

**INFORME DE VIABILIDAD DEL RAMAL
DE LAS DELICIAS DEL TRANVÍA DE ZARAGOZA
MEMORIA**

Índice

<p>1. Introducción..... 2</p> <p>2. Descripción del ramal Coso-Enlaces..... 3</p> <p>2.1. Integración urbana 3</p> <p>2.1.1. Calle del Conde de Aranda 4</p> <p>2.1.2. Propuesta de integración urbana 4</p> <p>2.1.3. Avenida de Madrid 6</p> <p>2.1.3.1. Subtramo 1: María Agustín - Avenida de Navarra 6</p> <p>2.1.3.2. Un punto clave 7</p> <p>2.1.3.3. Subtramo 2: Avenida de Navarra – Los Enlaces..... 8</p> <p>2.1.4. Integración de paradas 8</p> <p>2.1.5. Integración de los aparatos de vía 10</p> <p>2.2. Integración del ramal con la Línea existente 11</p> <p>2.2.1. Material Móvil..... 11</p> <p>2.2.2. Talleres y Cocheras..... 11</p> <p>2.2.3. Conexión con el Coso 11</p> <p>2.2.4. Conexión Conde de Aranda con Coso y con la Avenida César Augusto 11</p> <p>2.2.5. Alimentación de Energía 11</p> <p>2.2.6. Centralización de los sistemas en PCC 11</p> <p>2.2.7. Mantenimiento 12</p> <p>2.2.8. Operación..... 12</p> <p>3. Trazado 12</p>	<p>4. Aparatos de Vía 13</p> <p>4.1. Aparatos de media vuelta en Parada Enlaces 13</p> <p>4.2. Aparato de media vuelta en Cesar Augusto..... 13</p> <p>4.3. Aparato de media vuelta entre Navarra y Plaza Huesca 13</p> <p>4.4. Aparato de media vuelta entre Navarra y Portillo..... 13</p> <p>4.5. Aparatos de conexión del ramal con la Línea 1 14</p> <p>5. Paradas 14</p> <p>5.1. Parada César Augusto..... 14</p> <p>5.2. Parada Mayoral 14</p> <p>5.3. Parada Portillo 14</p> <p>5.4. Parada Navarra 14</p> <p>5.5. Parada Plaza de Huesca 15</p> <p>5.6. Parada Rioja 15</p> <p>5.7. Parada Enlaces 15</p> <p>6. Demanda prevista..... 15</p> <p>7. Criterios de operación 16</p> <p>7.1. Características básicas de la infraestructura 16</p> <p>7.2. Plan de operación..... 16</p> <p>7.3. Organización / Gestión de la operación 17</p> <p>7.4. Sistemas de explotación..... 17</p> <p>8. Electrificación 17</p> <p>9. Captación de energía para el tranvía 18</p> <p>9.1. Catenaria “tipo Trolley” 18</p>
--	---

9.2.	Sistema de captación por tercer carril.....	19.
9.3.	Sistema de captación por catenaria rígida	20.
10.	Sistemas	21.
10.1.	Semaforización viaria	21.
10.2.	Señalización ferroviaria y Frenado Automático Puntual.....	22.
10.3.	Sistema SAE.....	22.
10.4.	Sistema información a viajeros	22.
10.5.	Red de comunicaciones.....	22.
10.6.	Billeteaje	23.
10.7.	Radio.....	23.
11.	Afección a la explotación durante la fase de Obras	24.
11.1.	Métodos para instalación de los aparatos de vía sobre una línea en explotación	24
11.2.	Descripción de la solución propuesta	24.
12.	Servicios Afectados	27.
12.1.	Saneamiento	27.
12.2.	Distribución	27.

RAMAL DE LAS DELICIAS DE LA LINEA 1 DEL TRANVÍA DE ZARAGOZA

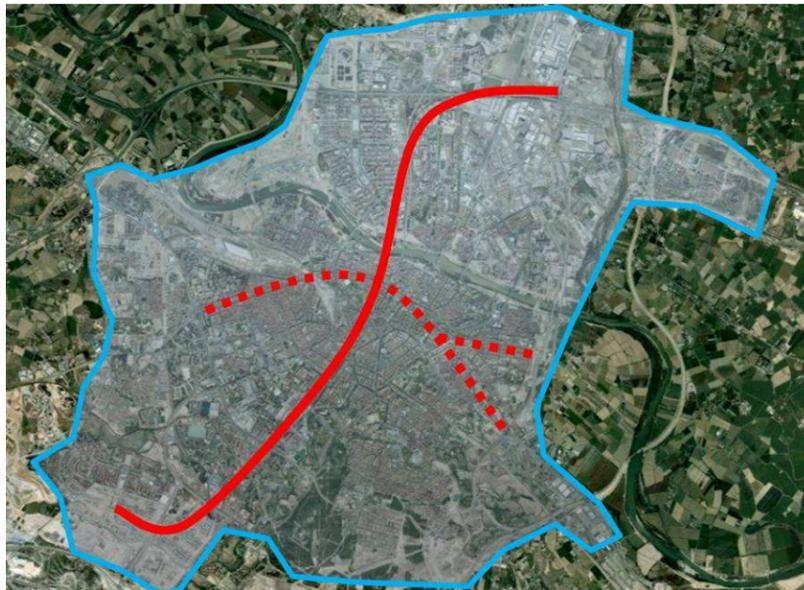
COSO-ENLACES

Este documento tiene como objeto informar sobre las posibilidades que podría ofrecer un nuevo ramal de tranvía al barrio de las Delicias, en el entorno urbano comprendido entre la calle del Coso y la glorieta de Los Enlaces.

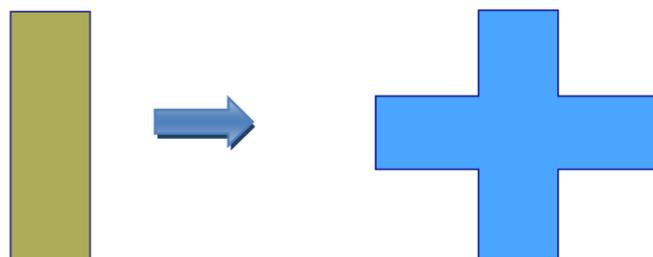
1. Introducción

La línea 1 del tranvía de Zaragoza ha supuesto la transformación de la red de transporte de la ciudad, y más sensiblemente en el eje Norte Sur.

Dada la configuración de la ciudad, se propone que dicha red se amplíe asemejándose sensiblemente a la forma de una cruz, mediante la introducción de un eje Este -Oeste transversal a al eje Norte Sur.



Esquema de red tranviario propuesto para Zaragoza, formado por la línea de tranvía existente (rojo) y la ampliación propuesta (rojo discontinuo)



Transformación de la configuración tranviaria de línea a red

El ramal situado en la zona Oeste, toma como eje la calle del Coso, en dirección hacia la calle Conde Aranda y avenida de Madrid, finalizando en la glorieta de Enlaces.

Para el eje situado al Este, se plantea con una bifurcación en dos ramales disponiéndose en forma de letra y griega, y tomando las calles Miguel Servet y Compromiso de Caspe hasta el encuentro de ambas con la Ronda de la hispanidad, donde se sitúan sendas terminales.

2. Descripción del ramal Coso-Enlaces

El análisis de la ampliación de la red de tranvía se realiza en este documento sobre el ramal occidental, que cubre el espacio situado entre:

- La calle del Coso, en el entorno de la conexión con la nueva línea
- La glorieta de Los Enlaces, donde finaliza la avenida de Madrid

Para ello, el trazado discurre únicamente por dos vías: la calle del Conde de Aranda y seguidamente la avenida de Madrid.



Recorrido del ramal Coso-Enlaces del Tranvía de Zaragoza

2.1. Integración urbana

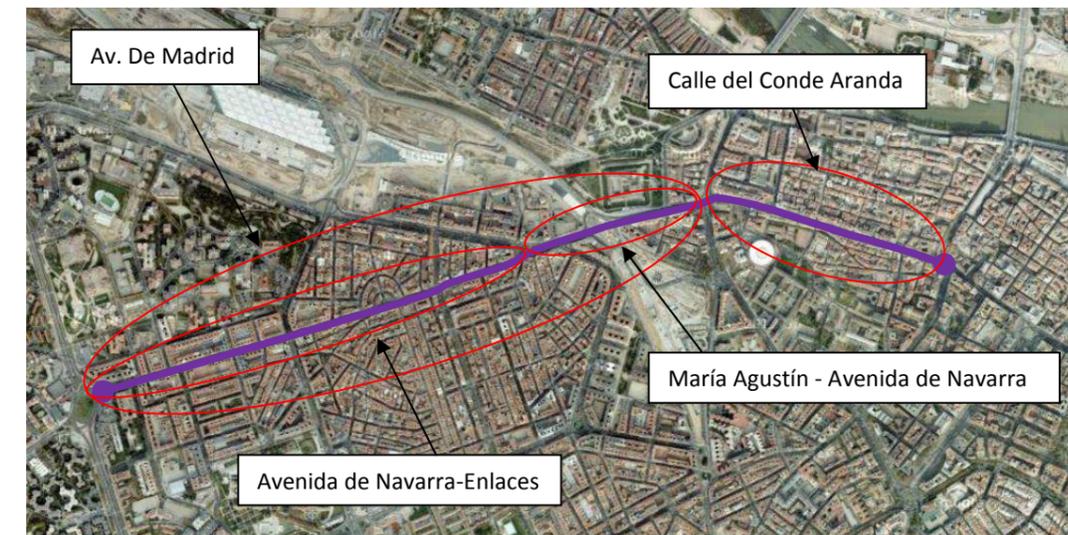
Las vías por las que discurriría el ramal se constituyen como entornos urbanos de considerable uniformidad, que permiten mostrar actuaciones tipo que podrían ser aplicadas en la mayor parte del trazado, salvando singularidades a ser resueltas particularmente como la inserción de paradas, el paso de cruces y otros puntos singulares.



Franqueo de un cruce en forma de glorieta. Metro Ligero de Madrid.

Cabe destacar el carácter suave del trazado, por lo que se prevé una minimización de problemas de inserción en términos de sinuosas trayectorias o elevadas pendientes, que son habitualmente motivo de complejos diseños para asegurar la viabilidad de proyectos tranviarios.

A continuación se procede a realizar un primer análisis de los principales espacios atravesados.



2.1.1. Calle del Conde de Aranda

La característica fundamental de esta vía en su estado actual y desde el punto de vista del diseño es la uniformidad del paisaje creado a su través, pues se trata de una calle recta y con un ancho sensiblemente uniforme, que se ve incrementado únicamente en el entorno de la Plaza del Portillo.

De esta forma, hay en la actualidad un ancho de 20 m a la largo de toda la calle, desde su inicio en conexión con la calle del Coso. Este espacio se distribuye del siguiente modo:

- Aceras laterales de aproximadamente 4 m (contiene algunos árboles y luminarias)
- Dos carriles en sentido salida del centro de 3,25 m
- Un carril en sentido centro de 3,50 m
- Una mediana de separación de sentidos de circulación ajardinada de 1,50m.



Imagen ilustrativa de la situación existente en sentido salida del centro urbano.

Fuente: StreetView de GoogleMaps.

En el entorno de la Plaza del Portillo, por ser un espacio más abierto, existe mayor amplitud y se introduce un carril adicional en sentido salida del centro urbano.



Imagen ilustrativa de la situación existente en sentido salida del centro urbano.

Fuente: StreetView de GoogleMaps.

2.1.2. Propuesta de integración urbana

En este caso, el factor de espacio disponible se eleva como fundamental a la hora de realizar una propuesta. Se busca ganar espacio para los peatones, conseguir el espacio necesario para el tranvía y asegurar un mínimo espacio vehicular. Por estas razones, se propone la introducción de la plataforma del tranvía en el lado sur del vial. De esta manera, en la margen norte podría introducirse un carril de servicio en sentido salida del centro urbano, de acuerdo con una movilidad que favoreciese el acceso al centro en transporte público.

