



Co-financed by the Connecting Europe  
Facility of the European Union



Consultoría y Asistencia Técnica para la redacción del Estudio de Viabilidad, Anteproyecto, Proyecto Constructivo de Referencia, Documentación Ambiental, Plan de Explotación y Programa Económico de una

## **Línea de Tranvía Este – Oeste en Zaragoza**

# **ANTEPROYECTO**

**Memoria**

Zaragoza, marzo de 2019



## ÍNDICE

<b>1. OBJETO Y ALCANCE.....</b>	<b>7</b>	4.5.6. Acabados de superestructura.....	22
<b>2. ANTECEDENTES .....</b>	<b>8</b>	<b>4.6. INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....</b>	<b>22</b>
<b>3. FINALIDAD Y JUSTIFICACIÓN DE LA OBRA.....</b>	<b>11</b>	4.6.1. Acometida .....	22
<b>4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS .....</b>	<b>13</b>	4.6.2. Medida de la energía eléctrica .....	23
<b>4.1. TRAZADO .....</b>	<b>13</b>	4.6.3. Instalaciones de tracción .....	23
4.1.1. Descripción general.....	13	4.6.4. Electrificación .....	23
4.1.2. Características más relevantes .....	13	<b>4.7. SEÑALIZACIÓN Y SISTEMAS .....</b>	<b>25</b>
4.1.3. Parámetros mínimos .....	14	4.7.1. Señalización.....	25
4.1.4. Sección transversal .....	14	4.7.2. Comunicaciones y centro de control .....	25
4.1.5. Trazado en planta .....	15	4.7.3. Sistema tarifario (billeteaje).....	26
4.1.6. Trazado en alzado.....	15	<b>4.8. ÁREA DE TALLERES Y COCHERAS .....</b>	<b>26</b>
4.1.7. Posición de paradas .....	15	<b>4.9. SEMAFORIZACIÓN .....</b>	<b>27</b>
4.1.8. Trazado en cocheras .....	16	<b>4.10. REPOSICIÓN DE SERVICIOS Y URBANIZACIÓN .....</b>	<b>27</b>
<b>4.2. CARTOGRAFÍA .....</b>	<b>17</b>	<b>4.11. OBRAS COMPLEMENTARIAS .....</b>	<b>28</b>
<b>4.3. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA.....</b>	<b>17</b>	4.11.1. Proyecto Urbanización de la G-19/1 del Plan General de ordenación urbana de Zaragoza (Entorno de la estación del Portillo) .....	28
<b>4.4. ESTRUCTURAS .....</b>	<b>18</b>	4.11.2. Urbanización de la plaza de San Miguel.....	28
<b>4.5. INFRAESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA. VÍA EN PLACA .....</b>	<b>19</b>	4.11.3. Carril Bici .....	28
4.5.1. Explanada.....	19	4.11.4. Intersección Avenida de Navarra-calle Miguel Herrero y Rodríguez de Miñón .....	29
4.5.2. Losa soporte de vía .....	19	4.11.5. Aparcamientos disuasorios.....	29
4.5.3. Sistema de vía.....	20	4.11.6. Bypass Tranviario con Línea 1 .....	29
4.5.4. Aparatos de vía.....	21	4.11.7. Intercambiadores .....	29
4.5.5. Atenuación de ruido y vibraciones .....	22	4.11.8. Interconexión con la estación de Zaragoza-Delicias.....	29
		<b>4.12. INTEGRACIÓN URBANA.....</b>	<b>31</b>



Co-financed by the Connecting Europe  
Facility of the European Union

<b>4.13. REORDENACIÓN Y REGULACIÓN DEL TRÁFICO.....</b>	<b>36</b>	<b>8. AFECCIONES AL ACTUAL SISTEMA DE TRANSPORTE.....</b>	<b>47</b>
<b>4.14. MATERIAL MÓVIL.....</b>	<b>39</b>	<b>8.1. REORDENACIÓN DEL VEHÍCULO PRIVADO.....</b>	<b>47</b>
<b>4.15. PRINCIPALES DIFERENCIAS CON LA OBRA CONTEMPLADA EN EL ESTUDIO DE VIABILIDAD</b>	<b>40</b>	8.1.1. Criterios de reordenación.....	47
<b>5. CAMBIO CLIMÁTICO.....</b>	<b>41</b>	8.1.2. Principales modificaciones sobre el viario urbano.....	48
5.1. EFECTOS DE LA INFRAESTRUCTURA SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO.....	41	8.1.3. Microsimulaciones.....	50
5.2. ADAPTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA A LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO.....	41	8.1.4. Reducción del uso del vehículo privado.....	51
5.2.1. Incremento de temperaturas.....	41	<b>8.2. REORDENACIÓN DE LA RED DE AUTOBÚS URBANO.....</b>	<b>51</b>
5.2.2. Variaciones sobre la pluviometría.....	42	<b>8.3. LÍNEA 1 DEL TRANVÍA DE ZARAGOZA.....</b>	<b>51</b>
5.2.3. Incremento del nivel del mar.....	42	<b>8.4. AFECCIONES AL TAXI.....</b>	<b>52</b>
5.2.4. Variaciones de las rachas máximas de viento.....	42	<b>9. ANÁLISIS DE COSTES.....</b>	<b>52</b>
<b>6. PREVISIONES DE DEMANDA.....</b>	<b>43</b>	<b>9.1. INVERSIÓN INICIAL.....</b>	<b>52</b>
6.1. MODELO DE DEMANDA.....	43	9.1.1. Presupuesto de construcción.....	52
6.2. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA.....	43	9.1.2. Adquisición de material móvil.....	53
6.2.1. Año de cálculo.....	43	9.1.3. Otros costes.....	53
6.2.2. Resultados obtenidos.....	43	9.1.4. Resumen de coste de inversión.....	53
6.2.3. Proyecciones de la demanda.....	44	<b>9.2. COSTE DE EXPLOTACIÓN.....</b>	<b>53</b>
<b>7. MODELO DE OPERACIÓN.....</b>	<b>45</b>	9.2.1. Tranvía.....	53
7.1. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA OPERACIÓN.....	45	9.2.2. Conexión de la Línea Este-Oeste del tranvía con la Estación Intermodal Zaragoza Delicias.....	54
7.2. CONFIGURACIÓN DE LÍNEAS Y FRECUENCIA.....	45	9.2.3. Resumen de los costes de explotación.....	54
7.3. MODELIZACIÓN.....	45	<b>10. PROGRAMA ECONÓMICO DEL ANTEPROYECTO.....</b>	<b>54</b>
7.3.1. Introducción.....	45	<b>10.1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>54</b>
7.3.2. Tiempo de recorrido.....	46	<b>10.2. TARIFAS APLICABLES.....</b>	<b>54</b>
<b>7.4. CÁLCULO Y EVOLUCIÓN DE LA FLOTA.....</b>	<b>46</b>	<b>10.3. INGRESOS PREVISIBLES.....</b>	<b>55</b>
		10.3.1. Ingresos por tarifas.....	55



Co-financed by the Connecting Europe  
Facility of the European Union



10.3.2. Otros ingresos .....	55
<b>10.4. GASTOS PREVISIBLES.....</b>	<b>55</b>
10.4.1. Inversión .....	55
10.4.2. Coste de explotación .....	56
<b>10.5. PLAN DE FINANCIACIÓN DE LA LÍNEA DE TRANVÍA ESTE-OESTE DE ZARAGOZA .....</b>	<b>56</b>
10.5.1. Actualización de los flujos de caja del Estudio de Viabilidad y Cálculo de la TIR del proyecto .....	57
<b>10.6. ANÁLISIS DE LOS FLUJOS DE CAJA DEL AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA.....</b>	<b>59</b>
<b>10.7. CONCLUSIONES DEL PROGRAMA ECONÓMICO .....</b>	<b>61</b>
<b>11. AFECCIONES AL PLANEAMIENTO.....</b>	<b>62</b>
<b>12. AFECCIONES AMBIENTALES.....</b>	<b>62</b>
12.1. INTRODUCCIÓN .....	62
12.2. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL ANTEPROYECTO.....	62
12.3. DIAGNÓSTICO TERRITORIAL Y DEL MEDIO AMBIENTE AFECTADO POR EL ANTEPROYECTO 62	
12.4. IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE IMPACTOS .....	63
12.5. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS .....	63
12.6. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL .....	63
<b>13. RIESGOS OPERATIVOS Y DURANTE LA CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>64</b>
<b>14. PRESCRIPCIONES PARA EL PROYECTO CONSTRUCTIVO.....</b>	<b>65</b>
<b>15. SEGURIDAD Y SALUD.....</b>	<b>65</b>
<b>17. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL ANTEPROYECTO .....</b>	<b>67</b>
<b>19. CONCLUSIONES .....</b>	<b>68</b>



Co-financed by the Connecting Europe  
Facility of the European Union

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Plano de alternativas .....	9	Ilustración 12. Integración de la glorieta de Los Enlaces .....	32
Ilustración 2. Nube de puntos capturados en el trabajo de campo .....	17	Ilustración 13. Integración de plaza Paraíso .....	34
Ilustración 3. Mapa Geotécnico y de Riesgos Geológicos de Zaragoza (IGME, 1987). Zona de estudio.....	18	Ilustración 14. Sección tipo paseo de la Constitución.....	35
Ilustración 4. Sección vía embebida con carril pre-revestido. Vista general.....	20	Ilustración 15. Esquema de vías y paradas .....	46
Ilustración 5. Sección vía embebida con carril pre-revestido. Detalle de sistema de sujeción de carril.....	21	Ilustración 16. Comparativa de flujos de caja con in ingreso medio neto de 0,50 €/billete .....	59
Ilustración 6. Itinerario de bus de conexión de la línea del tranvía con la Estación Intermodal de Zaragoza-Delicias .....	30	Ilustración 17. Comparativa de flujos de caja con in ingreso medio neto de 0,70 €/billete .....	59
Ilustración 7. Itinerario ruta ciclable .....	31	Ilustración 18. Comparativa de flujos de caja con in ingreso medio neto de 0,90 €/billete .....	60
Ilustración 8. Avenida de Navarra E-O .....	32	Ilustración 19. Comparativa de flujos de caja con in ingreso medio neto de 01,10 €/billete .....	60
Ilustración 9. Avenida de Navarra O-E .....	32	Ilustración 20. Comparativa de flujos de caja con in ingreso medio neto de 1,30 €/billete .....	60
Ilustración 10. Avenida de Navarra E-O .....	32	Ilustración 21. Flujo total acumulado según ingreso medio neto y porcentaje de financiación ajena .....	61
Ilustración 11. Paseo de Pamplona .....	32		



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Objetivos Generales de la Movilidad de Zaragoza (Revisión del MPUSZ 2018) .....	12	Tabla 16. Tiempo de ciclo completo .....	46
Tabla 2. Parámetros mínimos de diseño de trazado .....	14	Tabla 17. Cálculo de Flota.....	47
Tabla 3. Listado de paradas Eje Este .....	15	Tabla 18. Demanda y recorridos anuales en vehículo privado .....	51
Tabla 4. Listado de paradas Eje Oeste .....	15	Tabla 19. Resumen de costes de construcción (antes de IVA).....	52
Tabla 5. Listado de paradas Ramal San José Este.....	16	Tabla 20. Resumen de costes de adquisición de material móvil (antes de IVA) .....	53
Tabla 6. Listado de paradas Ramal San José Oeste .....	16	Tabla 21. Resumen de costes de inversión (antes de IVA) .....	53
Tabla 7. Características geotécnicas de las zonas atravesadas.....	18	Tabla 22. Resumen de costes durante la fase de explotación (€/anuales, antes de IVA).....	54
Tabla 8. Características de las subestaciones .....	23	Tabla 23. Resumen de costes de inversión (antes de IVA) .....	56
Tabla 9. Características de los postes .....	24	Tabla 24. Resumen de costes durante la fase de explotación (€/anuales, antes de IVA).....	56
Tabla 10. Reposición de carril bici.....	28	Tabla 25. Inversiones. Año de inversión. % de realización. Vida útil.....	57
Tabla 11. Demanda horaria en hora punta por modo .....	43	Tabla 26. Reinversiones. Partidas y Años .....	57
Tabla 12. Demanda anual por modo.....	43	Tabla 27. Inversiones.....	58
Tabla 13. Recorridos anuales por modo.....	43	Tabla 28. Costes de explotación .....	58
Tabla 14. Proyecciones de demanda. % sobre demanda calculada .....	44	Tabla 29. Rentabilidad económico-financiera.....	58
Tabla 15. Frecuencias de operación en horario de invierno.....	45		



## 1. OBJETO Y ALCANCE

El 16 de enero de 2015, el Gobierno de Zaragoza dispuso la Adjudicación del Contrato de Servicios para el “Estudio de viabilidad, anteproyecto, proyecto constructivo de referencia, documentación ambiental, plan de explotación y programa económico de una línea de tranvía este-oeste en Zaragoza” a la UTE formada por las empresas IDOM Ingeniería y Consultoría, S.A.U. y Técnica y Proyectos, S.A. El correspondiente contrato se firmó con fecha 30 de marzo de 2015, dando comienzo los trabajos el 7 de abril de 2015.

