeran los elementos que debe albergar en una parada:

1. Equipos de comunicaciones
2. Transformador de 660 Vac a 400 Vac
3. Interruptores de protección eléctrica de la acometida y del resto de equipos.
4. Elementos para la expendición y validación de billetes.
5. Reloj
6. Equipos de señalización tranviaria (en caso de tener una zona de maniobra asociado).
7. Elementos para el telemando del aparellaje eléctrico.

11. ELECTRIFICACIÓN

11.1. CATENARIA

El presente apartado tiene como objeto describir las líneas aéreas de contacto necesarias para la captura de la energía de tracción por el pantógrafo de las unidades del tranvía.

11.1.1. Generalidades

La catenaria sirve para transportar la energía desde los puestos rectificadores hasta las unidades y asegurar el intercambio de potencia entre unidades durante los frenazos eléctricos. El interfaz con el material rodante se realiza a nivel de contacto entre el pantógrafo y el hilo de contacto.

Para asegurar un buen funcionamiento de la instalación el contacto debe ser permanente. Esto implica un cierto número de restricciones sobre el pantógrafo y sobre la catenaria.

Para el pantógrafo, los valores importantes son:

1. Las alturas de captura mínima y máxima.
2. La presión de contacto ejercitada sobre el hilo.
3. Las dimensiones útiles de la banda de frotamiento de la ballesta.
4. La corriente máxima absorbida o restituida por la unidad.

Para cada línea de contacto los valores importantes son:

1. La velocidad máxima de paso de la unidad.
2. La flecha de los hilos entre dos puntos de suspensión.
3. La variación de altura del hilo de contacto entre 2 puntos de suspensión.
4. Los desvíos del hilo respecto al eje de la vía.

11.1.2. Entorno operacional

Con el material rodante:

La altura del hilo de contacto con respecto al plano de rodadura, compatible con los límites de captura de un material rodante estándar, está comprendida entre 3.60 m y 6.50 m. El hilo está desalineado para repartir el desgaste de la banda de frotamiento de la ballesta del pantógrafo y debe mantenerse dentro de los límites de desplazamiento horizontal de este último en curva.

Con la alimentación en energía de tracción:

La tensión nominal de la red es de 750 V continua con variaciones admisibles comprendidas entre 500 V y 900 V.

Vías férreas:

La separación máxima de los carriles entre caras activas es de 1,000 mm. La distancia entre los ejes de las vías en línea recta es de 2.85 m como mínimo (soportes laterales).

Alimentación:

La energía de tracción en la línea actualmente es proporcionada por los puestos rectificadores de las subestaciones en servicio del Muelle Siervas de Jesús y de Euskalduna.

La previsión de circulación simultánea de vehículos en el tramo de ampliación será como máximo de dos realizando uno el recorrido ida hacia Zorrotzaurre y otro de vuelta hacia rotonda de Euskalduna. Por lo tanto, a efectos de cálculo de la energía de tracción requerida para la alimentación de unidades en el tramo de ampliación del tranvía se considerará como máximo los dos tranvías indicados.

El material móvil de CAF utilizado para prestar el servicio tranviario presenta potencia media de 300 kW, por lo que la potencia demanda estimada para este nuevo trazado del ramal de ampliación a Zorrotzaurre será de 600 kW aproximadamente.

Para atender las nuevas potencias demandadas, así como posibles situaciones de servicio en condiciones degradadas de las subestaciones de tracción existentes, o bien posibles aumentos de frecuencias y circulaciones por extensión de la red tranviaria, se prevé la instalación de una nueva subestación de tracción adicional, que alimentará, junto a las mencionadas, el ramal de ampliación del tranvía en la isla de Zorrotzaurre. Esta nueva subestación se prevé esté ubicada en la isla de Zorrotzaurre.

Condiciones climáticas:

El rango de temperatura a tener en consideración para la catenaria de contacto es de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

11.1.3. Datos base

Las dificultades habituales asociadas a la colocación de un conducto descubierto en la ciudad son:

Puesta fuera de alcance:

En los lugares en los que pueda haber personas, las partes activas deben estar fuera del alcance de las mismas.