Es importante recalcar que no debe entenderse el carril de servicio como ideado para soportar un tráfico de tránsito, sino como un instrumento de tráfico necesariamente limitado al servicio del acceso cotidiano de los vecinos a sus viviendas o de los proveedores de servicios a los negocios existentes en la zona (vehículos de emergencia, carga/descarga, viviendas, mudanzas, etc.)

El carril de circulación estaría separado de la plataforma por una pieza delimitadora al mismo nivel que carril y plataforma. En otras palabras, tanto el tranvía como los vehículos circularían a velocidades reducidas beneficiándose de ello los modos blandos (peatón y ciclista).

Los vehículos podrían circular sobre la plataforma en determinados giros que les serían permitidos, siempre bajo el respeto de la señalización adecuada y de la propia cautela en el paso del tranvía. En caso de emergencia o en determinadas condiciones (vehículo averiado en el carril de servicio, acceso a parking de residentes en margen sur), se permitiría el acceso de vehículos a la plataforma.

Aún con la separación física de plataforma y vial en términos funcionales, se quiere establecer la concepción de una **plataforma compartida**, definida por un mínimo nivel de segregación de ésta con respecto a otros usuarios, lo que favorecería la permeabilidad cuando no pasara el tranvía. La plataforma compartida constituiría un beneficio para todos los usuarios al igualarlos en tratamiento, si bien implicaría una pérdida de velocidad comercial del tranvía.



Vial de servicio anexo a la plataforma en El Coso (Línea 1)

En cuanto a los peatones, se prevé mantener el ancho de las aceras, aunque con la pacificación del entorno que el tranvía proveería a su paso, gozando de un entorno mucho más amigable.



Vida cotidiana en el entorno tranviario (Montpellier, Francia)

Como es habitual en el diseño tranviario, la solución propuesta no es la única que podría aplicarse, por lo que se ilustra a continuación una otra posibilidad. Dado que a efectos de reglamentación del tráfico toda al área (plataforma tranviaria + carril de servicio) se comportaría como una plataforma compartida, podría irse un paso adelante integrando también a los peatones, pasando a considerar todo el conjunto del espacio como una gran espacio de armonía para todos, en el que el tranvía circularía guiado sobre sus raíles, mientras que los vehículos, peatones, ciclistas y otros usuarios dispondrían de mayor libertad de movimiento.

Esta concepción, que a priori podría ser calificada de peligrosa, porque la convivencia de vehículos con otros usuarios puede parecer compleja, se ha revelado como una solución muy satisfactoria en ciudades de gran éxito en la implantación de sus redes tranviarias modernas.

Se indica que por tratarse de una zona con segregación mínima de plataforma y viales respecto al resto de usuarios, la velocidad permitida sería mínima. Además hay que prever que el tráfico viario se encontraría necesariamente limitado, lo que le conferiría un entorno similar al de una zona residencial.

Ciudades como Burdeos en Francia, han optado por estos grandes espacios compartidos de convivencia, que dotan de un aspecto relajado y pacificado, tan atractivo como la solución que se propone inicialmente.



Espacio compartido en Cours de l'Intendance, Burdeos (Francia)

2.1.3. Avenida de Madrid

A nivel de espacio disponible para la inserción del tranvía, esta avenida puede dividirse en dos sectores: un primer tramo hasta el encuentro con la avenida de Navarra y un segundo que discurre entre ésta y Los Enlaces.

2.1.3.1. Subtramo 1: María Agustín - Avenida de Navarra

Este tramo inicial de la avenida goza de un ancho particularmente amplio, entre 30 y 45 m, de modo que la disposición actual es de:

- Aceras laterales de ancho variable, con mínimos en torno a 3 m
- 3 carriles en sentido salida del centro de 3-3,5 m
- 3 ó 4 carriles en sentido centro de 3-3,5 m
- Una mediana de separación de sentidos de circulación de ancho variable.



Imagen ilustrativa de la situación existente en sentido salida del centro urbano.

Fuente: StreetView de GoogleMaps.

En términos generales, la inserción urbana de este tipo de avenidas es clásica, pues busca por la amplitud del entorno una segregación del tranvía que le confiera velocidad. Funcionalmente la integración es trivial de forma que la introducción de la plataforma del tranvía se propone en el centro del vial, lo que permitiría una inserción mucho más limpia y segura, no sólo en los viales sino también en los cruces: viales en los laterales, manteniendo los sentidos de circulación y siendo estos paralelos a los del tranvía.



Metro Ligero Oeste de Madrid

Los carriles de circulación, situados en ambos sentidos, estarían separados de la plataforma por un bordillo de 14 cm de altura. Es lo que se denomina **plataforma segregada**, que permitiría al tranvía maximizar su velocidad sin ningún riesgo, al ser la plataforma infranqueable al resto de vehículos (excepto en cruces). Esta circulación a mayor velocidad es sin duda percibida por el resto de usuarios, con el potencial efecto llamada correspondiente

En cuanto a los peatones, se mantiene el ancho de las aceras.



Plataforma segregada en el Tranvía de Barcelona

2.1.3.2. Un punto clave

La disposición descrita no es fácilmente aplicable en el que se considera el punto más destacable de este subtramo, y requiere a continuación un espacio particular para su exposición. Se trata del entorno situado entre la Plaza de la Ciudadanía y el encuentro con la Avenida de Navarra. En esta zona se produciría una interacción de tráfico elevada con trayectorias dispares a las que el tranvía aportaría un nuevo elemento. Varios son los usos principales a ser satisfechos:

- Eje Navarra-Ciudadanía: que soporta gran cantidad de tráfico y necesariamente requeriría mantener un considerable número de carriles. Se prevé mantener al menos dos carriles por sentido.
- Eje Manuel Escoriaza y Fabro: parte del tráfico en Avenida de Navarra cruza hacia este eje, por lo que se propone mantener este cruce y dos carriles en sentido sur. En sentido Norte se mantendría también el cruce hacia ciudadanía.
- Eje alimentador del barrio: consiste en la vía "de servicio" que une los viales de Ricardo Monterde, Navas de Tolosa, Blanca de Navarra y Manuel Escoriaza y Fabro. El giro hacia Los Enlaces se suprimiría por la cercanía de opciones y por la búsqueda de un tráfico limitado en el siguiente subtramo de la Avenida de Madrid.
- Acceso al siguiente subtramo de la Avenida de Madrid: se debe asegurar también el acceso a la Avenida de Madrid, que conservaría un carril de servicio lateral a la plataforma (se verá más adelante). Para ello, el acceso se mantendría como en la actualidad desde la Avenida de Navarra.
- Calle Juan XXIII: esta vía en sentido norte permanecería inalterada en cuanto a usos.

En consecuencia, para dar viabilidad a estas exigencias tan intrincadas, el objetivo fundamental debería ser la clara diferenciación de espacios por parte de todos los usuarios, de modo que se evitasen los accidentes por ocupación de zonas ambiguas. En este sentido ocupa un lugar fundamental la ubicación de la parada, pues por ser de longitud suficiente para acoger unidades dobles podría suponer una barrera al conjunto general (la longitud de una unidad tranviaria doble es el resultado de la siguiente suma $68\text{ m} + 2 \times 2,5\text{ m rampas} + 2 \times 5\text{ m accesos peatonales} = 83\text{ m}$).

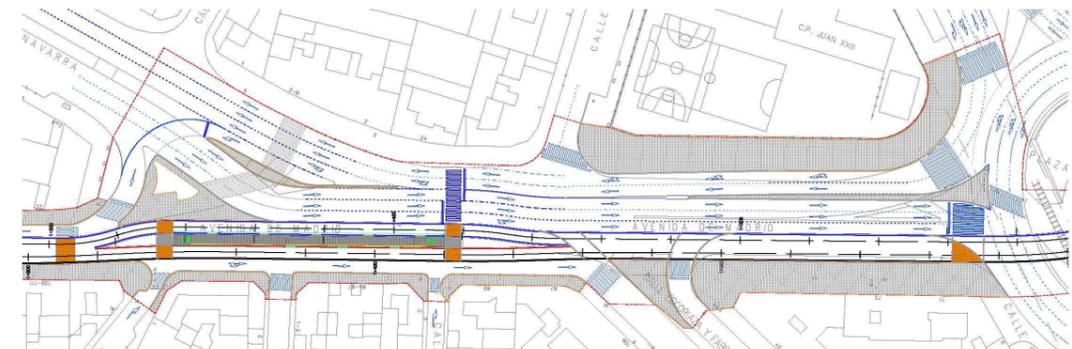
Se concluye proponiendo que la parada se ubique cercana al entorno de Ricardo Monterde para facilitar el acceso al tranvía de la población residente en la zona.

En este caso las posibilidades de integración son varias y pasarían por una redistribución de viales en el encuentro con la Avenida de Navarra, al situarse la parada justo sobre dicho encuentro. Se ha propuesto disponer la plataforma en el lateral más meridional del entorno para insertar los carriles de circulación de ambos sentidos al norte. Únicamente se conserva el vial de "servicio" que cose las calles

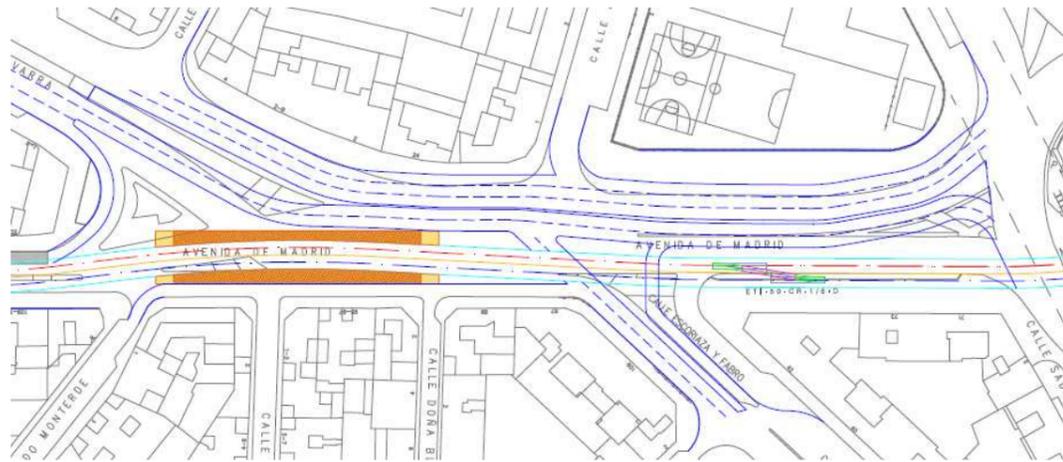
situadas al sur, permitiendo el acceso de vecinos y resto de usuarios. Cabe pensar en un tratamiento especial de dicho carril para una inserción más adecuada de la parada en el entorno.

Deben notarse en este punto dos cautelas fundamentales:

- Al circular el tranvía por un lateral de todos los vehículos, debería necesariamente integrarse una barrera de separación entre la plataforma y los viales de circulación, para evitar choques frontales ante la salida de la calzada de un vehículo y por otras situaciones tales como la confusión que puede generar a un conductor el que de noche se acerquen unos faros (los del tranvía) por su derecha, lo que podría provocar peligrosas respuestas.
- Los cruces desde trayectorias paralelas a la plataforma (cruce hacia Escoriaza y Fabro y entrada a la Plaza de la Ciudadanía) deberían ser perpendiculares en la medida de lo posible para evitar accidentes. Estadísticamente, la **mayor parte de accidentes** entre vehículo privado y tranvía suceden en estos cruces "paralelos" a la plataforma, donde a pesar de la existencia de semáforos, algunos conductores infringen la prohibición de cruce, lo que junto con la circulación silenciosa del tranvía, puede hacer al conductor no percatarse de su llegada y producirse la colisión.