El resultado de los trabajos contratados se concreta en una serie de documentos que cronológicamente serían los siguientes:

- El Estudio de Viabilidad con la definición de alternativas, evaluación y selección de la opción más recomendable;
- El Anteproyecto de la alternativa seleccionada
- El Plan de Explotación del Anteproyecto, en el que se concreten los aspectos operativos de funcionamiento de la línea, con el dimensionamiento de personal, material y otros medios necesarios
- El Programa Económico del Anteproyecto, que establezca los escenarios de ingresos y gastos en diferentes horizontes temporales, permita garantizar una razonable financiación futura y la sostenibilidad económica de la actuación
- El Estudios y Evaluación de Impacto Ambiental
- Proyecto Constructivo de Referencia, Plan de Explotación y Modo de Gestión
- Pliegos Técnicos, Administrativos y documentación administrativa necesaria para la licitación

El 31 de enero de 2017 concluyó la elaboración del Estudio de Viabilidad de una línea de tranvía Este-Oeste en Zaragoza. Entre las actividades incluidas en dicho estudio se desarrolló el Análisis de Alternativas, efectuando un estudio técnico comparativo entre los distintos trazados finalmente considerados, con el objeto de seleccionar la alternativa más ventajosa para la ciudad, siendo ésta la denominada en el estudio como 3A, con el siguiente recorrido:

- Tramo común: glorieta de los Enlaces-avenida de Madrid-calle Rioja-Avda. de Navarra-calle de Escrivá de Balaguer-paseo de María Agustín-paseo de Pamplona-paseo de la Constitución-paseo de la Mina-calle Miguel Servet.
- Ramal de Las Fuentes: por las calles de Compromiso de Caspe y Rodrigo Rebolledo.

- Ramal de San José: por la avenida de San José hasta el paseo del Canal.
- Extensión a Valdefierro: por avenida Manuel Rodríguez Ayuso desde la glorieta de Los Enlaces hasta la glorieta de la calle Orión-ronda Ibón de Plan.

El 25 de mayo de 2018 el Gobierno de Zaragoza aprobó el Estudio de Viabilidad de la Línea Este-Oeste del tranvía de Zaragoza.

El presente documento desarrolla, a nivel de anteproyecto constructivo, la infraestructura, superestructura y material móvil de la alternativa elegida, con el correspondiente plan de explotación y el programa económico que lo sostenga y con expresión de las características que deben reunir cada una de las componentes de la obra entendida en toda su extensión.

El trabajo contiene toda la documentación precisa para los trámites de Información Pública, tanto desde el punto de vista del trazado, como medioambiental, a nivel de anteproyecto de la solución elegida. Se exponen las circunstancias que justifican la declaración de interés general de la actuación y los factores y parámetros de diseño que han conducido al trazado propuesto.

## 2. ANTECEDENTES

En septiembre de 2006 el Gobierno de Aragón y el Ayuntamiento de Zaragoza elaboraron el “**Plan de Movilidad Sostenible de Zaragoza**” (**Plan Intermodal de Transportes del Área de Zaragoza**). Entre las estrategias planteadas para la consecución de los objetivos establecidos se incluyeron las siguientes:

1. Crear nuevos modos de transporte de capacidad media y alta para atender los flujos más importantes de la demanda como el ferrocarril de cercanías y la red de tranvía – metro ligero.
2. Definir las redes de transporte con los grados de libertad necesarios para que puedan adaptarse a la evolución de los asentamientos residenciales y de empleo, como la red de tranvías que admite prolongaciones a nuevas zonas, el desarrollo de la red de cercanías y el dimensionamiento de las redes de autobuses para los últimos horizontes del PIT.
3. Implantar la solución de tranvía – metro ligero atendiendo a las líneas de deseo de la demanda que, por su volumen, puedan justificarlo.
4. Crear nuevos modos de transporte que mejoren las características de la oferta de los existentes, especialmente en materia de velocidad, regularidad y fiabilidad del servicio, con las propuestas que incorporan modos ferroviarios y la extensión de plataformas de uso reservado.

Las estrategias fueron concretadas en una serie de medidas, entre las que se incluyeron la red de tranvía – metro ligero con un programa de nuevas líneas de tranvía – metro ligero:

- a) Actur – Romareda (horizonte 2010)
- b) Delicias- Las Fuentes (horizonte 2015)
- c) Torrero - La Jota (horizonte 2015)
- d) Prolongación de la línea (N-S) a Parque Goya (horizonte antes 2015)
- e) Prolongación de la línea (N-S) hasta Casablanca (horizonte antes 2015)
- f) Prolongación de la línea (N-S) desde Casablanca hasta Valdespartera (horizonte antes 2015)



Con fecha enero de 2006 se redacta el “**Estudio de viabilidad de alternativas de una línea de tranvía–metro ligero norte–sur en Zaragoza**” (Gobierno de Aragón y Ayuntamiento de Zaragoza). Tras la redacción de los proyectos de referencia correspondientes a las diferentes actuaciones y el consiguiente proceso de licitación, el 10 de julio de 2009 se produjo la adjudicación definitiva de la selección del Socio Privado (Traza) que participa con el Ayuntamiento de Zaragoza en la Sociedad de Economía Mixta (SEM), constituyéndose la Sociedad de Economía Mixta Los Tranvías de Zaragoza el 13 de julio del mismo año.

Las obras dieron comienzo el 17 de agosto de 2009. Entre el 19 de abril de 2011 y el 26 de marzo de 2013 se puso en servicio **la Línea 1 del Tranvía de Zaragoza (N-S) desde Valdespartera a Parque Goya**, dando así cumplimiento a las propuestas a), d), e) y f) del Plan de Movilidad Sostenible de Zaragoza.

En desarrollo de la propuesta b) Delicias - Las Fuentes del “Plan de Movilidad Sostenible de Zaragoza” (Plan Intermodal de Transportes del Área de Zaragoza), el Ayuntamiento de Zaragoza presentó en junio de 2013 un **estudio preliminar para la Línea Este-Oeste del Tranvía de Zaragoza** en el que se definían los siguientes trazados:

- Ramal Oeste: entre los Enlaces y plaza de España (con uso compartido de la calle Coso con Línea 1): Avenida de Madrid-Conde Aranda-Coso-Plaza de España.
- Ramal Este: el estudio plantea un tramo común Plaza de España – Coso – Espartero – Plaza de San Miguel – Miguel Servet, un ramal fijo a la calle Compromiso de Caspe, además de un ramal complementario, para el que define tres opciones:
  - Opción 1: Miguel Servet hasta prácticamente el cruce con el Tercer Cinturón.
  - Opción 2: Avenida de San José hasta el cruce con Cesáreo Alierta, hasta las cercanías del Pabellón Príncipe Felipe.
  - Opción 3: San José en toda su extensión hasta alcanzar las proximidades del Canal Imperial. En esta alternativa ya se planteaba la posibilidad de conectar con el barrio de Torrero, con un servicio de autobuses hasta la parada del Canal Imperial.

Con fecha 28 de agosto de 2014, el Ayuntamiento de Zaragoza licita el contrato de “**Consultoría y Asistencia Técnica para la redacción del Estudio de Viabilidad, Anteproyecto, Proyecto Constructivo de Referencia, Documentación Ambiental, Plan de Explotación y Programa Económico de una Línea de Tranvía Este – Oeste en Zaragoza**”. Con fecha 16 de enero de 2015,

el Gobierno de Zaragoza dispuso la adjudicación del estudio a la Unión Temporal de Empresas formada por IDOM Ingeniería y Consultoría, S.A.U. (actualmente IDOM Consulting, Engineering, Architecture, S.A.U.) y Técnica y Proyectos, S.A. (TYPESA)

Dicho contrato fue firmado con fecha 30 de marzo de 2015, dando comienzo los trabajos el 7 de abril de 2015.

Con fecha 27 de mayo de 2016 se presenta el **Análisis de Alternativas de la Línea de Tranvía Este – Oeste en Zaragoza**. El objeto de este análisis fue efectuar un estudio técnico comparativo entre los distintos trazados finalmente considerados (ocho en total), con el objeto de seleccionar la alternativa más ventajosa para la ciudad para su desarrollo a nivel anteproyecto, y posteriormente a nivel de proyecto constructivo de referencia. Durante la elaboración del citado documento se efectuó un primer proceso participativo de la ciudadanía.

Finalizado el análisis de las alternativas de trazado, el Ayuntamiento de Zaragoza consideró de interés especial la incorporación, en todas las alternativas de trazado la prolongación del trazado de la Línea Este-Oeste desde la glorieta de los Enlaces hacia Valdefierro, ya que esta prolongación proporcionaría una mejora de la accesibilidad al transporte público para los barrios de Miralbueno, Oliver, Valdefierro, Rosales del Canal y Arcosur.