Esta puesta fuera de alcance puede ser realizada mediante el simple alejamiento, o mediante la interposición de obstáculos eficaces, o mediante aislamiento.

Distancia de separación:

La distancia mínima "D" (m) a respetar entre los hilos conductores descubiertos o partes descubiertas de una obra de tensión nominal "U" (kV) y el suelo o una instalación cualquiera es igual a la suma:

- De una distancia "b" (m) llamada « distancia de base ».
- De una distancia "t" (m) llamada « distancia de tensión ».

$t = 0.0075 \times U = 0.0075 \times 0.750 \text{ kVcc} = 0.005625 \text{ m}$. Siendo $< 0.1 \text{ m}$, t no se tiene en cuenta.

Resistencia mecánica de las obras:

Las presiones debidas al viento para las líneas aéreas BT son las de las líneas AT, multiplicadas por 0.75.

Distancia sobre el suelo:

La distancia de base sobre el suelo para los hilos conductores descubiertos: $b = 6 \text{ m}$.

En los cruces o en los desplomes de los itinerarios de carretera designados para ser adaptados a los transportes de gran altura la distancia "b" no debe ser inferior a la altura máxima "h" (en metros) de la carga admitida para el itinerario, aumentada en 1 metro, es decir $b = h + 1 \text{ m}$.

Protección contra los contactos indirectos sobre las redes BT:

Para que el material no conlleve masa, debe tener un aislamiento doble o estar reforzado por construcción o por instalación.

Proximidad a los edificios:

La distancia de base de los hilos conductores descubiertos de las líneas aéreas BT de cara a los edificios es:

- $b = 1 \text{ m}$, respecto a los planos verticales de las fachadas.
- $b = 2 \text{ m}$, respecto a los tejados con pendiente inferior a 1/1.

Línea eléctrica aérea BT y línea de telecomunicaciones sobre soportes comunes:

La distancia de base entre una línea eléctrica aérea BT con conductores descubiertos y una línea de telecomunicaciones sobre soportes comunes es de 0.75 metros; sobre los soportes, la diferencia de nivel entre los hilos conductores de las dos líneas debe ser por lo menos de 1 metro.

Los conductores eléctricos están situados en un nivel superior al de los hilos de telecomunicaciones. Aparatos de alumbrado situados sobre soportes de líneas eléctricas aéreas:

Los aparatos eléctricos y sus accesorios, cuando están situados sobre soportes de líneas eléctricas aéreas BT con hilos descubiertos, deben situarse al menos a 1 metro de esos conductores.

Las principales implicaciones prácticas de cara a la seguridad son las siguientes:

- Doble aislamiento, o aislamiento reforzado, del material utilizado para el armamento.

- Puesta a tierra de los postes y pórticos.
- Colocación sobre los hilos de contactos que pasan bajo las obras accesibles a las personas, de obstáculos horizontales eficaces ("canaletas" o placas en material aislante) si la puesta fuera de alcance por alejamiento no puede ser realizada.
- Colocación de obstáculos verticales eficaces entre los hilos de contacto y los edificios accesibles por las personas, si la puesta fuera de alcance por alejamiento no puede ser realizada.
- Colocación de paneles reglamentarios indicando la limitación de altura bajo los hilos de contacto y la presencia de tensión, en un lado y otro de las obras y de los cruces cuando la distancia de base por encima del suelo ($b = 6 \text{ m}$ o $b = h + 1 \text{ m}$) no puede ser obtenida.

Normas

Tanto las normas españolas como las europeas referentes a las instalaciones eléctricas y las a los distintos subconjuntos que intervienen en la constitución de líneas: postes, consolas, tirantes de fijación, hilos de contacto, etc., constituyen los datos de base para la realización y explotación de las líneas aéreas.

11.1.4. Principios de implantación

11.1.5. Flecha entre dos puntos de suspensión

La velocidad de paso de la unidad y la presión del pantógrafo permiten calcular la flecha máxima de los hilos para conservar un contacto correcto.

Para un tranvía cuya velocidad máxima es del orden de 60 Km/h, para conservar un buen contacto entre los hilos y el pantógrafo, el valor máximo de la flecha no debe sobrepasar los 30 cm.