Plataforma lateral y andén central. Propuesta de solución de gran cruce clásico



Plataforma lateral y andenes laterales.

2.1.3.3. Subtramo 2: Avenida de Navarra – Los Enlaces

Una vez que se supera el cruce con la avenida de Navarra, el ancho del viario se reduce considerablemente hasta los 17-20 m, si bien mantiene su uniformidad hasta la glorieta de Los Enlaces. Este espacio se distribuye en la actualidad del siguiente modo:

- Aceras laterales de entre 3 y 4 m (con sendas hileras de árboles y luminarias).
- Dos carriles en sentido salida del centro de entre 3 y 3,5 m.
- Un carril en sentido centro de 3,30 m.
- Una mediana de separación de sentidos de circulación ajardinada de 1,50m..



Imagen ilustrativa de la situación existente en sentido salida del centro urbano.

Fuente: StreetView de GoogleMaps.

En este caso, se propone la misma integración que para la calle del Conde de Aranda, con un carril de servicio adyacente a la plataforma del tranvía y al mismo nivel (sin separación en altura) para gestionar el tráfico de acceso de la zona, lo que a efectos prácticos confiere a la plataforma la función de **compartida**, siendo los peatones los únicos que discurren elevados con respecto a la plataforma.

2.1.4. Integración de paradas

Para definir las dimensiones precisas de cada uno de los andenes, los parámetros a tener en cuenta son:

- el tipo de material móvil
- el número de dichos vehículos que coincidir en la parada
- condiciones y exigencias de explotación
- la estimación del volumen de usuarios admisible
- consideraciones medioambientales y arquitectónicas

Además de estos puntos, la integración de paradas es a menudo complicada en entornos urbanos consolidados por el espacio que requieren. Cuando el espacio disponible es suficiente, es habitual encontrar andenes laterales, pues evitan la creación de curvas de entrada al andén y ofrecen mejor servicio al usuario en términos de capacidad y orientación, pues cada andén ofrece siempre un mismo sentido de viaje.

La configuración común de paradas para vías suplementarias (terminales o intercambiadores) son los andenes centrales, así como para estaciones donde el entorno no permite la inserción de la plataforma de tranvía y dos andenes laterales de dimensión nominal.

En este caso, por ser la mayor parte de las calles atravesadas de relativa estrechez y aprovechando el carácter inicial de este documento, se han planteado opciones distintas que puedan dar solución a diferentes problemáticas y exigencias, a modo de comprobación de la viabilidad de ambas soluciones.

Cabe destacar que para las dos opciones propuestas se interrumpe el carril de servicio intermitentemente en el entorno de las paradas, convirtiéndolas en un espacio de carácter mayoritariamente peatonal. No obstante, existe la posibilidad de que en un estudio futuro se analice la posibilidad de dotar de total continuidad al carril de servicio mediante un cambio funcional. Se trataría de utilizar los espacios de plataforma como carriles momentáneos para la circulación vehicular.

En este sentido, tanto la disposición central como lateral de los andenes permitirían dicho uso, si bien los andenes laterales resultarían más intuitivos para los conductores y supondrían una segregación directa entre peatones y vehículos. En el caso de andén central, los vehículos se comportarían como “no guiados” en un entorno directamente en contacto con áreas peatonales, lo que podría generar ambigüedades.

En cualquier caso, se interrumpa el vial lateral en las paradas o se le dote de continuidad, es necesario recalcar que el acceso restringido a vehículos de emergencia y servicios (negocios, mudanzas, etc) debería ser siempre posible en estas áreas de parada.

No debe olvidarse en último lugar que la opción de eliminar el carril de servicio en toda el área, y crear un gran espacio compartido, es compatible con dicha utilización de los espacios anexos a los andenes, siendo incluso favorecidos quizás por esta opción de integración.



Vehículos de emergencia o servicios sobre plataformas tranviarias

Las paradas centrales propuestas se han planteado de ancho 4,30 m, asegurando las exigencias para los distintos usuarios en términos de accesibilidad. Por su menor ocupación del entorno y su carácter

monolítico, permiten una inserción a priori más sencilla. El acceso a la parada sería únicamente posible por las rampas o escaleras laterales (al menos en teoría).



Parada de andén central en Metrocentro (Sevilla)

Sin embargo, no se ha querido obviar la posibilidad de insertar andenes laterales por esta razón ya que en términos de explotación son más deseables que los centrales, y sus posibilidades de implantación son diversas, y en determinadas condiciones muy satisfactorias, porque pueden favorecer un acceso más versátil que sus homólogas centrales.

El caso más extremo lo constituyen dos andenes sobreelevados directamente con respecto a la plataforma y demás espacios adyacentes. Su acceso puede únicamente hacerse por las rampas laterales. Sería el efecto de multiplicar por dos un andén central. Esta solución permitiría dejar pasillos laterales peatonales de amplitud variable.



Pasillos peatonales tras andenes laterales en Burdeos (Francia)

El caso anterior puede verse enriquecido con la integración de los andenes y los espacios adyacentes en distintas formas. En el caso de las vías que atraviesa el ramal, la estrechez de determinadas zonas obligaría a realizar la integración de los andenes únicamente con aceras (como se ha mencionado el carril de servicio se interrumpe en las paradas). Dada la altura que requieren las paradas para asegurar el acceso al material móvil, la integración podría hacerse de varias formas:

- Modificando la línea de fachadas adyacente a los andenes (a priori se descarta esta solución)
- Insertando los andenes normalmente y permitiendo la creación de un acceso en su espalda a través de una rampa o escalón (dependiendo del espacio disponible), de manera que el acceso a PMR's estaría asegurado por las rampas, pero otros usuarios pueden acceder por escalones:



Paradas con acceso posterior en Burdeos y Montpellier (Francia)



Parada con acceso posterior en Grenoble (Francia)

La integración de andenes y aceras puede hacerse también a costa de modificar el trazado en alzado, deprimiendo éste con respecto a la cota de calle. En este caso, sería necesario ser muy cuidadosos con el diseño drenaje para evitar encharcamientos.



Parada con trazado deprimido en Grenoble (Francia)



Parada con trazado deprimido en Barcelona

2.1.5. Integración de los aparatos de vía

Para la inserción de aparatos de vía en línea, obviamente se deben seguir unas reglas de convivencia con el resto de usuarios.

La existencia de elementos móviles en los aparatos desaconseja naturalmente su inclusión en pasos peatonales para evitar enganches de pies o ruedas de usuarios.

En cuanto a la convivencia con vehículos debe tenerse en cuenta en la medida de lo posible el alejamiento de los aparatos de cruces, considerando no únicamente el aparato sino el espacio ocupado por el material móvil durante sus maniobras. En este caso, por preverse la circulación de unidades dobles de material móvil, se haría complicado maniobrar sin invadir cruces cercanos a la plataforma en determinados puntos del trazado. Es por esto que se advierte de que en posteriores etapas de estudio debería reforzarse el tratamiento de estas zonas, pues la circulación a contravía durante las maniobras podría confundir a los conductores de vehículos privados en su aproximación a la zona de cruce.

2.2. Integración del ramal con la Línea existente

2.2.1. Material Móvil

La ampliación del trazado mediante el nuevo ramal, consideraría todos los requisitos de la infraestructura, paradas, electrificación y sistemas para la circulación de los tranvías ya en explotación.

De igual forma, los nuevos tranvías que se requieran fabricar para la extensión de la red, deberían ser compatibles con el resto de elementos de la línea existente.

2.2.2. Talleres y Cocheras

Se prevé en este documento que el mantenimiento del material móvil se realizase en las instalaciones de Talleres y Cocheras existentes de Valdespartera y de Goya, lo que requeriría ampliar la playa de vías y la nave de las cocheras de Parque Goya para albergar las nuevas unidades necesarias para la explotación del ramal.

2.2.3. Conexión con el Coso

La conexión al Coso se plantea con dos variantes:

- Conexión Conde de Aranda con Coso

Es la conexión natural y prioritaria para el nuevo ramal, ya que posibilitaría la circulación directa en el eje Este Oeste.

Permitiría la circulación de tranvías entre las calles Conde de Aranda y Coso, de forma que se garantizase al menos la posibilidad de llegar hasta las cocheras de la línea 1.

La ubicación prevista para el aparato de vía no presenta a priori dificultades de inserción, ni en planta ni en alzado, dejando una distancia mínima de 2 metros de acera en el punto más desfavorable.

- Conexión Conde de Aranda con Coso y con la avenida César Augusto

Se podría estudiar la posibilidad de conectar las 3 calles, mediante un "triángulo de aparatos de vía" permitiendo así la circulación en 3 direcciones disponibles (O-N -E).

Esta opción permitiría mucha más flexibilidad de operación, dando flujo de tranvías hacia la zona Centro o hacia el Actur desde el ramal.

La ubicación planteada para el aparato de vía necesario para la conexión de Conde de Aranda con Cesar Augusto es técnicamente posible, pero implica acuerdos verticales en el alzado que requerirían de estudios más profundos de los ajustes necesarios en el entorno de la plaza para colocar los aparatos de vía.



2.2.4. Conexión Conde de Aranda con Coso y con la Avenida César Augusto

Se ha considerado la posibilidad de ejecutar la infraestructura de vía necesaria para conectar también con otro ramal que se dirigiera hacia la Puerta del Carmen.

2.2.5. Alimentación de Energía

La alimentación de catenaria del nuevo tramo, así como de los elementos de paradas y de vía, necesitaría una nueva subestación de tracción. La integración con la línea existente, optimizaría la infraestructura ya que no sería necesaria ninguna nueva acometida de compañía ni modificaciones importantes en las subestaciones colindantes de la línea 1, garantizando los modos degradados de explotación tanto por fallo en la línea 1, como en el caso de fallo de la nueva subestación en el ramal.

2.2.6. Centralización de los sistemas en PCC

Los sistemas requeridos para el ramal y nuevas extensiones se conectarían a la Red de Comunicaciones existentes, centralizándose en el Centro de Control situado en Valdespartera.

De esta forma, las nuevas instalaciones en paradas, la señalización ferroviaria y viaria, el control y mando de la energía, etc. se integrarían en los servidores y Sistemas de gestión existentes en el PCC.

El puesto central de control (PCC) dispone de espacio para la instalación de puestos de operación adicionales en caso de ser necesario.

2.2.7. Mantenimiento

Los equipos y procedimientos para el mantenimiento de la infraestructura del ramal podrán ser independientes de los existentes para la línea 1. Por otro lado el mantenimiento de las nuevas unidades de material móvil deberá integrarse en los planes de mantenimiento de los de la línea 1 al compartir talleres y cocheras.

2.2.8. Operación

En la concepción del ramal se prevé su conexión con la línea 1 (necesaria para aprovechar las cocheras de Goya y Valdespartera), de forma que la infraestructura esté preparada para la explotación integrada de ambas (conexión directa sin trasbordo), y para realizar operaciones independientes.