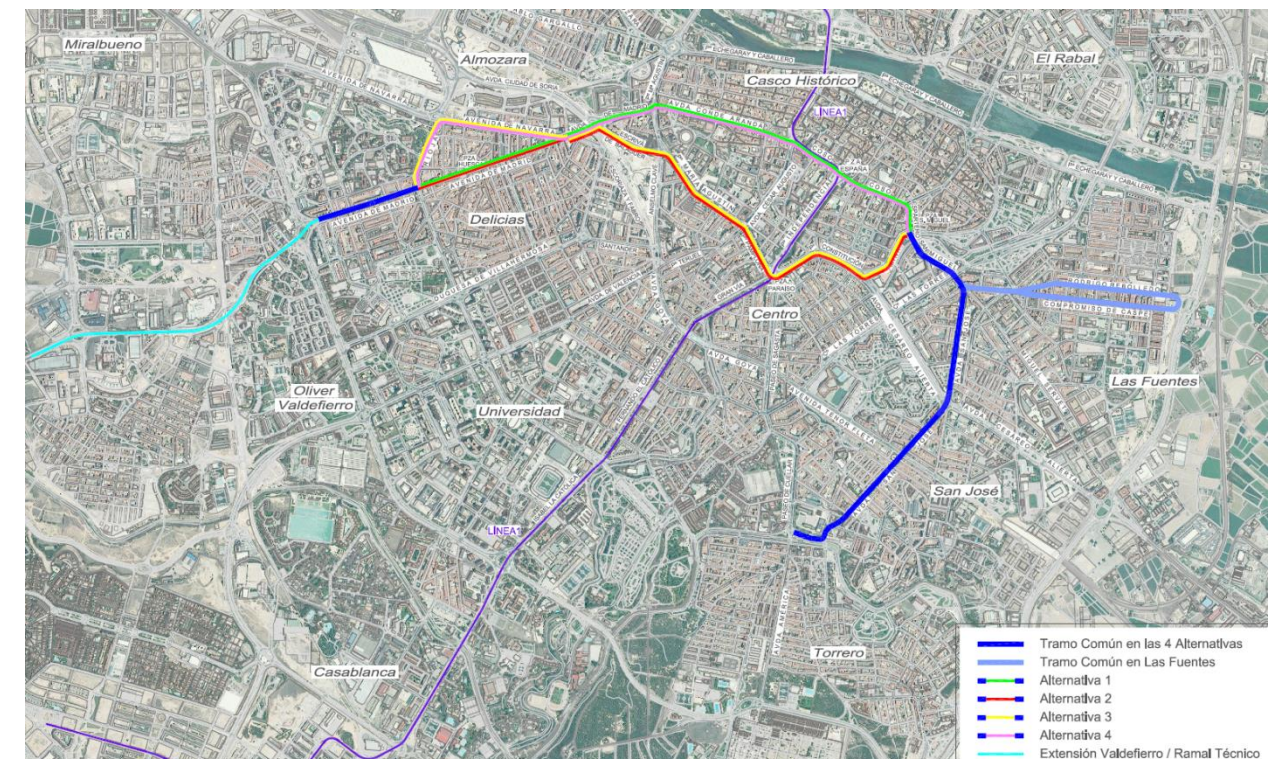


Ilustración 1. Plano de alternativas

De este modo, se procedió a la elaboración de una adenda al Análisis de Alternativas recogiendo la matriz multicriterio actualizada y concluyente que permitió llevar a cabo la comparación técnica entre las alternativas denominadas en el estudio como 1A, 2A, 3A y 4A, que contemplan este ramal de prolongación hasta Valdefierro, sin tener en consideración aquellas que no lo incorporaban. Dicha adenda fue presentada con fecha 2 de noviembre de 2016.

Dada la relevancia de la selección de la alternativa que finalmente será desarrollada a nivel anteproyecto y proyecto constructivo, el Ayuntamiento de Zaragoza decidió incluir la opinión de la ciudadanía en el proceso de selección de alternativas, elaborando una matriz mixta en la que la decisión técnica tuviera una ponderación del 70% y la opinión ciudadana una ponderación del 30%.

Para ello se convocaron un total de ocho jornadas informativas para explicar las conclusiones del Estudio de Alternativas. Las sesiones se desarrollaron entre el 11 de noviembre y el 2 de diciembre de 2016. Entre el 12 y el 19 de diciembre de 2016 se desarrolló una encuesta ciudadana. Una vez determinada tanto la puntuación técnica, como la opinión de la ciudadanía, se elaboró la matriz multicriterio global, que indicaba que la alternativa más ventajosa para la ciudadanía es la Alternativa 3A, con el siguiente recorrido:

- Tramo común: glorieta de los Enlaces-avenida de Madrid-calle Rioja-Avda. de Navarra-calle de Escrivá de Balaguer-paseo de María Agustín-paseo de Pamplona-paseo de la Constitución-paseo de la Mina-calle Miguel Servet.
- Ramal de Las Fuentes: por las calles de Compromiso de Caspe y Rodrigo Rebolledo.
- Ramal de San José: por la avenida de San José hasta el paseo del Canal.
- Extensión a Valdefierro: por avenida Manuel Rodríguez Ayuso desde la glorieta de Los Enlaces hasta la glorieta de la calle Orión-ronda Ibón de Plan.

Con fecha 27 de enero de 2017, el Gobierno de Zaragoza prestó su conformidad a la selección de la alternativa 3A como más ventajosa y a la redacción del correspondiente Estudio de Viabilidad. Con fecha 31 de enero de 2017 se presentó el Estudio de Viabilidad de una Línea de Tranvía Este – Oeste en Zaragoza.

Siguiendo con lo establecido en PPTP del contrato, el Gobierno de Zaragoza, con fecha 10 de febrero de 2017, acordó someter el Estudio de Viabilidad de la línea de tranvía este-oeste en Zaragoza al trámite de Información Pública. El jueves 16 de febrero de 2017 se publicó en el Boletín Oficial de la Provincia de Zaragoza, Nº38, el anuncio del Servicio de Movilidad Urbana relativo al trámite de información pública el Estudio de Viabilidad de la línea de tranvía este-oeste en Zaragoza. El periodo de información pública durante el cual se podía presentar alegaciones al Estudio fue de un mes, con fecha de finalización el 16 de marzo de

2017. Entre las alegaciones recibidas figuraba la incorporación al citado estudio las conclusiones obtenidas en la Revisión del Plan de Movilidad Urbana Sostenible de 2017.

El 25 de mayo de 2018 el Gobierno de Zaragoza aprueba el Estudio de Viabilidad de la Línea Este-Oeste del tranvía de Zaragoza.

El Ayuntamiento de Zaragoza, a través del Servicio de Movilidad Urbana, una vez terminada la vigencia del anterior Plan de Movilidad Urbana Sostenible del año 2006-07, en el año 2016 convocó concurso para la contratación de la asistencia técnica para la **Revisión del Plan de Movilidad Sostenible del Municipio de Zaragoza**. Los trabajos dieron comienzo el 22 de diciembre de 2016.

Hasta la fecha de redacción del presente anteproyecto se han desarrollado las siguientes fases:

- FASE 0: Prediagnóstico y objetivos generales
- FASE 1: Análisis y diagnóstico
- FASE 2: Propuestas. Elaboración de la revisión del Plan de Movilidad Sostenible.
- FASE 3: Aprobación de la revisión del Plan de Movilidad Sostenible. Desarrollada hasta la fecha de redacción del presente Anteproyecto la Recopilación de alegaciones.

La revisión del Plan de Movilidad Sostenible de Zaragoza contempla, ente sus propuestas en materia de transporte colectivo, un corredor de alta capacidad asociado a la Línea Este-Oeste del tranvía de Zaragoza.

En noviembre de 2017, el Ayuntamiento de Zaragoza y el Consorcio de Transportes del Área de Zaragoza formalizaron un acuerdo de subvención con la Comisión Europea, dentro del instrumento de financiación “Conectar Europa” – Transporte CEF, por el proyecto conjunto presentado bajo el título “**Linking Zaragoza 2016-ES-TM-0133-S**”. El objetivo del proyecto “Linking Zaragoza” es la mejora de la conectividad, funcionalidad y accesibilidad de la Estación Intermodal de Delicias y su entorno. Para ello quedan contempladas, en el marco de este proyecto europeo, y entre otras actuaciones, la finalización del Estudio de la Línea Este-Oeste de tranvía de Zaragoza para la alternativa de trazado seleccionado, además de integrar otros estudios de mejora de la intermodalidad con las estaciones de Delicias y El Portillo con el entorno urbano y metropolitano.

En este contexto del proyecto “Linking Zaragoza”, las Cortes de Aragón instaron al Gobierno de Aragón a comenzar cuantas acciones fuesen necesarias, en colaboración con el Ayuntamiento de Zaragoza y el Consorcio de Transportes del Área de



Zaragoza, para iniciar el estudio de una “línea tren-tram” que conecte Zaragoza con su área metropolitana y su entorno más cercano en Aragón, sobre el segundo trazado del tranvía.

Es por ello que, en paralelo a la elaboración del Anteproyecto de la Línea Este-Oeste de Zaragoza, y con fecha 21 de diciembre de 2018, el Consorcio de Transportes de Área de Zaragoza adjudica la elaboración del “Estudio de Viabilidad para el establecimiento de un servicio tren-tram entre Zaragoza y Villanueva de Gállego, integrado en un corredor ferroviario Zaragoza-Huesca”, dando comienzo estos trabajos el 8 de enero de 2019.

### 3. FINALIDAD Y JUSTIFICACIÓN DE LA OBRA

La segunda línea del tranvía de Zaragoza, que recorrerá la ciudad de este a oeste, conectará los barrios de Milalbueno, Oliver, Valdefierro, Rosales del Canal, Delicias, Las Fuentes y San José, con el centro de la ciudad, los principales puntos atractores de movilidad, y con la actual Línea 1 (norte-sur), proporcionando por tanto una mejora de la conectividad de estos barrios con la mayor parte de la ciudad.

La Línea Este-Oeste cumple con los objetivos establecidos en el Plan Intermodal de Transporte – Plan de Movilidad Sostenible de Zaragoza (2006), al:

- Atender la demanda de transporte en las mejores condiciones técnicas, económicas, de calidad y ambientales.
- Proporcionar cobertura al derecho a la movilidad de la población.
- Diseñar un modelo de transporte más eficiente y sostenible, en términos económicos y ambientales.
- Fomentar el uso de los modos menos consumidores de espacio y de energía.
- Incorporar el modo ferroviario al sistema de transporte metropolitano.
- Promover un sistema de transporte cuyo diseño y funcionamiento proporcione a la demanda de transporte la garantía de atención de todas sus necesidades, contempladas integralmente.
- Mantener y, si cabe, incrementar la participación del transporte colectivo en la atención a la demanda de desplazamientos mecanizados.
- Extender el derecho a la información en todos los modos de transporte colectivo.

Asimismo, la Línea Este-Oeste da cumplimiento a las siguientes estrategias planteadas para la consecución de los citados objetivos:

- Crear nuevos modos de transporte de capacidad media y alta para atender los flujos más importantes de la demanda como el ferrocarril de cercanías y la red de tranvía – metro ligero.
- dimensionamiento de las redes de autobuses para los últimos horizontes del PIT.

- Implantar la solución de tranvía – metro ligero atendiendo a las líneas de deseo de la demanda que, por su volumen, puedan justificarlo.
- Crear nuevos modos de transporte que mejoren las características de la oferta de los existentes, especialmente en materia de velocidad, regularidad y fiabilidad del servicio, con las propuestas que incorporan modos ferroviarios y la extensión de plataformas de uso reservado.

Asimismo, la Línea Este-Oeste recogida en el presente Anteproyecto supone un segundo paso para el cumplimiento de las medidas concretas expresadas en el PIT-PMSZ, entre las que se incluyeron la red de tranvía – metro ligero basada en tres líneas:

5. Actur-Romareda (y extensiones hasta Valdespartera y Parque Goya)
6. Delicias-Las Fuentes (Línea Este-Oeste)
7. Torrero – La Jota

La implantación de la Línea Este-Oeste del tranvía supondrá la potenciación un modo de transporte sostenible y económicamente eficiente en el largo plazo, la mejora de la eficiencia energética, la reducción de emisiones, la mejora de la seguridad, la comodidad y la accesibilidad, entre otras.

Por otro lado, la revisión del **Plan de Movilidad Sostenible de Zaragoza de 2018** contempla, ente sus propuestas en materia de transporte colectivo, un corredor de alta capacidad asociado a la Línea Este-Oeste del tranvía de Zaragoza, enmarcada dentro de las siguientes estrategias:

- Estrategias de transporte urbano colectivo (EC)
  - EC.01. Corredores de Alta Capacidad
    - EC.01.02. Corredor de Alta Capacidad. Línea Este-Oeste de tranvía
- Estrategias de Intermodalidad (IM)
  - IM.03. Mejora de la conectividad de la Estación Intermodal de Zaragoza Delicias (EIZD) y la red de transporte urbano e interurbano

- IM.04 Estudio y mejora de la conectividad de la Línea Este-Oeste de tranvía y el sistema ferroviario

La Línea Este-Oeste del tranvía de Zaragoza cumple todos los objetivos generales de movilidad de Zaragoza expresados en la Revisión del PMUSZ, a excepción del EFI2 (relacionado con la distribución urbana de mercancías).