11.1.6. Separación en alineamiento en planta y perfil

La flecha se utiliza para calcular la separación máxima en alineamiento entre 2 puntos en suspensión mediante la relación:

$$a^2 = 8 \times T \times f / p$$

f = flecha (en m)

p = masa lineal del hilo de contacto (kg/m)

a = separación (en m)

T = tensión mecánica (en daN) del hilo de contacto.

Para una línea regularizada, T es igual al esfuerzo ejercido por los contrapesos para el rango de temperaturas definido.

Para una línea no regularizada o parcialmente regularizada, la tensión se calcula en función del rango de temperaturas y de la ecuación de cambios de estado del hilo.

El valor máximo de separación puede ser reducido si otras restricciones del proyecto son más restrictivas (trazado en curva, falta de alumbrado público si el soporte no es común,...).

11.1.7. Descentrado

En alineamiento, para evitar un desgaste localizado de la banda de frotamiento de la arcada del pantógrafo, el hilo de contacto puede ser descentrado en cada soporte o cada 2 soportes alternativamente de un lado y del otro del eje de la vía.

El valor del descentrado se determina en función de las características del pantógrafo (anchura de la banda de frotamiento, balanceo) y de la unidad (balanceo). Un valor típico máximo es $+ 0 - 20 \text{ cm}$ en relación con el eje de la vía.

La elección del descentrado en cada soporte o cada 2 soportes se realiza teniendo en cuenta el tipo de línea y la exposición al viento. En las curvas, los puntos de enganche son enviados hacia el exterior de la curva. Los valores de las separaciones y el descentrado en el medio de la separación son función de las características del material rodante.

11.1.7.1. Separaciones en curva vistas sobre plano

En las curvas, la separación está igualmente limitada por el descentrado máximo del hilo.

Con los valores de descentrado indicados anteriormente las separaciones máximas entre postes de catenaria, en función del radio de la curva (dados a título de ejemplo) son los siguientes:

SEPARACIÓN ENTRE POSTES DE CATENARIA EN FUNCIÓN DEL RADIO DE LA CURVA DE UBICACIÓN	
RADIO "R" (m)	SEPARACIÓN "a" (m)
25	8.95
30	9.80
40	11.30
50	12.65
70	15.00
100	17.90
200	25.30
300	31.00
400	35.80
500	40.00
600	43.80
700	47.30
800	50.60

SEPARACIÓN ENTRE POSTES DE CATENARIA EN FUNCIÓN DEL RADIO DE LA CURVA DE UBICACIÓN	
RADIO "R" (m)	SEPARACIÓN "a" (m)
900	53.70

A la salida de la curva, la variación de la separación se realiza en progresión geométrica a razón de 1,5.

- $a_n = a_{n-1} \times 1.5$.
- $a_{n+1} = a_n \times 1.5$

hasta alcanzar la separación máxima si la longitud del alineamiento recto lo permite.