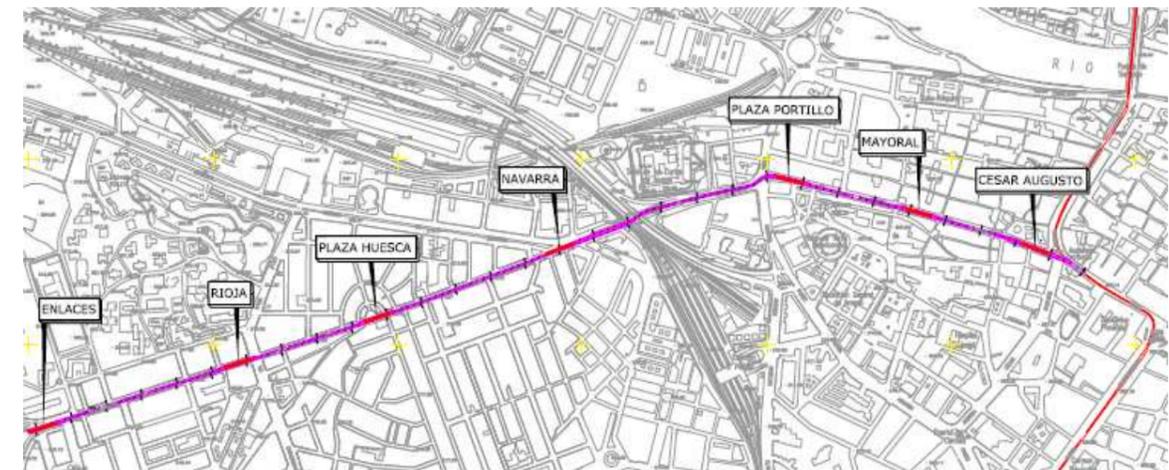
No se incluyen en este documento simulaciones de recorrido. Esta información se aporta en proyectos de mayor grado de detalle o en planes de explotación.

3. Trazado

El trazado propuesto tiene una longitud aproximada de 3 Km, en vía doble, y 7 paradas.

La interparada media es de aproximadamente 450-480m, siendo la mínima interparada de 330m y la máxima interparada de 670m

A continuación figura un esquema del trazado en el que se indican las paradas.



La configuración del esquema de vías requeriría la posibilidad de efectuar maniobras de media vuelta en la parada Terminal de Enlaces en ambas vías, así como conectar con la línea del tranvía tras la parada César Augusto.

Adicionalmente se contempla la posibilidad de operar entre las paradas Enlaces y César Augusto, lo que demandaría un escape manual que permitiera la media vuelta en César Augusto.

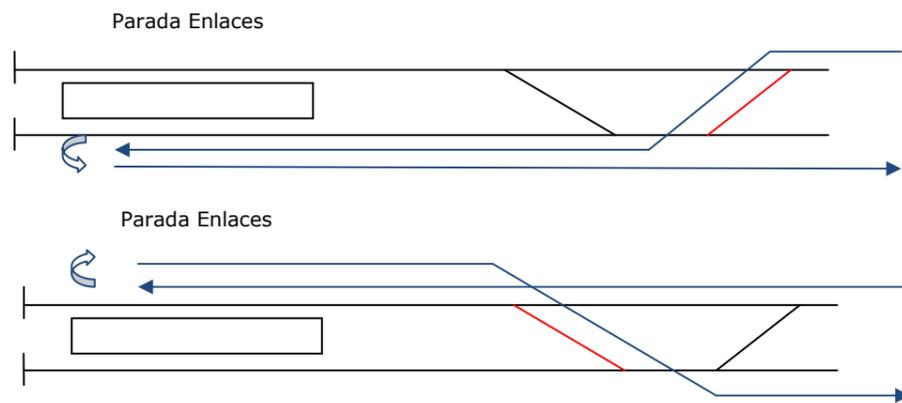
Asimismo se ha previsto un escape tras la Parada Navarra que permitiría la operación parcial de los tramos entre la Parada Enlaces y la Parada Navarra, o entre la Parada Navarra y la Parada César Augusto.

4. Aparatos de Vía

Se propone la instalación de los siguientes aparatos de vía, atendiendo a las necesidades de operación del ramal:

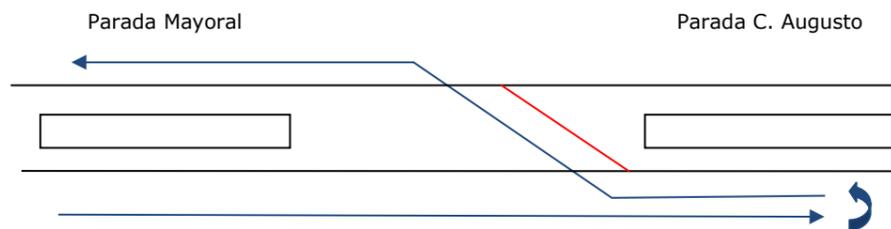
4.1. Aparatos de media vuelta en Parada Enlaces

Anterior a la parada de final del ramal, se prevén dos aparatos de vía motorizados y protegidos por enclavamientos para garantizar los movimientos de media vuelta en las dos posiciones de parada con andén central.



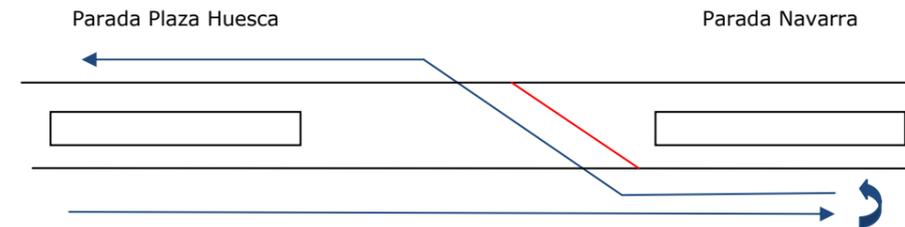
4.2. Aparato de media vuelta en Cesar Augusto

Entre la Parada Cesar Augusto y la Parada Mayoral se prevé un aparato de vía no motorizado para realizar los movimientos de media vuelta en Cesar Augusto, permitiendo la posibilidad de operar el ramal sin necesidad de entrar en el Coso. En este caso, solamente se utilizaría uno de los andenes como emplazamiento para la media vuelta.



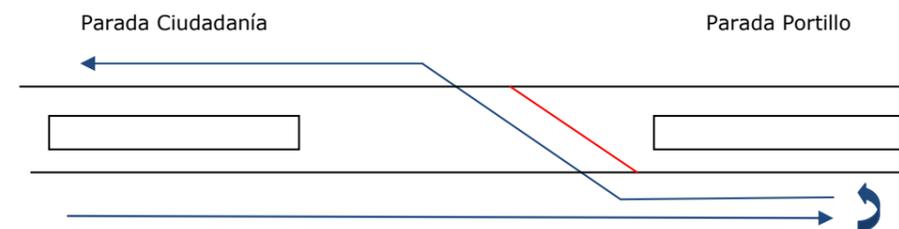
4.3. Aparato de media vuelta entre Navarra y Plaza Huesca

Entre las paradas Navarra y Plaza Huesca se prevé un aparato de vía no motorizado para realizar los movimientos de media vuelta en dicho tramo, permitiendo la posibilidad de operar la mitad del ramal en caso de incidencia que afecte al tráfico en alguno de los tramos.



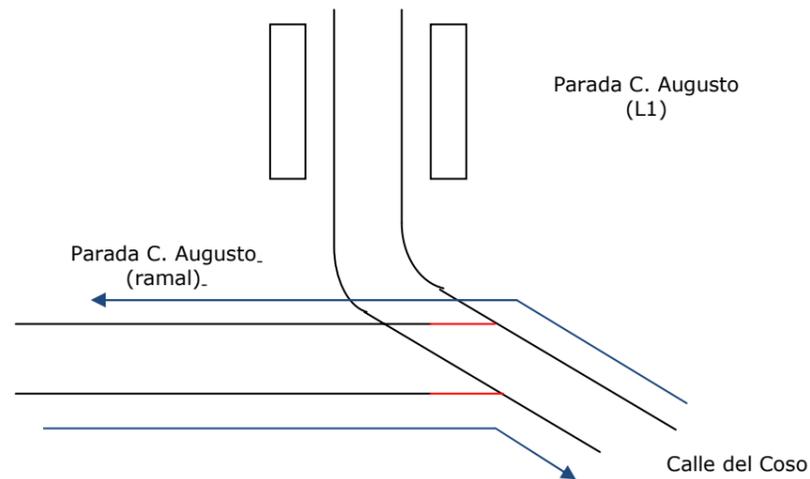
4.4. Aparato de media vuelta entre Navarra y Portillo

Entre la Parada Navarra y la Parada Portillo se prevé un aparato de vía no motorizado para realizar los movimientos de media vuelta en dicho tramo, permitiendo la posibilidad de operar la mitad del ramal en caso de incidencia que afecte al tráfico en alguno de los tramos.

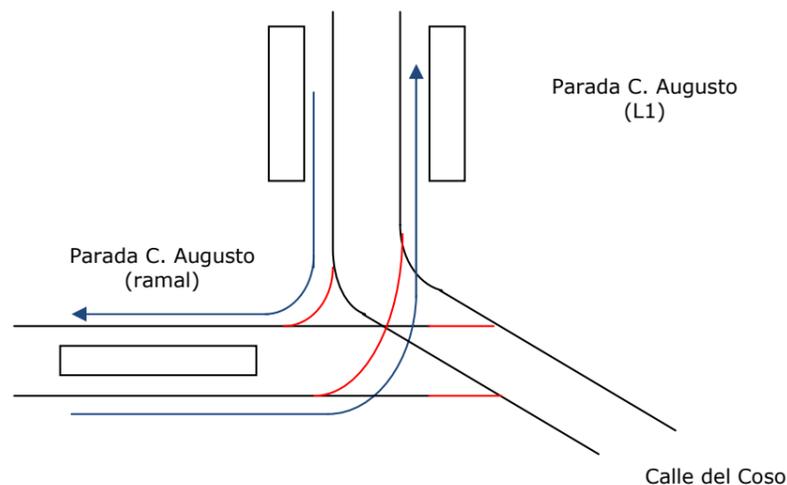


4.5. Aparatos de conexión del ramal con la Línea 1

Para la conexión con la línea 1, se requieren aparatos de vía motorizados para conectar el ramal con el Coso, según el siguiente esquema



La conexión del ramal a la línea 1 también se podría realizar añadiendo dos escapes más, que conectasen el ramal con la Parada Cesar Augusto de la Línea 1, permitiendo de esta forma operar de una forma mucho más flexible hacia el Sur y Norte de la Línea 1.



Esta solución es viable técnicamente aunque los acuerdos verticales de la zona requieren un estudio detallado de la solución que permita acotar las afecciones a la línea 1 y confirmar su viabilidad económica.

5. Paradas

Las 7 paradas se han previsto con andén con longitud para albergar una unidad en composición doble, de igual forma que las paradas de la Línea 1.

La ubicación de las paradas atiende a argumentos de demanda, inserción urbanística y de explotación.

5.1. Parada César Augusto

Se ha situado en el origen del ramal en la primera manzana del Conde Aranda a partir de su intersección con la Avenida de César Augusto.

Actuaría de intercambiador con la línea 1 del Tranvía procedente de Parque Goya, y con las líneas de bus urbano que discurrieran por la Avenida de Cesar Augusto.

5.2. Parada Mayoral

Se ha localizado entre las paradas César Augusto y Portillo en el centro del segmento de Conde Aranda.

La distancia con la inmediata y la siguiente es de unos 350 m, lo que justifica su emplazamiento evitando así una distancia excesiva.

5.3. Parada Portillo

Ha quedado situada contigua a la Plaza del Portillo y Pº de María Agustín.

Este punto sería un intercambiador entre el tranvía y las líneas de Bus Urbano que circularan por la Avenida de Madrid y Pº de María Agustín, procurando por tanto conectividad a la red de transporte público de Zaragoza.

5.4. Parada Navarra

Se ha ubicado en el cruce de la avenida de Navarra con la avenida de Madrid.

Su situación próxima a la Plaza de la Ciudadanía, que es uno de los nodos principales de la malla básica del viario de la ciudad, supondría la facilidad de intercambio modal con la red de Bus urbano que convergiese a la mencionada plaza.

5.5. Parada Plaza de Huesca

Situada frente a la Plaza de Huesca en uno de los centros del distrito de las Delicias, permite resolver la circulación de vehículos a lo largo del eje avenida de Madrid desde la Plaza de la Ciudadanía.