Tabla 1. Objetivos Generales de la Movilidad de Zaragoza (Revisión del MPUSZ 2018)

<b>OBJETIVOS GENERALES</b>	<b>Segura y saludable (SSA)</b>	SSA1	Disminuir el número de vehículos privados circulando por la ciudad, pero, considerando las necesidades de desplazamientos puerta a puerta
		SSA2	Reducir la contaminación atmosférica y acústica
		SSA3	Reducir el número y la gravedad de los accidentes de tráfico
	<b>Intermodal (INT)</b>	INT1	Desarrollar un planteamiento Sistémico entre todos los modos de transporte
		INT2	Mejorar la Intermodalidad del sistema de transporte público, evitando solapamientos en los servicios y desarrollando una integración tarifaria
		INT3	Facilitar el intercambio modal a modos de desplazamientos sostenibles
	<b>Accesible (ACC)</b>	CC1	Garantizar la Accesibilidad Universal al Sistema de Movilidad
		ACC2	Reequilibrar y redistribuir el espacio disponible en la vía pública, poniendo en valor la movilidad no motorizada
		ACC3	Fomentar la equidad social en el acceso de la ciudadanía al Sistema de Movilidad
	<b>Eficiente (EFI)</b>	EFI1	Desarrollar un transporte público más eficiente
		EFI2	Plantear un modelo eficiente de Distribución Urbana de Mercancías
		EFI3	Impulsar e incentivar los vehículos menos contaminantes
		EFI4	Fomentar el uso de energías limpias y renovables
		EFI5	Aplicar las Nuevas Tecnologías en la gestión de la movilidad

## 4. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

A continuación, se muestran de forma resumida las principales características de las obras diseñadas que corresponden, como se ha indicado, a la alternativa seleccionada para el Estudio de Viabilidad que fue la denominada Alternativa 3A.

### 4.1. TRAZADO

#### 4.1.1. Descripción general

El tramo comercial de la alternativa se inicia en la antigua carretera de Madrid, a la altura del cruce con la ronda Ibón de Plan, discurrendo por dicha vía hasta la glorieta de los Enlaces. y accediendo al barrio de las Delicias por la Avda. de Madrid. A la altura de la calle Rioja el trazado gira a la izquierda para continuar por la Avda. de Navarra para dirigirse al centro de la ciudad por la calle Escrivá de Balaguer, paseo María Agustín y Paseo Pamplona.

La alternativa se cruza con la Línea 1 de tranvía en la Plaza Paraíso, continuando por el paseo de la Constitución, para girar posteriormente hacia el paseo de la Mina y cruzar el río Huerva por la calle Miguel Servet. Una vez que cruza camino de las Torres, la línea se bifurca en dos ramales: el primero de ellos da servicio al barrio de Las Fuentes mediante una plataforma de vía simple que circula por la calle Compromiso de Caspe y retorna por la calle Rodrigo Rebolledo, mientras que la segunda sube por la avenida San José hasta el Canal Imperial, donde se sitúa la parada de fin de línea.

Por otra parte, durante la redacción de este anteproyecto se produjo el proceso de Consulta Pública de la “Revisión del Plan de Movilidad Urbana Sostenible del Municipio de Zaragoza”, desarrollado por el Ayuntamiento de Zaragoza y finalizado el 3 de diciembre de 2018. Entre las medidas propuestas en el PMUSZ, y aprobadas en dicho proceso, en el apartado de “Estudio y mejora de la conectividad de la red tranviaria y ferroviaria (IM.04)”, se indica que la “Línea Este-Oeste del tranvía se debería proyectar como una línea con plataforma compatible con la circulación de unidades de tren-tram, para optimizar por tanto la intermodalidad entre ambos sistemas”.

Los parámetros de diseño adoptados para el trazado están condicionados por los siguientes factores:

- Condiciones físicas de la configuración del tejido urbano y sus limitaciones. Se consideran como determinantes las condiciones de los tramos más críticos (como son; ángulos agudos en intersecciones, esquinas de los edificios allí ubicados), así como la necesidad de respetar los intereses del peatón, la necesidad de permitir la circulación del tráfico vial indispensable, y la pendiente del viario en los corredores considerados. Estas condiciones afectan

principalmente a los criterios del trazado tales como radios de curvas horizontales y, en su caso, de pendientes y radios de curvas verticales.

- Compatibilidad de la línea con un servicio tren-tram. Esto ha implicado la modificación de los parámetros mínimos a considerar en el diseño del trazado de la Línea Este-Oeste de tranvía en el tramo de uso compartido. Las principales diferencias son:
  - Radio mínimo en planta: se incrementa de 25 m a 30 m.
  - Gálibos: se produce modificación de los gálibos por el distinto empaque de ambos tipos de vehículos. En radios pequeños, el barrido en las curvas exteriores puede llegar a ser hasta 0,5 m superior en el tren-tram al de un tranvía, lo que afecta en primer lugar al entreeje y en segundo lugar a la definición de la zona libre de obstáculos (GLO) en los exteriores de la plataforma.
- Capacidad del material móvil de ubicarse en el trazado viario dentro de las limitaciones antes mencionadas, es decir, su capacidad de circular por curvas horizontales y verticales de radios mínimos y, en su caso, subir, bajar y detenerse con seguridad en pendientes relativamente pronunciadas. En el primer aspecto, tienen que considerarse, además, los aspectos espaciales del material móvil en situaciones más críticas, teniendo en cuenta por ejemplo el ancho físico estático de los vehículos, sus gálibos dinámicos (especialmente en curvas de radio pequeño), la longitud de sus unidades y las posibles composiciones, etc.

En el segundo aspecto, relacionado con pendientes pronunciadas, la problemática es relativamente menos complicada: la capacidad del material móvil de superar pendientes de consideración es solamente función del dimensionamiento del equipamiento electromecánico (potencia instalada y refrigeración de los motores, proporción de ejes motorizados, potencias de frenado normal y de emergencia, suministro y control de la energía de tracción, etc.), pero sin afectar a la configuración, dimensionamiento, capacidad, radios de giro, etc., de los vehículos.

#### 4.1.2. Características más relevantes

Las características más relevantes de la línea diseñada son las siguientes:

1. Longitud total: 9,79 kilómetros (este - oeste). 9,88 kilómetros (oeste - este).
  - Tramo común: Vía doble con una longitud de 4.760 metros.

- Ramal las Fuentes: 1.460 metros (este - oeste) / 1.550 kilómetros (oeste - este).
  - Ramal San José: Vía doble con una longitud de 1.930 metros.
  - Ramal Valdefierro: Vía doble con una longitud de 1.640 metros
2. Número de cocheras-talleres: 1 ud.
3. Número de paradas: 21 (23 si se consideran como paradas independientes las paradas equivalentes de Compromiso de Caspe y Rodrigo Rebolledo).

#### 4.1.3. Parámetros mínimos

Para el diseño se ha aplicado los siguientes parámetros mínimos:

Tabla 2. Parámetros mínimos de diseño de trazado

DATOS	RESULTADOS FINALES
<b>DISEÑO DEL ANDEN</b>	
DISTANCIA EJE ANDEN (RECTA)	1.400 mm (a revisar en función del material móvil elegido)
ALTURA DEL ANDEN	280 mm (a revisar en función del material móvil elegido)
RADIO MINIMO EN PARADA	400 m
RAMPA MAXIMA EN PARADA	2,00% deseable
RADIO PARABOLICO MINIMO EN PARADA	3.000 m
ANCHO DE ANDEN	3,50 m para los laterales (mínimo 2,80 m útiles) 4,70 m para los centrales (mínimo 4,00 útiles)
LONGITUD DE ANDÉN	68 (65 m excepcionalmente)
TIPOLOGIA ANDENES	Laterales, salvo problemas de inserción
<b>DISEÑO DE LA VIA</b>	
VELOCIDAD MAXIMA	20 km/h en zona peatonal 50 km/h en superficie
ACELERACION TRANSVERSAL SIN COMPENSAR (cálculo)	0,65 m/s <sup>2</sup>
ACELERACION TRANSVERSAL SIN COMPENSAR (diseño)	1,00 m/s <sup>2</sup>
VARIACION DE ACELERACION SIN COMPENSAR	0,40 m/s <sup>3</sup>
RADIO MINIMO EN PLANTA	Tranvía: 30 m (excepcionalmente 25 m) en línea Tren-tram: 35 m (excepcionalmente 30 m) en línea 22 m excepcional en talleres

DATOS	RESULTADOS FINALES
RADIO MINIMO DE LOS ACUERDOS VERTICALES	1.000 m
	500 m excepcional cóncavo
	500 m excepcional convexo
COMBINACION DE UNA PARABOLA VERTICAL Y UNA CURVA EN PLANTA	40 m ≤ R ≤ 70m Kv ≥ 3000 m
	70 m ≤ R ≤ 200m _ Kv ≥ 1500 m
RAMPA MÁXIMA	5,00%
	7,50% excepcional
RELACION ENTRE DECLIVIDAD ρ Y RADIO R	ρ + 800/R ≤ 75‰
PERALTE MAXIMO	150 mm
RAMPA DE PERALTE MAXIMA	2 mm/m
	3 mm/m excepcional
INSUFICIENCIA DE PERALTE	100 mm
LONGITUD MINIMA DE ALINEACION RECTA	10 m (a efectos de validez de la tabla de clotoides)
LONGITUD MINIMA DE CLOTOIDE	12 m (a efectos de validez de la tabla de clotoides)

#### 4.1.4. Sección transversal

A efectos de diseño se ha considerado un ancho de vía de 1,435 mm (ancho internacional o ancho UIC), idéntico al de la Línea 1 del tranvía de Zaragoza.

Para esta fase de los trabajos se han planteado tres secciones tipo diferentes en función del tipo y ancho de calle:

##### Tipo I:

La sección general corresponde a calles con anchura suficiente y se ha establecido un ancho total de 8 metros (incluidos los dos bordillos GLO que delimitan la plataforma reservada). Se ha considerado esta sección todo el recorrido (avda. Martínez Ayuso, avda. Madrid, calle Rioja, Avda. Navarra, paseo Pamplona y paseo María Agustín, paseo Constitución, paseo de la Mina y calle Miguel Servet).

##### Tipo II:

Corresponde a la Avda. San José, en las que la anchura disponible ha aconsejado disminuir el ancho de la franja reservada hasta los 7 metros. Ello significa que en este caso los postes necesarios para soportar la catenaria, no pueden situarse en el espacio entre los dos sentidos de circulación.

**Tipo III:**

Este tipo corresponde a secciones con vía de sentido único, lo que ocurre en el ramal a Las Fuentes (calles Compromiso de Caspe y Rodrigo Rebolledo). En este caso se ha considerado un ancho reservado total de 4 metros.

**4.1.5. Trazado en planta**

Los radios de giro empleados son iguales o superiores a 30 m con una única excepción: el giro entre la Avda. de Madrid y la calle Rioja para las que se ha previsto radios de 29 m en el caso de la vía dirección Este y 25 m para la dirección Oeste.

Para el tramo compartido tren-tram, los radios de giro son superiores a 35 m a excepción del giro entre paseo de la mina y la calle Miguel Servet, donde se han previsto radios de 30 para la dirección Este y 34 para la Oeste.

**4.1.6. Trazado en alzado**

Pendientes que se mantienen inferiores al 3% con dos únicas excepciones en las calles Rioja y San José (último tramo) en las que se alcanzan pendientes en torno al 7%.

**4.1.7. Posición de paradas**

La línea dispone de un total de 21 paradas. De ellas, 11 corresponden al tramo común (Los Enlaces-Miguel Servet), indicadas con los números P04 a P14, en ambos sentidos. En el ramal a Valdefierro se disponen 3 paradas (P01 a P03 en ambos sentidos), en el ramal a Las Fuentes se disponen otras tres paradas (P15 a P17 en ambos sentidos), y en el ramal a San José 4 paradas adicionales (P18 a P21 en ambos sentidos).