11.1.7.2. Desnivel en el hilo de contacto entre soportes

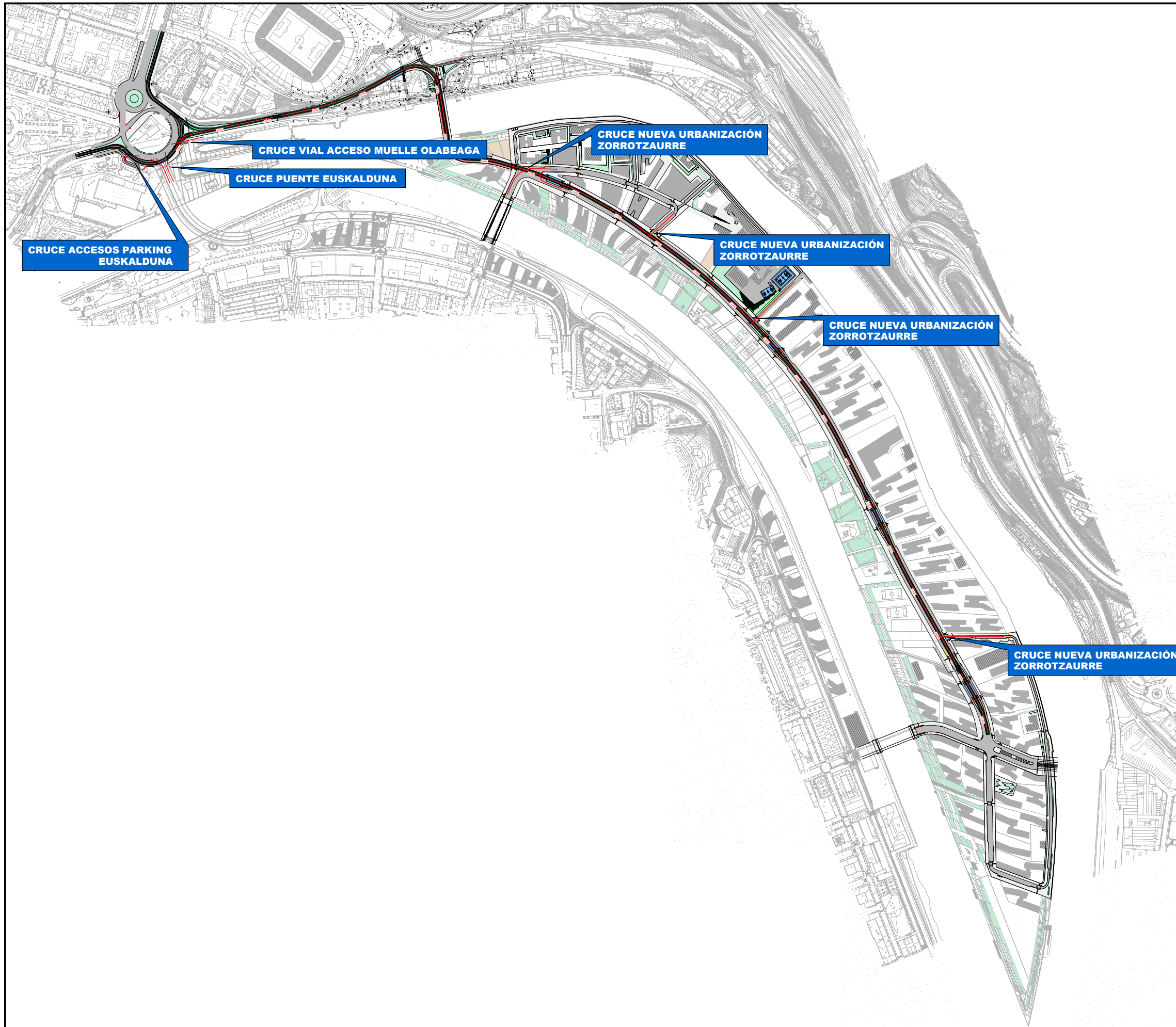
Es preferible que la altura del hilo de contacto por encima del raíl (o de la carretera) sea la misma en cada soporte.

Si, debido a condiciones locales (paso bajo obras, etc.), una variación de altura se impone, hay que realizarla con una pendiente tanto más pequeña cuanto más importante sea la velocidad del material rodante y, en cualquier caso, no se deben sobrepasar los valores indicados en la tabla siguiente, en función de la velocidad.


Se recomienda interponer, al comienzo y al final, una separación de transición que tenga una pendiente media.

DESNIVEL EN HILO DE CONTACTO ENTRE POSTES DE SUJECIÓN CONTIGUOS	
VELOCIDAD (Km/h)	PENDIENTE MÁXIMA (%)
10	4
30	2
60	1

APÉNDICE 14.1. PLANOS



OHARRAK :
NOTAS :

REV.	CLASE DE MODIFICACION	FECHA	NOMBRE	COMP.	OBRA
BERRIKUSPENAK / REVISIONES					
AHOLKULARIA / CONSULTOR			INGENIARI EGILEA INGENIERO AUTOR		
					
AHOLKULARIAREN ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR			ERREFERENTZIA REFERENCIA		
FM2125-ALTZA-EI-AX-14-PL-CRUCES-VARIOS-002					