Este emplazamiento no obstruiría la red viaria interna del distrito y mantendría la permeabilidad de la avenida de Madrid evitando la segregación viaria entre las áreas norte y sur del barrio.

5.6. Parada Rioja

Se emplazamiento se ha deducido de la conveniencia de conexión de los pasajeros del tranvía con el bus urbano que circulase por Vía Universitat, creando así un nodo de intercambio modal en la red de transporte público.

Por otra parte permitiría dar solución, de forma indirecta, a la continuidad del eje de viario rodado de la avenida de Madrid en sentido de salida de la ciudad hasta Los Enlaces.

5.7. Parada Enlaces

Se ha localizado en la trompeta de encauzamiento de la circulación adyacente a la glorieta de Los Enlaces en el extremo más occidental de la avenida de Madrid.

Por su situación permitiría la conexión con las líneas de autobús que discurren por el entorno constituyéndose al igual que las paradas P1, P3, P4 y P6 en nodos de intercambio modal de la red del transporte público de Zaragoza.

Su emplazamiento en la isleta permitiría resolver la continuidad sin ninguna restricción de los segmentos de los ramales de entrada y salida desde la glorieta de Los Enlaces a la Avenida de Madrid, en la entrada hasta la calle Galán Bergua y en la salida hacia Vía Hispanidad.

6. Demanda prevista

Con los datos de viajeros en poste de autobús urbano de 2.011 se ha realizado un análisis que da como resultado una demanda prevista para el año 2013 de 11.951.466 viajeros.

ANÁLISIS DE MERCADO POTENCIAL POR USUARIOS

Poste	Nombre	Subidos	Bajados
152	AV MADRID 29 / ALJAFERIA	1.126	690
154	AV MADRID 36	410	570
155	AV MADRID 36	490	2.196
158	AV MADRID 94	461	549
160	AV MADRID 108	652	2.324
161	AV MADRID 117	310	423
162	AV MADRID 119	555	445
163	AV MADRID 134	1.797	2.838
165	AV MADRID 139	3.463	740
167	AV MADRID 158	781	960
169	AV MADRID 170	552	2.036
171	AV MADRID 183	1.958	806
173	AV MADRID 215	2.481	784
175	AV MADRID 220	750	1.012
176	AV MADRID 241	2.278	1.217
178	AV MADRID 259	2.137	905
180	AV MADRID 285	1.277	600
181	AV MADRID 285	815	299
315	C. ARANDA 2 -MERCADO	3.440	2.350
317	C.ARANDA 7-MERCADO	1.077	2.080
320	C. ARANDA 41	1.374	1.179
324	C. ARANDA 122	838	1.550
3036	AV MADRID-ALJAFERIA	1.506	1.545
3037	AV MADRID-P'. CALANDA	998	3.040
3071	AV MADRID-ALJAFERIA.	488	545
Total general		32014	31681

Pasajeros por Año en Días Lab. Equivalentes	9.796.284
--	------------------

RESUMEN DEMANDA RAMAL DELICIAS - CENTRO

Viajeros procedentes de Líneas de bus	9.796.284
Viajeros procedentes de vehículos privados	1.371.480
Viajeros inducidos	783.703
TOTAL DEMANDA PREVISTA 2013	11.951.466

7. Criterios de operación

7.1. Características básicas de la infraestructura

El dimensionamiento del sistema de alimentación eléctrica conjunto línea 1 + ramal debería contemplar que el fallo de un grupo rectificador-transformador de cualquier subestación permitiera mantener las frecuencias nominales en hora punta por hora y sentido (con tranvías de 32 metros). La avería de una subestación completa (el conjunto de sus grupos rectificadores fuera de servicio), no debería forzar a reducir la explotación a frecuencias inferiores a 4 minutos por hora y sentido con trenes de 32 metros.

Asimismo, por el tipo de trazado altamente permeable al tráfico, se considera una velocidad comercial de entre 15 y 19 Km/h, por lo que con frecuencias de 5 minutos en hora punta, y con 6 minutos de tiempo de regulación en terminales, el ramal necesitaría 4 unidades simultáneas en servicio. Considerando 1 unidad de reserva y 1 unidad en mantenimiento, la cantidad final requerida para la explotación sería de 6 unidades.

Por otro lado, las necesidades de espacio en cocheras implicaría la necesidad de ampliar en dos vías la playa de vías de las Cocheras de Parque Goya

Al igual que en la línea 1, el ramal se ha de diseñar para poder operar con unidades acopladas, por lo que la urbanización, las paradas, los sistemas y la energización deberían contemplar esta forma de explotación.

7.2. Plan de operación

No forma parte del alcance del presente documento la descripción concreta de la explotación del ramal, pero sí al menos diseñar una implantación de aparatos de vía y secciones eléctricas que permita los siguientes modos de explotación:

- Explotación del ramal con circulaciones desde la Parada Enlaces pasando por el Coso hasta parte de la línea 1.
- Explotación del ramal con circulaciones desde la Parada Enlaces hasta la Parada César Augusto sin interferir en la explotación de la línea 1.
- En caso de afección en el tramo de Conde Aranda: explotación degradada del ramal con circulaciones desde la Parada Enlaces hasta la Parada Navarra.
- En caso de afección en el tramo de avenida de Madrid: Explotación degradada del ramal con circulaciones desde el inicio de la línea hasta la Parada Navarra.

7.3. Organización / Gestión de la operación

Tanto en el caso de una gestión de la explotación independiente, como en el de una explotación conjunta con la línea 1 en la sala de tiempo real, tiempo diferido y sala técnica, se debería disponer de las reservas necesarias para una ampliación sea cual sea el modo a considerar.

Se hace notar que en el PCC se dispone de espacio para añadir 3 puestos adicionales en caso de ampliación o independencia de la organización de la gestión de la operación del ramal.

7.4. Sistemas de explotación

Se ha previsto que todos los sistemas se gestionarían desde el PCC de las cocheras de Valdespartera, con lo que una integración de los nuevos equipos en las redes existentes sería necesaria y debería tenerse en cuenta a la hora de equipar el nuevo ramal.

8. Electrificación

El sistema de energía sería el responsable de suministrar la potencia de tracción a los tranvías que circularsen por el ramal.

Se propone ampliar la red de energía existente para optimizar las instalaciones y la infraestructura de la línea 1, sin necesidad de contratar una nueva acometida de compañía.

En fase de proyecto se deberían realizar los estudios necesarios confirmando la potencia necesaria. No obstante, considerando la longitud del ramal, las características del trazado, el número de paradas y tranvías, se estima que sería suficiente añadir una nueva subestación rectificadora de tracción con dos grupos independientes de 1000 KVAs en las proximidades de la Parada de Enlaces, a conectar a las subestaciones de tracción adyacentes de Plaza Aragón y Av. de los Pirineos.

Dicha subestación transformaría la media tensión (procedente del anillo existente de energía de la línea 1), en corriente continua para alimentar en 750V a la catenaria del ramal (o bien las Subestaciones para sistema "sin catenaria" en paradas si así se requiriera).

La conexión con las subestaciones adyacentes garantizaría los modos degradados en caso que la nueva subestación quedara fuera de servicio, manteniendo la alimentación en el ramal y asegurando la explotación del tramo.

Las subestaciones SST3 y la SST2 de la línea 1, disponen de las reservas de espacio necesarias para añadir si fuera necesario un tercer grupo transformador rectificador.

El control y mando de la nueva subestación se gestionaría desde el PCC ya en servicio, a través del mismo Telemando de Energía. Únicamente sería necesario ampliar el sistema SCADA existente, añadiendo los nuevos elementos de control de la Subestación y elementos de campo para la catenaria.

La Baja Tensión, requerida tanto en la nueva subestación como en las nuevas paradas y enclavamientos ferroviarios, se generaría desde la misma subestación, a partir de un transformador auxiliar. En las paradas además, sería conveniente por motivos de seguridad duplicar la alimentación en BT a modo de reserva, acometiendo de una acometida propia de compañía suministradora.

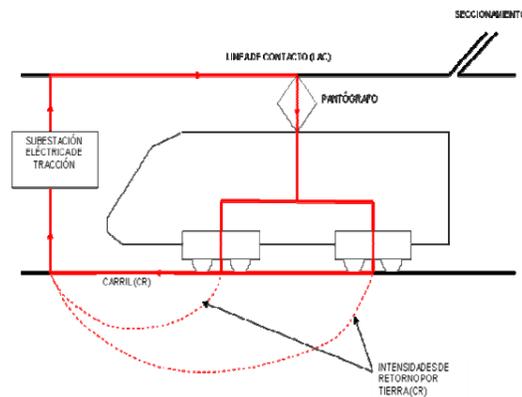
9. Captación de energía para el tranvía

Se plantean tres tipos de soluciones para la captación de energía de los tranvías en el tramo del ramal:

9.1. Catenaria "tipo Trolley"

Se trata de la catenaria con hilo de contacto simple, sin hilo sustentador, ya existente en la mayor parte de la línea del Tranvía de Zaragoza.

Dicho cable conductor es el encargado de suministrar a los vehículos la energía eléctrica necesaria tanto para su tracción, como para la alimentación de sus equipos auxiliares. La energía procedente de las subestaciones de tracción, retorna a ellas a través de los carriles de vía.



Esquema alimentación a través de la catenaria

El sistema de catenaria requiere un cable enterrado "feeder" que alimenta el hilo de contacto en determinados puntos del trazado, y que se alimenta de las subestaciones rectificadoras de tracción.

El tranvía capta o envía la corriente mediante el pantógrafo.



Captación por pantógrafo. Tranvía de Zaragoza

El sistema tipo trolley, es el más extendido en las explotaciones tranviarias, y se compone por los siguientes elementos principales:

- Seccionamientos mecánicos y eléctricos
- Equipamiento de catenaria (hilo de contacto, postes, ménsulas, brazos de atirantado, etc.)
- Obra civil asociada (macizos, puesta a tierra, etc.)
- Equipamiento eléctrico (aisladores, seccionadores, pararrayos, etc.)
- Cables y conexiones eléctricas (conexiones a armarios feeder, IAT's, indicadores de presencia de tensión, etc.)

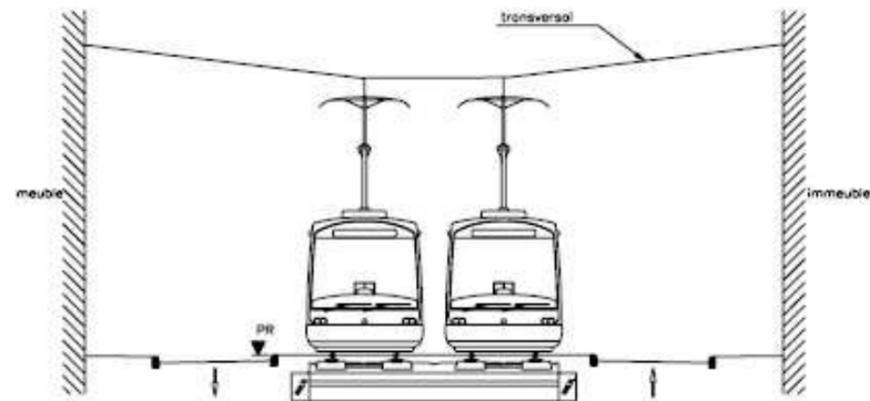
Las tipologías más habituales de inserción de catenaria tipo Trolley en un entorno urbano:

➤ **Soportes bilaterales con suspensión transversal (Mediante postes laterales enfrentados o anclajes en fachada)**

Se disponen dos elementos de suspensión (poste o anclaje en fachada) a ambos lados de la plataforma que sustentan un elemento transversal (pórtico funicular o rígido).