Las paradas que podrán ser utilizables por un tren-tram son las indicadas con los números P09 a P17, en ambos sentidos.

Las paradas se han dispuesto a distancias variables entre 330 y 660 metros aproximadamente.

Tabla 3. Listado de paradas Eje Este

EJE	PARADA	INICIO	CENTRO	FINAL	LONG	POSICION	
EJE-ESTE	P01-E	Valdefierro	0+002	0+072	0+142	140,0'	CENTRAL DOBLE
	P02-E	Anillo Verde	0+683	0+719	0+754	70,8	CENTRAL
	P03-E	Martínez Ayuso-Los Enlaces	1+226	1+261	1+296	70,0	CENTRAL
	P04-E	Av. Madrid - Los Enlaces	1+622	1+657	1+692	70,0	CENTRAL
	P05-E	Av. Madrid - Rioja	2+120	2+155	2+190	70,0	LATERAL
	P06-E	Av. Navarra - Estación Delicias	2+695	2+730	2+765	70,0	LATERAL
	P07-E	Av. Navarra - Aljafería	3+208	3+243	3+278	70,0	LATERAL
	P08-E	El Portillo - Escrivá Balaguer	3+671	3+706	3+740	69,4	LATERAL
	P09-E	Pº María Agustín - Pignatelli	4+159	4+194	4+229	70,0	CENTRAL
	P10-E	Puerta del Carmen	4+682	4+724	4+765	82,7	CENTRAL
	P11-E	Pº Constitución	5+032	5+067	5+102	70,0	LATERAL
	P12-E	Pº de La Mina	5+598	5+633	5+668	70,0	CENTRAL
	P13-E	Pza. San Miguel	6+000	6+035	6+070	70,0	CENTRAL
	P14-E	C/ San Miguel – Cº de Las Torres <sup>2</sup>	6+350	6+374	6+401	50,0	LATERAL
	P15-E	Compromiso de Caspe -García Burriel	6+939	6+974	7+009	69,9	LATERAL DCHA.
	P16-E	Compromiso de Caspe	7+293	7+328	7+363	70,0	LATERAL DCHA.
	P17-E	San Adrián de Sasabe	7+748	7+783	7+818	70,0	CENTRAL

<sup>1</sup> Se establece la parada como terminal de regulación

<sup>2</sup> Longitud para primera fase de explotación

Tabla 4. Listado de paradas Eje Oeste

EJE	PARADA	INICIO	CENTRO	FINAL	LONG	POSICION	
EJE-OESTE	P01-O	Valdefierro	0+002	0+072	0+142	140,0 <sup>3</sup>	CENTRAL DOBLE
	P02-O	Anillo Verde	0+681	0+716	0+751	69,6	CENTRAL
	P03-O	Martínez Ayuso-Los Enlaces	1+223	1+258	1+293	70,0	CENTRAL
	P04-O	Av. Madrid - Los Enlaces	1+622	1+657	1+692	69,8	CENTRAL
	P05-O	Av. Madrid - Rioja	2+120	2+155	2+190	70,0	LATERAL
	P06-O	Av. Navarra - Estación Delicias	2+696	2+731	2+766	70,0	LATERAL
	P07-O	Av. Navarra - Aljafería	3+209	3+244	3+279	70,0	LATERAL
	P08-O	El Portillo - Escrivá Balaguer	3+669	3+706	3+743	74,1	LATERAL
	P09-O	Pº María Agustín - Pignatelli	4+164	4+199	4+234	70,0	CENTRAL
	P10-O	Puerta del Carmen	4+688	4+730	4+771	82,7	CENTRAL
	P11-O	Pº Constitución	5+032	5+067	5+102	70,0	LATERAL
	P12-O	Pº de La Mina	5+597	5+631	5+666	70,0	CENTRAL
	P13-O	Pza. San Miguel	6+005	6+040	6+075	70,0	CENTRAL
	P14-O	C/ San Miguel – Cº de Las Torres <sup>4</sup>	6+350	6+374	6+401	50,0	LATERAL
	P15-O	Monasterio del Pueyo	6+844	6+879	6+914	70,0	LATERAL DCHA.
	P16-O	Rodrigo Rebolledo	7+439	7+474	7+509	70,0	LATERAL DCHA.
	P17-O	San Adrián de Sasabe	7+834	7+869	7+904	70,0	CENTRAL

Tabla 5. Listado de paradas Ramal San José Este

EJE	PARADA	INICIO	CENTRO	FINAL	LONG	POSICION	
RAMAL SAN JOSE ESTE	P14-E	C/ San Miguel – Cº de Las Torres	6+350	6+374	6+401	50,0	LATERAL
	P18-E	Pza. Reina Sofía	6+686	6+721	6+756	70,0	LATERAL
	P19-E	Av. Cesáreo Alierta	7+117	7+153	7+188	70,5	LATERAL
	P20-E	Av. San José	7+661	7+696	7+731	70,0	LATERAL
	P21-E	Pº del Canal	8+251	8+286	8+321	69,6	LATERAL

Tabla 6. Listado de paradas Ramal San José Oeste

EJE	PARADA	INICIO	CENTRO	FINAL	LONG	POSICION	
RAMAL SAN JOSE OESTE	P14-O	C/ San Miguel – Cº de Las Torres	6+350	6+374	6+401	50,0	LATERAL
	P18-O	Pza. Reina Sofía	6+692	6+727	6+762	70,0	LATERAL
	P19-O	Av. Cesáreo Alierta	7+124	7+160	7+196	71,7	LATERAL
	P20-O	Av. San José	7+670	7+705	7+740	70,0	LATERAL
	P21-O	Pº del Canal	8+263	8+298	8+333	70,1	LATERAL

Todas las paradas se encuentran en las mismas calles y en el mismo punto, aproximado, de la línea con la excepción de las parejas P15 y P16 que debido a que la línea va y vuelve por diferentes calles, paralelas entre sí, se encuentran en lugares diferentes para el recorrido de ida y el de vuelta.

Todas las paradas se han diseñado con longitud suficiente para permitir una doble composición, siguiendo el mismo criterio empleado en la Línea 1, a excepción de la parada P-14, que, por razones de integración urbanística, se ha diseñado con una longitud inferior para una primera fase de explotación, aunque se ha comprobado que es posible, en una futura fase de crecimiento, es posible ejecutar la longitud total.

Se han previsto los breteles, desvíos y escapes necesarios para la explotación.

#### 4.1.8. Trazado en cocheras

Dentro de cocheras, debido a la limitación de velocidad del material móvil a 15 km/h, y con objeto de minimizar sus dimensiones, se ha optado por recurrir a radios mínimos de 20 m y excepcionales de 15 m, sin curvas de transición.

En lo que respecta al trazado en alzado, la zona de cocheras y talleres se ha diseñado completamente horizontal.

De cara a la posible implantación de un servicio de tren-tram sobre la infraestructura de la Línea Este-Oeste, se ha incluido un desvío previamente al acceso a las cocheras del tranvía, a partir del cual se podrá acceder tanto a la Red Ferroviaria de Interés

<sup>3</sup> Se establece la parada como terminal de regulación

<sup>4</sup> Longitud para primera fase de explotación



General (RFIG), como a unas cocheras propias del tren-tram, cuya ubicación podría ser paralela a las diseñadas para el tranvía, entre éstas y la RFIG.

En lo que respecta a los aparatos de vía, se han contemplado los siguientes:

- Acceso:
  - Un (1) bretelle de tangente 1/6 y radio 50 m, compatible con tren-tram.
  - Un (1) desvío de tangente 1/6 y radio 50 m, compatible con tren-tram, para el ramal de acceso a la RFIG y a las futuras cocheras del tren-tram.
- Entrada y distribución a cocheras y talleres:
  - Dos (2) desvíos de tangente 1/4 y radio 25 m.
  - Peine con tangente 1/4 y radio 25 m, de tres ramas.
  - Peine con tangente 1/2,18 y radio 25 m, de seis ramas.
- Vía de salida de cocheras:
  - Peine con tangente 1/4 y radio 25 m, de dos ramas.
  - Peine con tangente 1/4 y radio 25 m, de tres ramas.
  - Un (1) desvío de tangente 1/4 y radio 20 m.
- Vía de retorno a talleres:
  - Un (1) desvío de tangente 1/4 y radio 18 m.
  - Un (1) desvío de tangente 1/2 y radio 18 m.

## 4.2. CARTOGRAFÍA

Para el presente anteproyecto se ha realizado un levantamiento cartográfico mediante técnicas de laser escáner dinámico (Mobile Mapping) que ha permitido la correcta realización de planos a escala 1:500.

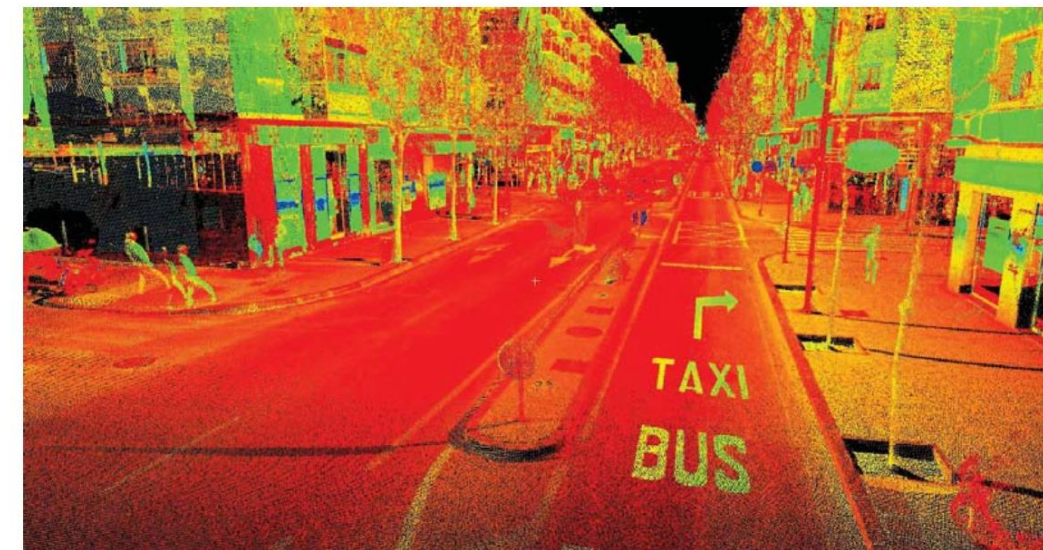


Ilustración 2. Nube de puntos capturados en el trabajo de campo

Además del levantamiento cartográfico señalado anteriormente, se ha llevado a cabo el levantamiento de las secciones del cubrimiento del Río Huerva bajo el Paseo de la Constitución. En zonas donde ha sido necesario ampliar la cartografía, se han utilizado las curvas de nivel obtenidas a partir de la cartografía del Ayuntamiento de Zaragoza.

A partir del levantamiento cartográfico y de la topografía del Ayuntamiento, se han obtenido las curvas de nivel de las diferentes zonas, configurándose los planos topográficos que se muestran en el Documento nº2 "Planos".

## 4.3. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

El Mapa Geotécnico y de Riesgos Geológicos de Zaragoza (IGME, 1987) divide el territorio en tres áreas y éstas en varias zonas. El trazado de proyecto se sitúa íntegramente en el Área III (figura siguiente), que incluye fundamentalmente los depósitos de terraza del Ebro y sus afluentes Huerva y Gállego.