En ocasiones, bien por imposibilidad física para integrar los postes en la plataforma o en sus inmediaciones, bien por criterios de integración urbana, resulta necesario alejar los postes de la plataforma tranviaria.

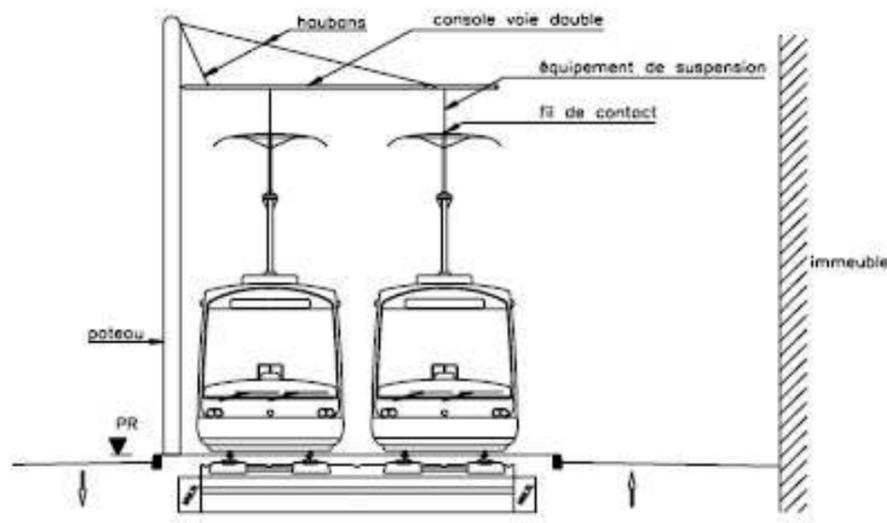
Es habitual en las secciones urbanas existentes, que los grandes volúmenes verticales se localicen en los extremos de la misma (edificios, arbolados, alumbrado,...). Esta implantación permite mantener esta filosofía, manteniendo el centro de la sección exenta de elementos verticales.



Este tipo de implantación es el más adecuado para calles relativamente estrechas con espacio reducido para implantación de postes y ubicación de macizos para los postes.

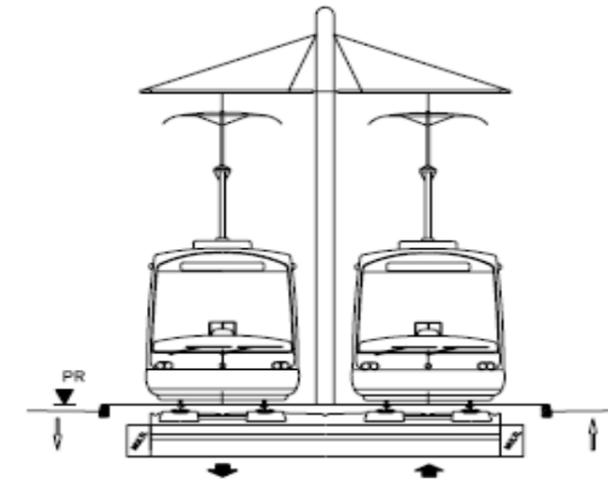
➤ **Inserción lateral con suspensión bajo ménsula de doble vía.**

El poste está situado lateralmente en la plataforma, recibiendo un brazo o ménsula que cubre las dos vías. En trazado curvilíneo se recomienda su emplazamiento en el exterior de la curva con el fin de no ejercer esfuerzos sobre la ménsula.



➤ **Inserción central con ménsula doble para la doble vía.**

El poste se halla emplazado en el eje de la entrevía o plataforma y recibe dos ménsulas dispuestas simétricamente que cubren cada una, una vía. Este montaje no se emplea habitualmente en curvas de radios mínimos, dado que la ménsula exterior estará sometida a esfuerzos de compresión importantes.



Para el establecimiento de los criterios de diseño e implantación es siempre necesario durante el periodo de redacción de proyecto, realizar un análisis detallado de ciertos condicionantes, tales como: ambientales, requerimientos del material móvil, operación, iluminación, integración urbana, arbolado, servicios afectados, trazado, alzado, etc.

9.2. Sistema de captación por tercer carril

El sistema de carga por tercer carril permite circular por el tramo considerado sin catenaria y sin modificaciones estructurales o estéticas en las paradas del tramo. Por contra se debe equipar a cada parada con un sistema de posicionamiento y energización de seguridad, que asegure que el patín se energizará sólo cuando haya un tranvía posicionado sobre el tercer carril, y que se desenergizará cuando desaparezca la confirmación de posición. El sistema obedece a la siguiente funcionalidad:

- *El tranvía entra a la zona sin catenaria.* El sistema de señalización avisa a éste del tránsito de una zona a la otra. El tranvía revisa el estado de la carga del sistema embarcado de acumulación de energía y se prepara para bajar el pantógrafo.
- *Circulación sin catenaria.* El tranvía circula con el pantógrafo bajado, consumiendo así energía acumulada a bordo durante la tracción y recuperándola mediante el frenado.
- *Entrada del tranvía a la zona de carga.* En las cercanías de una parada de carga, se coloca una baliza de entrada que va a informar al tranvía de la distancia objetivo al punto de parada.
- *Posicionamiento del tranvía.* El sistema embarcado detectará al tranvía cuando este esté posicionado.
- *Energización del carril conductor.* El sistema en parada ordenará al sistema de conmutación la energización de los carriles conductores, el Sistema de Conmutación dará tensión a los carriles conductores especificados.

- *Bajada del patín.* El sistema de posicionamiento comunicará además al tranvía la autorización de bajada del patín captador.
- *Carga del sistema de acumulación de energía a bordo.* Se cierra el disyuntor y comienza el proceso de carga. Subida del patín captador. Finalizada la carga, se abre el disyuntor y se autoriza la subida del patín captador.
- *Salida del tranvía de la zona de carga.* El tranvía procederá a abandonar la zona de carga.
- *Desenergización de los carriles.* Al abandonar la zona de captación, se procederá a desenergizar los carriles conductores. Espera y listo para operar. El sistema regresa a un estado de stand-by.



9.3. Sistema de captación por catenaria rígida

El sistema de captación superior tiene la misma concepción de origen que la captación en parada inferior.

Esta solución está implantada actualmente en Metro Sevilla y en fase de instalación en Metropolitano de Granada.

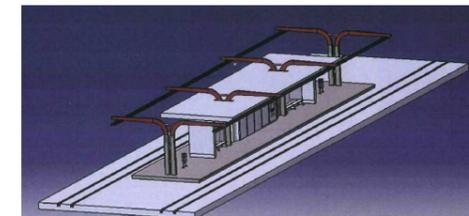
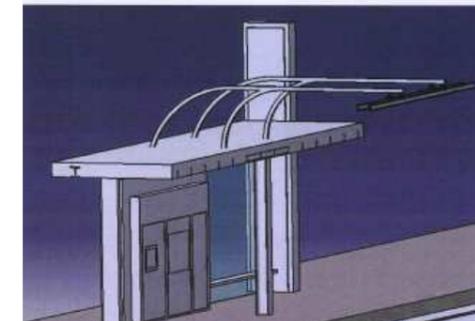
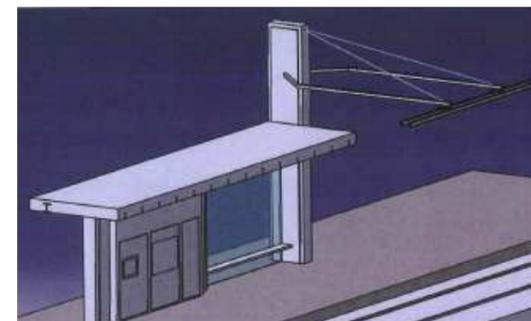
El sistema permite recargar el acumulador de energía del tranvía para que pueda desplazarse de una parada a otra sin necesidad de emplear catenaria.

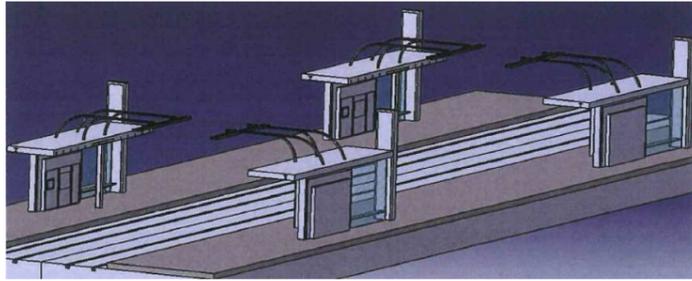
A diferencia de la anterior, el sistema de carga en parada se realiza mediante una catenaria rígida anclada en la marquesina, que alimenta puntualmente al material móvil mediante captación por el pantógrafo.

Los requisitos para implantar esta solución son diversos, y responden principalmente a la capacidad del acumulador embarcado para dar suficiente energía al tranvía entre las paradas donde se suprima la catenaria y se instalen los puntos de carga. El estudio de energía previo para dar viabilidad a esta solución, deberá evaluar al menos los siguientes elementos:

- el perfil longitudinal del trazado
- las distancias entre las paradas
- los criterios de operación
- la capacidad del acumulador
- los requisitos de la red de energía y los equipos necesarios en las subestaciones de tracción
- el impacto del sistema de captación en el material móvil

Respecto al diseño de integración del sistema de captación en la marquesina, existen diversas propuestas de otros proyectos, que en cualquier caso deberían adaptarse a la tipología de marquesina de Zaragoza:





Esta solución requiere, a priori, menor espacio en la parada para alojar los equipos que el sistema de captación inferior, y menos modificaciones en el material móvil. Esto es debido a que:

- No necesita una subestación enterrada en las proximidades de la parada, ya que la alimentación de la catenaria rígida se realiza a través de un cable feeder directo de la subestación de tracción
- No requiere obra civil en plataforma, ya que el sistema está integrado en la marquesina
- El sistema de captación para el material móvil se realiza a través de pantógrafo, sin requerir un sistema de patín inferior añadido.

Por otro lado, al solicitar una demanda de energía puntual fuerte en un número elevado de ciclos por día se debería sustituir el pantógrafo estándar por uno diseñado expresamente para esta funcionalidad en todos los tranvías de Zaragoza.

Sin embargo, como contraprestación al sistema de captación inferior, el impacto visual puede llegar a ser mayor.

10. Sistemas

La funcionalidad de los sistemas necesarios para el nuevo tramo debería ser la misma o muy similar, con el objetivo de garantizar la centralización de los mismos en el mismo Centro de Control.

Dado que el ramal no dispondría de un recinto independiente para Talleres ni Centro de Operaciones, se plantea que la centralización y control de los sistemas se realizase desde el Centro de Control existente en las Cocheras de Valdespartera.

La red de comunicaciones del ramal se integraría en la red existente, siendo posible la operación de éstas desde un nuevo puesto de Operador para tiempo Real en el PCC.

Las funcionalidades y requisitos de los sistemas deberían ser similares a los existentes en la Línea 1, con el fin de garantizar una correcta integración.

Se exponen a continuación las características de los sistemas principales:

10.1. Semaforización viaria

El sistema de semaforización, de forma análoga al ya implementado en la Línea 1 del Tranvía de Zaragoza, garantizaría la coordinación de la circulación de los tranvías en la vía pública compartida con el resto de usuarios de la vía (peatones, bicicletas, vehículos a motor, etc.).

Por otra parte, el sistema de semaforización dotaría al tranvía de un sistema de prioridad semafórica con el objeto de optimizar la velocidad comercial. El sistema de semaforización dispondría de diferentes niveles de prioridad que podrían ser escogidos en función de la afección al resto de usuarios en los diferentes tramos o ejes viarios, y la prioridad se realizaría a través de detectores dispuestos a distancias específicas de los semáforos de tranvía de entrada a los cruces.