Ilustración 3. Mapa Geotécnico y de Riesgos Geológicos de Zaragoza (IGME, 1987). Zona de estudio

Las diferentes zonas atravesadas son: III1, III4, III7a, III7b, III8a y III8b. De las características geotécnicas asignadas a estas zonas en el estudio del IGME, se resumen en la siguiente tabla las de mayor interés para la actuación proyectada

Tabla 7. Características geotécnicas de las zonas atravesadas

CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS		ZONAS ÁREA III			
		III-1	III-4	III-7a y b	III-8a y b
Litología		Arcillas superficiales y gravas	Gravas con matriz arenosa y limosa	Gravas con matriz arenosa	Limos superficiales sobre gravas arenosas
Hidrogeología		Poco permeable	Permeable	Muy permeable	Muy permeable con nivel freático somero y variable
Excavabilidad		Excavable	Excavable, localmente necesario martillo	Excavable, localmente necesario martillo	Fácilmente excavable
Cimentaciones	Tipo	Superficial	Superficial	Superficial	Superficial
	Observaciones	Saturación arcillas	Asientos, agresividad	Variabilidad horizontal capacidad portante	Apoyo cimentación en gravas
Densidad investigación geotécnica recomendada		Media-alta	Media-baja	Baja	Media

A escala 1:50.000 el modelo geológico-geotécnico del terreno sobre el que discurre el trazado es relativamente sencillo y homogéneo. A mayor escala de trabajo, merecen especial atención los siguientes aspectos geotécnicos:

- Espesor y naturaleza de los rellenos antrópicos a lo largo de todo el trazado.
- Zonas de salto entre niveles de terrazas, ya que como resultado de la regularización de la pendiente suelen aparecer suelos de características deficientes (limos, rellenos no controlados).

- Posible influencia de dolinas cercanas en la antigua carretera de Madrid N-IIa.
- Profundidad y rango de oscilación del nivel freático en el entorno de la Z-30 en Las Fuentes.
- Pasos sobre estructuras soterradas (cubrimientos río Huerva y FFCC) y tramos en paralelo junto a ellas (cubrimiento río Huerva).

Para el estudio de estas zonas singulares desde el punto de vista geotécnico se han previsto diferentes perfiles de georradar que han permitido, en esta fase de anteproyecto, descartar modos de fallo y desperfectos en las obras que se diseñen derivadas de la existencia de riesgos geológicos.

Por otro lado, en las zonas de salto topográfico entre niveles de terrazas, suelen aparecer suelos de características desfavorables (limos, rellenos no controlados) como resultado de la regularización antrópica de las pendientes. Sin embargo, en el reconocimiento visual de dichas zonas no se han observado deformaciones, fisuramientos ni reparaciones en la calzada que pudieran alertar sobre una capacidad de soporte deficiente.

#### 4.4. ESTRUCTURAS

El trazado propuesto para la Línea Este-Oeste del tranvía conlleva una serie de afecciones de entidad sobre diferentes estructuras integradas en la actualidad en la trama urbana de Zaragoza. Así, por tanto, surge la necesidad de estudiar los impactos potenciales derivados de esta circunstancia y, asimismo, plantear, tanto desde el punto de vista técnico como económico, una serie de posibles actuaciones al respecto.

Los principales elementos estructurales afectados por la traza son:

- El Cubrimiento sobre el río Huerva, en el tramo desde plaza Paraíso hasta el paseo de la Mina
- El Puente sobre el río Huerva en la calle Miguel Servet

En el primero de los casos, se trata de una estructura antigua que cubre el cauce del río Huerva, con dos partes bien diferenciadas: un primer tramo de bóvedas de sillería (desde Pza. Paraíso hasta Paseo de la Constitución) y un segundo tramo, con tableros nervados de hormigón armado apoyados sobre muros de hormigón (desde Paseo de la Constitución hasta el Paseo de la Mina). De acuerdo con la información disponible y las inspecciones “in situ” realizadas, el estado de conservación

de la estructura depende en gran medida de la localización específica que se considere, desde deterioros de poca entidad a la identificación de patologías más acusadas, sobre todo en la losa superior de los tableros.

En este sentido, en esta fase de Anteproyecto, se propone y valora una actuación similar a la ejecutada en la línea 1 del tranvía respecto del cubrimiento (en la zona de Paseo de la Gran Vía): en la zona de bóvedas, el “puenteado” con cargaderos y cimentación profunda retranqueada respecto de la bóveda e implementación de tablero con elementos prefabricados de hormigón; en la zona de tableros nervados, la retirada del tablero actual, la adaptación de la subestructura y la ejecución de un nuevo tablero, de nuevo, con soluciones prefabricadas de hormigón. Finalmente, no se descarta que en Fases posteriores de Proyecto, la actuación combine esta última solución con una reparación local de los tableros existentes que se encuentren menos afectados por los deterioros si así se requiriera.

Respecto al segundo caso, se trata de un puente antiguo con un arco de mampostería en el comienzo de la C/Miguel Servet, al que más recientemente se le añadieron unos ensanchamientos laterales a través de sendos tableros prefabricados de hormigón. En este caso en concreto, parece razonable plantear la ejecución de una nueva solución estructural, ante los nuevos requerimientos funcionales que se exigirán a este paso (incertidumbre de la estructura existente frente a nuevas solicitudes al integrar la plataforma del tranvía).

Uno de los condicionantes principales impuestos para esta actuación es la necesidad de conservar la estructura original (especialmente el arco). Con estas limitaciones, en esta fase de Anteproyecto, se desarrolla un estudio poniendo de manifiesto esta problemática potencial (posible interacción de las soluciones con el arco sin modificar la rasante) y encajando una solución preliminar de bajo coste y relativamente sencilla de ejecutar (“puenteo” con tablero con vigas prefabricadas, similar a la zona de bóvedas mencionada con anterioridad).

Además de las estructuras descritas anteriormente, existen otras estructuras como el cubrimiento ferroviario del Portillo o el túnel carretero de Escrivá de Balaguer que, si bien no se prevé afección, dado que la traza circulará sobre las mismas, serán comprobadas en la fase de redacción del Proyecto Constructivo de Referencia. Igualmente, las pequeñas estructuras tales como arquetas, centros de transformación, pozos, etc., se desarrollarán en dicha fase.

## 4.5. INFRAESTRUCTURA Y SUPERESTRUCTURA. VÍA EN PLACA

Se propone como sistema para la disposición de la plataforma tranviaria el sistema definido como vía en placa, compuesta por una losa de hormigón armado con carriles embebidos. Se describen a continuación los diferentes elementos que componen la sección diseñada.

### 4.5.1. Explanada

De forma general a lo largo de toda la traza, para las cargas de tráfico consideradas a efectos del cálculo de las secciones tipo de la plataforma de apoyo de la vía, se considera que una explanada tipo E1 según la clasificación del PG-3 proporciona una capacidad portante suficiente (módulo de deformación en segundo ciclo superior a 60 MPa).

La norma de secciones de firme 6.1 I.C propone tres opciones para obtener una explanada E1 sobre suelo tolerable:

- 100 cm de suelo adecuado
- 60 cm de suelo seleccionado tipo 1 sobre suelo tolerable
- 45 cm de suelo seleccionado tipo 2 sobre suelo tolerable
- 25 cm de suelo estabilizado tipo SEST-1 sobre suelo tolerable

La opción elegida es la de disponer 60 cm de suelo seleccionado tipo 1 sobre un suelo tolerable compactado al 95% del ensayo Proctor Modificado, ya que, aunque esta opción supone una mayor excavación es más fácil de obtener, garantizando sus características mínimas, que el suelo seleccionado tipo 2 y con una puesta en obra más sencilla que el suelo estabilizado.

El suelo estabilizado podría ser una opción interesante en campo abierto, ya que reduce la necesidad de movimiento de tierras, pero tiene el gran inconveniente de que es una obra compleja para realizar en medio urbano, puesto que no se puede disponer de tajos grandes con la consecuente reducción de rendimiento y además genera grandes cantidades de polvo.

No obstante, la disposición de esta capa podría ser prescindible ya que el trazado se desarrolla en su mayor parte sobre el viario existente, disponiendo éste de una categoría de explanada superior. Es por ello que se realizarán ensayos de análisis de capacidad portante de explanada a fin de determinar qué tramos disponen de categoría E1 sin necesidad de actuación y qué tramos requieren de la composición de la misma.

### 4.5.2. Losa soporte de vía

Sobre la explanada se dispondrá una capa de 0,10 m de hormigón de limpieza y sobre ésta, la losa soporte de vías. Dicha losa estará constituida, en general, por una losa de hormigón armado HA-25 de 2,10 metros de ancho y canto total de 0,34 metros, quedando parte del carril embebido de forma que el espesor bajo patín sea siempre de 0,20 m. En esta losa se dispondrá

armadura longitudinalmente y transversalmente tanto en la cara superior como inferior de la losa. En el apéndice 1 de este anejo se justifica el armado de esta losa.

En estos tramos, la losa será considerada a todos los efectos como una sección armada de 0,34 m de espesor puesto que el hormigonado se realiza en una única fase. En consecuencia, y según el articulado correspondiente de Instrucción EHE, el hormigonado se realizará con HA-25 y se realizarán las oportunas juntas de construcción y de dilatación, cada 5 y 20 metros como máximo respectivamente, que serán rellenadas de material inerte y selladas convenientemente con un material bituminoso.

Todos estos elementos, así como la sujeción de la vía son comunes tanto en vía doble como simple, lo único que varía son los anchos ocupados por la propia circulación de los tranvías, lo que da lugar a el acabado final de la traza para que se distingan las zonas ocupadas por la circulación del tranvía.

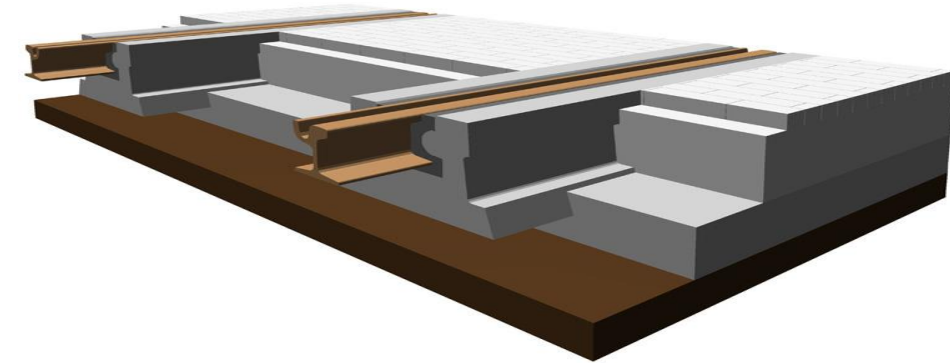
En las zonas en las que el espesor del acabado de la plataforma supere los 8 cm, será necesaria la disposición de hombros de hormigón armado que contengan lateralmente en enchaquetado.

Asimismo, los cruces con tráfico rodado deberán disponer de sistemas de protección del enchaquetado (bien hombros de hormigón, bien perfiles metálicos).

### **4.5.3. Sistema de vía**

#### **4.5.3.1. Solución general**

Como solución general se ha adoptado un sistema que consiste en una solución de vía en placa basada en carril Ri60N o RiN59 con soporte continuo sin fijaciones, denominado “enchaquetado”. El concepto se basa en un diseño de una “chaqueta” de carril de material elástico a base de caucho granular y resina PUR, de baja toxicidad, que lo envuelve y fija en una posición estable en todas las direcciones, quedando completamente aislado de vibraciones y corrientes.



*Ilustración 4. Sección vía embebida con carril pre-revestido. Vista general*

La forma de la “chaqueta” es versátil, de forma que se puede adaptar para modificar localmente las rigideces e introducir otros materiales elásticos que afinen el comportamiento acústico/antivibratorio.

El resultado es una vía sin resalto respecto al pavimento, con buen comportamiento mecánico, que admite tráfico compartido con otros modos de transporte, y con buena respuesta a vibraciones y ruidos. Es excelente el grado de aislamiento eléctrico frente a corrientes vagabundas.

El apoyo continuo del carril presenta un nivel de seguridad adicional contra descarrilamiento frente al tradicional apoyo discreto de los carriles. Cuando se rompe un carril, el apoyo continuo hace que el carril roto se mantenga cerrado mientras que un carril apoyado discretamente puede abrirse, provocando entonces el descarrilamiento.

Debido a la inexistencia de fijaciones mecánicas del carril, la instalación del mismo será fácil y rápida, adaptándose fácilmente a cualquier ancho de vía. El carril “chaqueteado” previamente en la zona de acopio se transporta a la obra y se coloca mediante un sistema de soportes que permiten el fácil alineado de la vía en las tres direcciones. Se suelda el carril y se fijan las “chaquetas”. Se realiza el hormigonado en una única fase y finalmente se dispone el acabado de la plataforma.

Debido a la ausencia de adhesivos esta clase de sistema permite además una fácil sustitución del carril en el caso de que realmente exista la necesidad de cambio. Se realizan incisiones a ambos lados del carril, permitiendo así la retirada del carril dañado y se dispone un nuevo carril “chaqueteado” cuya “chaqueta” de segunda generación es más pequeña. Se fija este nuevo carril mediante un elastómero líquido que sella los huecos entre el hormigón y la nueva “chaqueta”.

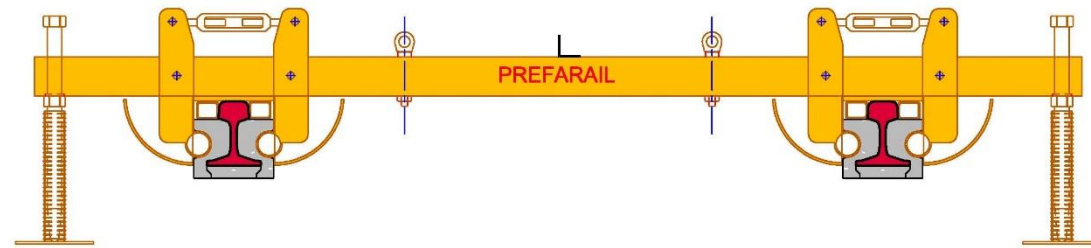


Ilustración 5. Sección vía embebida con carril pre-revestido. Detalle de sistema de sujeción de carril

Para garantizar una geometría con holguras reducidas, y a fin de reducir los niveles de emisiones acústicas, en curvas de radio inferior a 80 m se dispondrá de traviesas/riostroas (metálicas aisladas o de resina) cada 1 m. Se ha seleccionado el sistema de riostras ya que es el que permite abatir mayor cantidad de dB, a un coste razonable, siendo el único inconveniente el plazo de ejecución. Este aspecto puede ser crítico en zonas de afección a vecinos, al comercio u otros usuarios, por lo que este aspecto debe compatibilizarse en el momento de ejecución de las obras.

Este sistema de vía es comercializado en España por las casas CDM y Edilon-Setra.

#### 4.5.4. Aparatos de vía

##### 4.5.4.1. Aparatos a lo largo de la línea

A lo largo de la línea existen se han planteado una serie de aparatos de vía basados en la geometría de desvíos de radio 50 m y tangente 1/6, siendo éstos los siguientes:

- Sendos desvíos DTI-RI59-50-1/6-CR-I para la bifurcación Las Fuentes/San José, a continuación de la parada P-14. Debido a la particular geometría del trazado en ese punto, estos desvíos deberán ser curvados en fábrica. Es este punto es producirá también el cruzamiento de una de las vías desviadas por la vía directa opuesta. Éstos estarán especialmente adaptados para garantizar su compatibilidad con las llantas y pestañas de un tren-tram (de mayores dimensiones).
- Escapes a lo largo de la línea para facilitar la explotación en modo degradado:
  - ETI-RI60-50-1/6-CR-D-4000 después de las paradas P-7 y P-19.

- ETI-RI59-50-1/6-CR-D-4000 después de la paradas P-10 y antes de la parada P-14, por donde cabe la posibilidad de que circule el tranvía. Estará especialmente adaptado para el tren-tram.

- Breteles DD-Ri60N-50-1/6-CR-4000 a la salida de las paradas término P-1 (Valdefierro) y P-21 (San José) para realizar la inversión de marcha y al este de la parada P-4 en la Avda. de Madrid. En el caso de la parada término P-17 (Las Fuentes), debido a su particular entreje (6,6 m) y a la compatibilidad con un posible tren-tram, se ha optado por un bretel DD-Ri59N-50-1/6-CR-6600.

##### 4.5.4.2. Bypass de Línea 1

Se ha previsto la posibilidad de que la Línea 1 pudiera hacer uso de la infraestructura de la Línea Este-Oeste en el Paseo Pamplona, con objeto de alcanzar el futuro bypass de Independencia por la Avenida de César Augusto. Debido a las particularidades geométricas de los puntos de conexión entre la Línea 1 y la Línea Este-Oeste en la Plaza de Basilio Paraíso y de la última con el bypass de la Línea 1 en las proximidades de la Puerta del Carmen, será necesario recurrir a desvíos específicamente diseñados para dichas ubicaciones.

##### 4.5.4.3. Acceso a cocheras

En previsión a la incorporación de un tren-tram proveniente de las líneas ferroviarias al este de cocheras, previamente al acceso a las mismas se ha previsto la instalación de un desvío DTI-RI59-50-1/6-CR-I.

Previamente al acceso a cocheras y al desvío mencionado se ha incorporado un nuevo bretel DD-Ri59N-50-1/6-CR-4000 habilitando una vía de espera y regulación entre la zona de cocheras y la primera parada de Las Fuentes (P-17) que podrá ser usada tanto por el tranvía como por el tren-tram.

##### 4.5.4.4. Topera de vía

Dado que los tranvías son vehículos ferroviarios deben tener un tope en el final de línea para evitar su descarrilamiento. Pero por el contrario y en aras de una mejor integración con el paisaje urbano no disponen de los topes tan típicamente ferroviarios. Se hace necesario, por tanto, un elemento singular dentro de la vía que asegure la detención, a baja velocidad, de los tranvías y que no puede ser la topera convencional ferroviaria.

El elemento propuesto en esta fase de Anteproyecto es un calce que se sitúa en el final del carril y que en el momento en el que la rueda pasa por encima de él, de forma mecánica se levanta una zapata que impide el movimiento de la unidad, si bien este diseño podrá ser objeto de revisión en posteriores fases del estudio.

#### **4.5.5. Atenuación de ruido y vibraciones**

##### **4.5.5.1. Sistema de enchaquetado**

Tal y como se justifica en el anejo de Impacto Ambiental para este proyecto se contemplan los siguientes sistemas de atenuación de Ruido y Vibraciones:

- CDM-PREFARAIL-CLASSIC
- CDM-PREFARAIL-COMFORT
- CDM-PREFARAIL-CLASSIC + MANTA ELASTOMÉRICA

Los valores que se han obtenido en mediciones *in situ* en obras en Gante, Bruselas, París y Atenas. Demuestran que el sistema CDM-PREFARAILS garantiza un aislamiento de vibraciones de 4-5dBv, 10-12dBv y 20dBv para cada uno de los sistemas expuestos anteriormente.

Conjugando estos valores con los criterios comúnmente aceptados por las administraciones europeas tenemos los siguientes niveles de atenuación recomendados en función de la distancia de la vía a los edificios colindantes:

- Para una distancia  $L > 12$  metros: Sistema CDM-PREFARAIL-CLASSIC
- Para una distancia  $7 < L < 12$  metros: Sistema CDM-PREFARAIL-COMFORT
- Para una distancia  $L < 7$  metros: Sistema CDM-PREFARAIL-CLASSIC + MANTA ELASTOMÉRICA

(Siendo L la distancia a las edificaciones desde el carril más cercano de la vía).

##### **4.5.5.2. Sistema de engrasado automático en curvas**

Además del sistema de engrasado automático de pestaña que incorporarán los vehículos, en curvas de radio reducido (inferior a 80 m), se instalarán en la plataforma sistemas automáticos fijos de lubricación que disminuyan la fricción y el desgaste en la cara de contacto del carril y la brida de la rueda, situados en el costado de la vía. Estos sistemas aplican de manera eficaz un volumen constante y controlado de lubricante en el riel y mantienen la grasa o modificador de fricción en su posición, lo que permite que las ruedas lo recojan y lo lleven a lo largo de toda la curva.

##### **4.5.6. Acabados de superestructura**

La definición de los distintos revestimientos de la plataforma a lo largo de la Línea se ha realizado teniendo en cuenta la imagen final de la plataforma en el entorno en que se emplazará, a la vez que se ofrezcan características técnicas óptimas de cara a las distintas particularidades de uso que se dan en la plataforma a lo largo de todo su recorrido. Es en el anejo de Integración Urbanística donde se detalla para cada uno de los tramos de ambas fases cual es el acabado adoptado de la plataforma de la Línea, en función de la zona de la ciudad que atraviesa.

#### **4.6. INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

##### **4.6.1. Acometida**

El suministro se hará en alta tensión a 10 kV, 50 Hz en trifásica con entrada de cables en ejecución subterránea. La compañía suministradora es ENEL. Las características eléctricas de la acometida son las siguientes:

- Tensión nominal: 10 kV (futuro 15 kV)
- Tensión máxima de servicio: 11 kV (futuro 16,5 kV)
- Corriente de cortocircuito trifásico: 20 kA.
- Intensidad de defecto a tierra: 10 A.
- Tiempo de despeje de falta: 500 ms.

Se prevén dos puntos de acometida. El primero de ellos situado en la zona de Los Enlaces y el segundo de ellos en Las Fuentes, en la zona de ubicación de las cocheras. Dichas acometidas deberán ser confirmadas por la compañía eléctrica.

#### 4.6.2. Medida de la energía eléctrica

Las medidas de energía se realizarán en los puntos de llegada de la compañía suministradora), mediante contadores de clase 0,5.

#### 4.6.3. Instalaciones de tracción

Las instalaciones de tracción contempladas en el proyecto son las siguientes:

- Suministro en media tensión 10 kV. Acometida.
- Medida y protección de líneas de alimentación.
- Protección general de acometidas.
- Protección del sistema rectificador.
- Grupos rectificadores.
- Línea Aérea Tranviaria (LAT)
- Servicios auxiliares.
- Instalaciones en cocheras (electrificación de línea aérea tranviaria LAT e instalaciones de seguridad frente a contacto directo con la LAT)
- Protección contra incendios
- Telemando.
- Mando y control de la instalación.
- Red de tierras.

#### 4.6.4. Electrificación

##### 4.6.4.1. Parámetros de diseño

Los parámetros de diseño a aplicar serán:

- Tensión eléctrica de tracción 750 Vcc
- Tensión mecánica de tendido de cada hilo de contacto 1.500 kg
- Pendiente máxima del hilo de contacto a plano de rodadura 2 ‰
- Altura del hilo de contacto a plano de rodadura en el vértice de la catenaria. 6,50 m
- Descentramiento del hilo de contacto respecto eje de vía en recta, alternativamente +20,+10,0,-10,-20 cm.
- En curva, al lado opuesto al centro de curvatura +20, -10 cm
- Vano máximo 50 m en alineación recta
- Máxima diferencia de longitud entre vanos consecutivos: Progresión geométrica de 1,5 ( $a_n = a_{n-1} \times 1,5$ ;  $a_{n+1} = a_n \times 1,5$ ; ...)

##### 4.6.4.2. Subestaciones

Se consideran las siguientes subestaciones, siendo la S/E 2 solamente necesaria para una futura explotación con unidades dobles.