El sistema a suministrar debería ser capaz de alcanzar un mínimo del 95% de éxitos (paso en verde sin detenerse) al cruzar el conjunto de las intersecciones de la línea.

El objetivo final es la instalación de la línea de tranvía en el nuevo ramal, manteniendo la tecnología, protocolos de comunicaciones y dispositivos, así como el funcionamiento, propios de la semaforización viaria existente. Para tal fin, los nuevos reguladores, deberían ser de idéntica tecnología y funcionamiento que el resto de los ya existentes en la ciudad, en cuanto al protocolo de comunicaciones.

La prioridad, sin embargo, se diseñaría minimizando al máximo el impacto en el tráfico viario y peatonal (respeto de tiempos de despeje, verdes mínimos, etc.), sin que afectase a la seguridad.

Se dispondría de un aspecto de "pre-señalización" que informe al conductor que se ha lanzado la petición de prioridad y en qué momento ésta se va a efectuar.

Los reguladores del sistema de semaforización tranviario también se integrarían en el Sistema de Semaforización Municipal de Zaragoza: coordinación, control, monitorización, mando, etc. así como en el Sistema centralizado ya existente en el PCC del tranvía. Esto permitiría a los operadores del tranvía, únicamente para los cruces afectados, monitorizar los estados, eventualmente modificar los parámetros necesarios (y que afectasen únicamente a la propia prioridad), para optimizar el funcionamiento del sistema de prioridad (tiempos de aproximación, despeje, etc.), así como extraer cualquier tipo de estadística.

10.2. Señalización ferroviaria y Frenado Automático Puntual

Se prevé que sería el conductor del tranvía quién controlara todos los movimientos del tren. La seguridad de los movimientos se basaría en el campo de visión del propio conductor así como en su observación de la señalización lateral fija y variable (explotación llamada Marcha a la vista). Para resolver las zonas de desvíos y posibles interferencias entre tranvías se utilizaría la señalización ferroviaria.

Se prevé señalar solamente las zonas de maniobra, es decir:

- la zona de Terminal en la Parada Enlaces
- La conexión del ramal a la Línea 1

La señalización ferroviaria de maniobras tendría por objetivo:

- Permitir una circulación segura de los trenes a lo largo de todos los itinerarios previstos en las zonas de maniobra (enclavamiento de las agujas, tratamiento de las Incompatibilidades de itinerario, señalización del estado del itinerario al conductor)
- Contribuir a la gestión de los movimientos de los tranvías, para facilitar y optimizar la explotación (monitorización de línea y mando de cocheras).

El sistema de Señalización Ferroviaria debiera ser administrado, explotado y supervisado desde el Puesto de Control Centralizado (PCC) existente en Valdespartera, por lo que sería necesario integrar los nuevos controladores de zona en el sistema de video gráfico y servidores existentes en el PCC.

Se prevé asimismo, un sistema de control puntual de velocidad que asegurase que ningún tranvía circule sobre una aguja de punta a una velocidad excesiva, que rebasase una señal en rojo, o que excediera de velocidad en zonas limitadas.

Este sistema ya está en funcionamiento para la línea 1, por lo que debería integrarse bajo los mismos criterios en las zonas de maniobra del ramal, y en las nuevas unidades de material móvil.

10.3. Sistema SAE

El Sistema SAE permitiría al operador del ramal adaptar la oferta de transporte a las necesidades en tiempo real y a la planificación prevista.

Se debería dotar al puesto de operador de un sistema que garantizase una supervisión instantánea de la explotación en comparación con la teórica, y se representaría de forma sintética (indicadores, mapas, gráficos, sinópticos...) mediante una interfaz hombre-máquina para permitir enviar órdenes de regulación al personal y a los equipos.

Con el fin de poder garantizar una operación coordinada con la línea 1, el sistema SAE a implementar para el ramal debe cumplir ciertos requisitos mínimos para poder gestionar la conexión entre el ramal y la línea en operación.

10.4. Sistema información a viajeros

En cada parada se deberían mostrar mensajes visuales (registrados o no) en los paneles de información a viajeros a partir del Puesto de Operador del ramal situado en el PCC, para anunciar los horarios, llegada y salida de convoyes, pero también en caso de perturbaciones.

Las funcionalidades de estos paneles y del sistema de información serían similares a los existentes en la línea 1, permitiendo en caso que se desee por motivos de operación poder coordinar mensajes comunes entre las dos líneas. La gestión de estos mensajes también debería poder ser independiente desde el puesto de operación dedicado íntegramente al ramal.

Estos mensajes procederían:

- automáticamente del SIV (hora, llegada, salida...)
- del agente de regulación en PCC, a través de los mandos de la estación SAE SIV Radio

A bordo de los vehículos, se instalarían pantallas de información que permitieran:

- emisión de mensajes sonoros emitidos por el conductor o el agente de regulación del PCC
- mostrar mensajes visuales sobre las pantallas embarcadas
- en el exterior de los tranvía, el número de línea y el destino, que se indicarían sobre paneles visibles frontalmente y lateralmente

10.5. Red de comunicaciones

Para la comunicación entre el PCC de Valdespartera y las nuevas paradas, subestaciones, y elementos telemandados de línea, se requeriría ampliar la red de transmisión existente en la línea 1, e integrar en ésta los nuevos elementos. El medio físico para la comunicación se realizaría mediante fibra óptica monomodo, conectándose a través de switches de parada a todos los sistemas.

Las características requeridas para la red de transmisión en el tramo del ramal habrían de ser similares a las existentes en la Red troncal de la línea 1, con el fin de garantizar la integración: transparencia, heterogeneidad, seguridad de funcionamiento, observabilidad y calidad de transmisión.

También se prevé la instalación de un sistema Wifi, a semejanza al existente en Línea 1, que permitiera a lo largo del ramal el intercambio de comunicaciones de datos “no críticos” entre los vehículos con los nodos de comunicaciones en las paradas.

Las funcionalidades de este sistema deberían ser similares al existente, así como las prestaciones de cobertura en el ramal.

10.6. Billeteaje

El sistema de billeteaje para las nuevas paradas y tranvías en la zona del ramal, debería basarse en un sistema de venta en paradas y cancelación a bordo basado en títulos contact-less, instalando un sistema de validación embarcada.

Este sistema seguiría el mismo criterio que el existente en la línea 1 del tranvía, con el fin de poderse integrar en la red de billeteaje ya en funcionamiento.

En cuanto a los títulos de transporte válidos, se prevé la aceptación de los aprobados por el Ayuntamiento de Zaragoza.

Se prevé implementar para el ramal:

- Un sistema de venta y recarga de títulos formado por:
 - o Una taquilla en la cual se permitiera la venta y recarga de los títulos válidos para el nuevo ramal
 - o Un personalizador de abonos para el alta de títulos personales y tarjetas especiales
 - o Exendedores automáticos de títulos de transporte en las parada, con funcionalidades similares a las del tramo ya en explotación
- Un sistema de validación formado por:
 - o Canceladoras embarcadas en el interior de los tranvías, con funcionalidades similares a las del tramo ya en explotación
 - o Equipos portátiles de fiscalización con los que lo inspectores pudieran leer y comprobar los datos de las tarjetas contact-less de los usuarios. Asimismo, los portátiles también permitirían funciones de venta, carga y validación de títulos
- Un sistema de gestión de la información de la red de equipos:

- o Los nuevos equipos deberían integrarse en la red de información existente en el PCC, pero permitiendo independizar la gestión de los datos intrínsecos al ramal de la línea 1. Por tanto, la monitorización y almacenamiento se realizaría en un puesto integrado en el Puesto central existente.

10.7. Radio

Para dar cobertura de radio en el tramo del ramal, se prevé ampliar la red de Radio Tetra existente para la línea 1, utilizando las mismas estaciones Base Tetra.

En fases posteriores de estudio, se debería asegurar la cobertura en la nueva zona, garantizando las mismas funcionalidades e incluso con modos degradados en caso de caída de una de las estaciones Base.

El sistema de radio para el ramal, implicaría dotar a las nuevas unidades con los equipos embarcados radio, así como la integración de éstas en el puesto de operador dedicado a la explotación del ramal.

11. Afección a la explotación durante la fase de Obras

La instalación de la conexión de vías entre el ramal y la línea en operación tendría repercusión debido a las obras, pero sin embargo existen métodos para reducir el impacto, permitiendo explotar la línea prácticamente sin afección.

11.1. Métodos para instalación de los aparatos de vía sobre una línea en explotación

En la mayoría de las obras, la instalación de una conexión como la que se trata en este caso, entre el ramal y la línea 1, condicionaría la paralización de la zona afectada durante el tiempo que durasen las obras, instalación y pruebas del enclavamiento asociado. Esta solución permitiría minimizar el tiempo de ejecución de los trabajos, pero supondría la suspensión del servicio, debiéndose ofrecer un modo de transporte alternativo en el tramo.

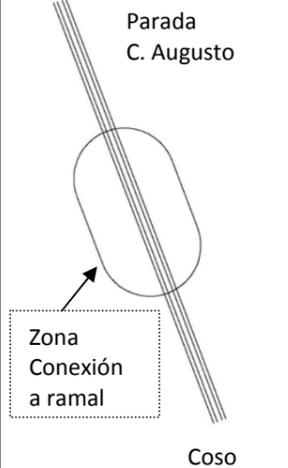
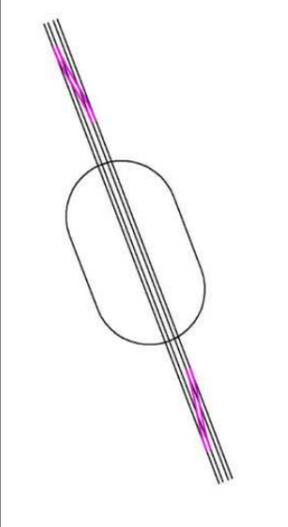
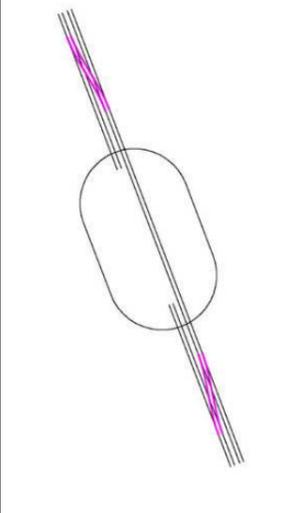
Otra posibilidad sería realizar los trabajos en horario nocturno, manteniendo durante el día la explotación. Esta solución permitiría evitar afección a la explotación, pero supondría una reducción de velocidad de paso por seguridad durante la explotación, así como la complicación de realizar los trabajos en tan corto horario de trabajo.

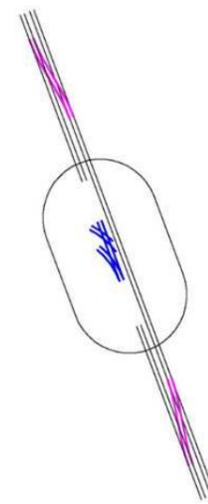
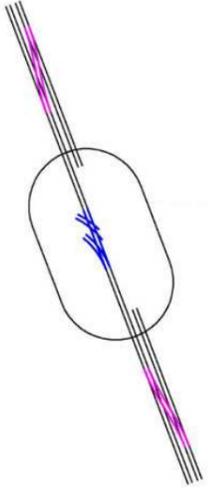
Sin embargo, se propone para este caso, una solución del tipo "vía única temporal", que permitiría mediante aparatos provisionales del tipo "californiano", una operación en vía única en la zona afectada. Esta solución supone un impacto menor, facilitando ejecutar los trabajos y operar la línea 1 de manera independiente.

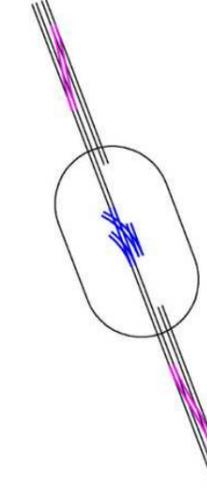
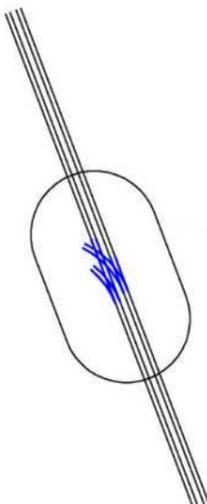
11.2. Descripción de la solución propuesta

La solución se basa en la instalación de aparatos llamados "californianos", que hacen posible el paso provisional de una vía a otra sobre una línea existente. Esto permite realizar circulaciones en vía única, dejando la otra vía libre para trabajar sin paralizar el servicio.

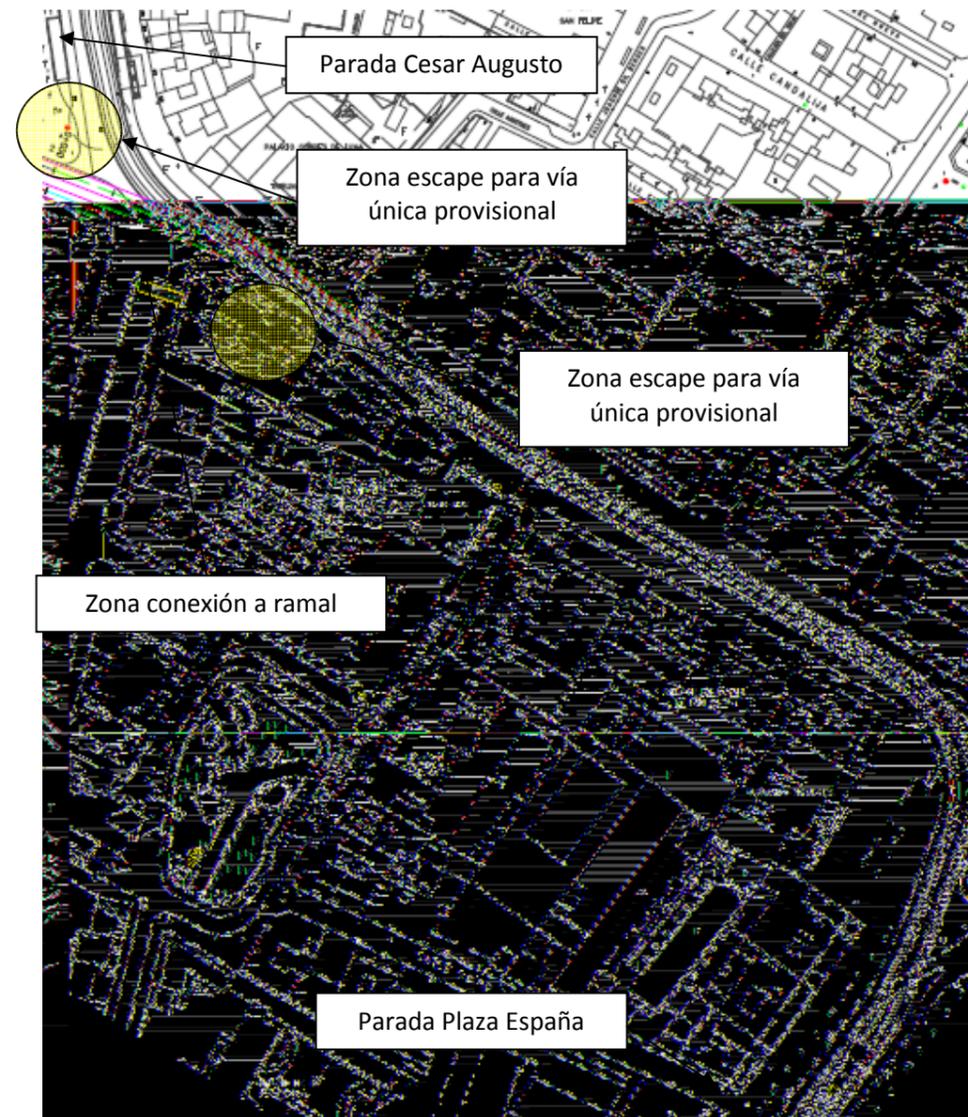
El proceso propuesto de actuación sería el siguiente:

1	 <p>Parada C. Augusto</p> <p>Zona Conexión a ramal</p> <p>Coso</p>	<p>Eliminación de revestimiento en la zona de conexión</p> <p>Acciones previas para acondicionar la plataforma para los trabajos de conexión (desvíos, balizamiento, señalización, servicios provisionales, etc.)</p> <p>Limitación de la velocidad de paso a 15 Km/h en presencia de trabajadores.</p> <p>Los conductores deben aumentar la atención en la zona de trabajos y conducción con mayor precaución.</p>
2		<p>Instalación de los aparatos "californianos".</p> <p>No es necesario el montaje de línea aérea de contacto provisional ya que el tramo afectado es de circulación mediante ACR (sin catenaria).</p> <p>Instalación de los aparatos en horario nocturno sin afectar a la explotación</p>
3		<p>Corte de los carriles en la vía libre de circulación.</p> <p>Adecuación de la plataforma en la vía libre de circulación para la posterior instalación del aparato (canalizaciones, servicios, drenajes, etc.).</p> <p>Limitación de la velocidad de paso a 15 Km/h sobre la vía única y sobre los aparatos "californianos" a 5 Km/h</p> <p>Los conductores deben conducir con precaución en todo el tramo afectado</p>

<p>4</p>		<p>Pre instalación de las vías y del aparato de vía sobre la vía fuera de operación</p> <p>Se mantienen las velocidades de paso anteriores</p> <p>Los conductores deben conducir con precaución en todo el tramo afectado</p>
<p>5</p>		<p>Instalación del tramo de vía donde se ha realizado la preinstalación del aparato y cambio de los aparatos "californianos", dando servicio de vía única a la vía instalada</p> <p>Corte del carril puesto fuera de operación, según la zona necesaria para instalación del resto de carriles y aparatos de vía</p> <p>Adecuación de la plataforma en la vía libre de circulación para la posterior instalación del aparato (canalizaciones, servicios, drenajes, etc.)</p> <p>Limitación de velocidad a 15 Km/h en la vía ya instalada y a 5 Km/ sobre los aparatos "californianos"</p> <p>Los conductores deben conducir con precaución en todo el tramo afectado</p>

<p>6</p>		<p>Preinstalación de vía y aparatos restantes en la conexión al ramal</p> <p>Limitación de velocidad a 15 Km/h en la vía ya instalada y a 5 Km/ sobre los aparatos "californianos"</p> <p>Los conductores deben conducir con precaución en todo el tramo afectado</p>
<p>7</p>		<p>Se retiran los aparatos "californianos" y se ponen en servicio los aparatos de vía instalados a "directa". Se aconseja embridar los aparatos en ausencia del enclavamiento de la zona, que se instala una vez finalizada la infraestructura de vía, canalizaciones y comunicaciones con parada y PCC</p> <p>Se restaura la operación en vía doble</p> <p>Trabajos de urbanización en el entorno de la plataforma y conexión de los aparatos al ramal</p> <p>Limitación de la velocidad de paso a 15 Km/h en presencia de trabajadores</p> <p>Los conductores deben aumentar la atención en la zona de trabajos y conducción con mayor precaución</p>

Analizando el tramo entre las Paradas de Plaza España y César Augusto, entre las que se situaría el tramo de vía única temporal, se indica a continuación la posición propuesta para ubicar los escapes "californianos"



A nivel de control de la explotación para el paso de tranvías en la zona de vía única temporal, se pueden distinguir dos tipos de funcionamiento:

- Control mediante orden del centro de control, con continua comunicación entre conductores y Puesto de control. Los operadores indicarían a los conductores el orden de circulación en ambos sentidos, teniendo como puntos de control las paradas contiguas a la vía única

- Puesta en servicio de una señalización temporal mediante señalización luminosa que indicase a los conductores cuando la zona de vía única permite el paso. Esta solución implicaría la instalación de balizas, señales y cableado en la zona de vía única y paradas contiguas, así como un armario de lógica ferroviaria.

Particularizando en este caso, la solución propuesta durante la explotación en vía única, es la de señalar mediante un sistema de señalización ferroviaria que indicase a los conductores en las paradas contiguas (Plaza España y César Augusto) si está circulando un tranvía en la zona. Según esta configuración, la zona de vía única sería la comprendida entre los escapes provisionales, aunque a efectos prácticos de explotación durante las obras solamente podría circular un tranvía a la vez entre las paradas de Cesar Augusto y Plaza España.

Se indica a continuación a modo de ejemplos, algunas imágenes de este tipo de actuaciones:



Respecto a los plazos que implicaría esta solución para la conexión del ramal, se indica a continuación la estimación para las principales fases de actuación:

- Trabajos preparatorios. Señalización ferroviaria y Señalización viaria - 20 días
- Demolición/retirada recubrimiento de la vía - 1 semana
- Instalación de los californianos y comienzo de funcionamiento de la VUTa (Vía única Temporal)- 1 noche
- Instalación del desvío de la otra vía - 11 días
- Cambio de posición de los californianos y comienzo de funcionamiento de la VUTb - 1 noche
- Instalación del desvío de la otra vía - 11 días

- Desmontaje de los californianos y restablecimiento de la explotación nominal - 1 noche

Duración total estimada: 1,5 meses

12. Servicios Afectados

12.1. Saneamiento

Se han seguido las recomendaciones del Servicio de Explotación de Redes y Cartografía municipal para dar solución a las condiciones particulares de la red en el tramo objeto de estudio.

En concreto se resumen en las siguientes actuaciones:

- Sustitución de conductos de diámetros inferiores a 30 cms por tubería de diámetro 50 cms.
- Sustitución de los ovoides 60 x 90, 70 x 110, 80 x 120 y 100 x 150 cms que discurren por la avenida de Madrid por conductos circulares de sección y capacidad hidráulica equivalentes.
- En todos aquellos pozos de registro en los que la tapa de acceso quedase en la plataforma del tranvía debería condenarse el acceso y realizar un nuevo pozo con su acceso fuera de la plataforma unido mediante una galería de comunicación al pozo antiguo que se mantiene.
- Con carácter general las secciones ovoides quedarían sustituidas por las siguientes secciones circulares:
 - 60 x 90 cms Φ 60 cms
 - 70 x 110 cms Φ 80 cms
 - 80 x 120 cms Φ 100 cms
 - 90 x 140 cms Φ 120 cms
 - 100 x 150 cms Φ 120 cms
- Se ha considerado en la evaluación económica la reposición de acometidas y sumideros, y para agilizar la ejecución que el relleno de zanjas se realice con mortero de baja resistencia en un volumen que suponga el 25% de la profundidad envolviendo el conducto por completo.

12.2. Distribución

Siguiendo los criterios de Servicio de Explotación de Redes municipal y la práctica ya experimentada en las obras en curso de la línea Parque-Goya-Valdespartera se ha procedido de la siguiente forma:

- Todos los entronques existentes en calles perpendiculares a Conde Aranda y Avenida de Madrid de tubería de fibrocemento, se sustituirían por tubería de función dúctil.
- En todos los cruces de tubería bajo la plataforma se ha previsto la colocación de una vaina de tubería de PVC adosada para permitir resolver sustituciones sin necesidad de afectar al servicio del tranvía.
- Todas las arquetas que alojan válvulas que fuesen a quedar bajo la plataforma se desplazarían fuera de la misma manteniendo la topología de la red y su esquema funcional.
- Para mayor rapidez de ejecución, al igual que para la red de saneamiento, se ha considerado que el relleno de zanjas se realizase con mortero de baja resistencia en un volumen que suponga el 25% de la profundidad envolviendo el conducto.