Tabla 8. Características de las subestaciones

Subestación	P.K. de Simulación	Corriente Continua	
		Tensión Nominal [Vcc]	Pot. grupos [kW]
S/E 1 (acometida)	1+538	750	2x900
S/E 2	2+538	750	2x900
S/E 3	3+997	750	2x900
S/E 4	7+075 - Ramal San José	750	2x900

Subestación	P.K. de Simulación	Corriente Continua	
		Tensión Nominal [Vcc]	Pot. grupos [kW]
S/E 5	6+672 - Ramal Las Fuentes	750	2x900
S/E 6 (cocheras)	7+950 - Ramal Las Fuentes	750	3x900

#### 4.6.4.3. Línea Aérea Tranviaria (LAT).

La línea aérea de contacto será catenaria tipo Trolley. La Línea Aérea Tranviaria (LAT), estará formada por un hilo de contacto cuyas características más destacables son las siguientes:

- Naturaleza: Cobre electrolítico duro.
- Sección: 150 mm<sup>2</sup>
- Diámetro: 14,5 mm
- Peso unitario: 1,334 kg/m
- Carga de rotura: 5.477 kg
- Tensión mecánica de tendido o trabajo: 1.500 kg
- Coeficiente de trabajo: 3,65 (= 5.477/1.500)

#### 4.6.4.4. Elementos estructurales tipo

Los elementos que sirven para que cumplan los parámetros y criterios establecidos cumplirán una serie de requisitos, tanto técnicos (elevada resistencia mecánica) como de estética (postes de diseño del tranvía) y estarán protegidos contra la corrosión atmosférica y de las corrientes parásitas.

Básicamente son los siguientes:

- Hilo de contacto.
- Postes.

- Ménsulas.
- Macizos.
- Aisladores.
- Equipos de atirantado.

#### 4.6.4.5. Ménsulas

Para los tramos a cielo abierto, estarán formadas por tubos de acero de diámetro 76,1 mm y espesor 3,65 mm, terminando en el extremo libre con un tapón a presión para que no se desprenda. Contarán con giro de ménsula con aislador para su unión a poste.

Estarán atirantadas con un cable sintético de diámetro 11 mm de naturaleza dieléctrica, de tipo parafil o similar, y dotado de un tensor en el extremo para su regulación. Su unión a poste también permitirá el giro del conjunto en el plano horizontal.

#### 4.6.4.6. Postes

La fijación al pavimento se realizará a través de pernos roscados con el fin de reponer los posibles postes que en un futuro se podrían dañar.

Los tipos a aplicar son los que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 9. Características de los postes

Tipo	Altura [m]	Ø en punta (mm)	Observaciones
A1	9,80	273	Podrá incorporar luminaria de entrevista
A2	10,80	324	Ídem



#### 4.6.4.7. Red de tierras

Se propone una red de tierras, mediante cable de cobre aislado de sección 95 mm<sup>2</sup>, tendido de forma subterránea a lo largo de todo el recorrido del tranvía y que unirán todos los elementos metálicos susceptibles de ser puestos en tensión por una pérdida de aislamiento y que se encuentren dentro de la zona de riesgo (aproximadamente 4 m a cada lado de las vías):

- Postes catenaria.
- Columnas alumbrado exterior.
- Marquesinas paradas.
- Armarios eléctricos.
- Otros elementos.

Además, se han considerado las redes de tierra de subestaciones, paradas y cocheras formada por cable de cobre desnudo enterrado de sección 95 mm<sup>2</sup>. En relación a la definición de sistema para minimizar las corrientes vagabundas y al mismo tiempo asegurar una normal y segura explotación se dan más datos en el Anejo 10 de Suministro y catenaria.

#### 4.6.4.8. Instalaciones en paradas

Se han considerado 21 paradas. Sus instalaciones eléctricas consideradas en este proyecto se alimentarán a partir de una acometida en baja tensión. Se plantea una acometida por cada estación.

Además, las instalaciones de paradas contemplan la integración en el telemando para el control de las mismas desde un puesto de mando central.

#### 4.6.4.9. Instalaciones en cocheras

Se han considerado las instalaciones propias de cocheras como son cuadros de baja tensión, cableados, alumbrado, tomas de fuerza... así como instalaciones de protección contra incendios.

### 4.7. SEÑALIZACIÓN Y SISTEMAS

#### 4.7.1. Señalización

El sistema de señalización de la nueva línea del Tranvía de Zaragoza permitirá la circulación segura de las unidades móviles a lo largo de todos los itinerarios previstos en las zonas de maniobra, además de facilitar y optimizar su explotación. El objetivo principal del sistema es garantizar la seguridad y regularidad de la operación, así como facilitar las acciones necesarias en el caso de detectarse una situación de emergencia. El sistema de señalización se diseñará, instalará y verificará conforme a la normativa CENELEC EN 50126, 50128 y 50129, correspondiente a un nivel de seguridad SIL3.

Los equipos de señalización en tierra de la nueva línea deberán ser compatibles con el equipamiento embarcado en las unidades móviles en funcionamiento actualmente, y viceversa. La apariencia de las nuevas señales o discos tranviarios previstos en la nueva línea deberá ser idéntica a la de los existentes en la actualidad. Además, el sistema de señalización propuesto y sus enclavamientos deberán ser compatibles y capaces de comunicarse y coordinarse de forma segura con sus homólogos de Línea 1.

Adicionalmente, el sistema de señalización tendrá en cuenta que otros servicios ferroviarios podrán hacer un uso parcial de la misma y, por lo tanto, habrá una serie de incorporaciones y salidas a lo largo de la misma. Éstos serán los siguientes:

- Línea 1, entre la Plaza de Basilio Paraíso y la Puerta de El Carmen (Paseo de Pamplona), con objeto de alcanzar el futuro bypass de esta línea por la Avenida de César Augusto. El sistema permitirá la prioridad semafórica de Línea 1 sobre la Línea Este-Oeste.
- Tren-tram Estación Intermodal Zaragoza-Delicias a corredor de Huesca, entre la calle de San Josemaría Escrivá de Balaguer y las cocheras de Las Fuentes, junto a la Ronda de la Hispanidad (Z-30). El sistema permitirá la prioridad semafórica de Línea Este-Oeste sobre el tren-tram.

#### 4.7.2. Comunicaciones y centro de control

La nueva línea del tranvía de Zaragoza dispondrá de una red de comunicaciones fija para transmitir toda la información necesaria desde las paradas y otras ubicaciones hasta el Centro de Control. Dicha Red IP Multiservicio estará basada en Ethernet/IP e integrará prácticamente todos los servicios de comunicaciones fijas relativos al tranvía en su funcionamiento normal. La capa física serán anillos de fibra óptica monomodo y la electrónica de red se basará en tecnología Gigabit Ethernet.

Los distintos servicios de comunicaciones se configurarán como VLANs dentro de la WAN global del Tranvía de Zaragoza (Servicio de Telefonía e Interfonía IP, Servicio de CCTV, Servicio de Telemando de Energía, etc.).

La topología de red propuesta se basa en 4 anillos independientes que comunican cada Nodo de Acceso, ubicados en Paradas y Subestaciones de Tracción, con el Centro de Control de forma redundada.

El centro de control de Línea Este-Oeste estará, a su vez, conectado con el centro de control de Línea 1 y con el centro de control de tráfico del Ayuntamiento de Zaragoza.

Las comunicaciones móviles relativas a la nueva línea de tranvía, (principalmente entre las unidades móviles y el Centro de Control), se cursarán por una red de radio propia e independiente de la red actual de la Línea 1, basada en tecnología troncalizada digital TETRA, que proporciona altos niveles de seguridad y fiabilidad.

La ubicación de las Estaciones Base de cobertura radio TETRA será en alojamientos dependientes del Ayuntamiento de Zaragoza. Asimismo, se dispondrá de un sistema de comunicaciones inalámbricas de datos “no críticos” de alto consumo de ancho de banda en las unidades móviles, basado en tecnología Wi-Fi.

El Sistema de Ayuda a la Explotación y de Información a los Viajeros (SAE/SIV) instalado en el nuevo Centro de Control independiente previsto para la nueva línea del Tranvía de Zaragoza contará con comunicaciones de megafonía, tanto en las paradas como en las unidades móviles, así como con los medios implantados de comunicación a través de interfonos y paneles informativos de tiempos de llegada en las diferentes paradas de la línea.

#### **4.7.3. Sistema tarifario (billeteaje)**

El sistema de billeteaje será perfectamente compatible con el resto de operadores del sistema de transporte público de Zaragoza, incluyendo la red de autobuses y la línea de tranvía existente, permitiendo títulos de transporte comunes. Asimismo, será integrable en el sistema de tarjeta LAZO (que combina con modos metropolitanos), según las Directrices de Movilidad Metropolitana (DDMM).

La apariencia de los equipos de usuario, especialmente los de expedición, pero también los de cancelación, deberá ser lo más similar posible al equipamiento existente en Línea 1. La funcionalidad de estos será, como mínimo, la del equipamiento existente y funcionando en la actualidad en el Tranvía de Zaragoza.

En el Centro de Control se instalará el Software de gestión del sistema de billeteaje, con funciones de monitorización y reconfiguración de equipos del sistema, de gestión de datos, obtención de cuentas de resultados de ventas y de circulación de personas.

#### **4.8. ÁREA DE TALLERES Y COCHERAS**

La Línea Este-Oeste del tranvía de Zaragoza dispondrá de su propia área de talleres y cocheras para llevar a cabo en ella las diferentes tareas de mantenimiento preventivo y correctivo de su material móvil, así como para estacionarlo cuando no esté en servicio.

La parcela destinada para la implantación de dichos talleres y cocheras se encuentra dentro del municipio de Zaragoza en suelo clasificado por el P.G.O.U. como no urbanizable de transición de tramo urbano-Ebro (SNU TE), habiendo sido determinada por los servicios técnicos del Ayuntamiento, aunque deberá ser expropiada al no ser de titularidad pública. Ésta se encuentra fuera del anillo de la Z-30 (Ronda de la Hispanidad), aunque junto a la misma, al sur del Stadium Las Fuentes y del aparcamiento disuasorio proyectado en esta misma zona. El recinto destinado para dicho equipamiento del tranvía tiene unas dimensiones aproximadas de 230 x 130 m (29.900 m<sup>2</sup>). Esta superficie incluye una previsión de espacio de estacionamiento para un posible incremento futuro de la flota, haciendo uso simultáneamente de alguna de las vías de talleres, de hasta un 100%.

Adicionalmente, antes del acceso al recinto, se ha incorporado un desvío para permitir la construcción del ramal de conexión a la Red Ferroviaria de Interés General, en caso de que finalmente se implante un servicio de tren-tram sobre la Línea Este-Oeste de Tranvía de Zaragoza. Teniendo en cuenta esta posibilidad se ha orientado el recinto de Talleres y Cocheras de tal modo que se le pudiera anexas un recinto en paralelo para las instalaciones propias del tren-tram, a las que se podrá acceder desde el futuro ramal mencionado.

El dimensionamiento de las diferentes vías de los talleres y de las cocheras se ha realizado teniendo en cuenta las dimensiones de las diferentes composiciones que, actualmente, se considera que pueden hacer uso de dichas interacciones:

- Unidades simples de 5 módulos, como el material móvil que actualmente se usa en la Línea 1: 33 m de longitud, aproximadamente.
- Unidades dobles (2 x 5 módulos): 67 m de longitud, aproximadamente.
- Unidades simples de 7 módulos: 44 m de longitud, aproximadamente.

La zona de cocheras es una zona independiente del resto del taller, compuesta por cinco vías electrificadas. Cada una de las vías cuenta con cuatro (4) posiciones de estacionamiento para unidades simples, o dos (2) para unidades dobles, o tres (3) para unidades simples de 7 módulos.

La zona de talleres contará con cinco vías para los diferentes usos que se requieren:

- Vía de torno, donde se realiza el reperfilado con arranque de viruta de las ruedas de los bogies.
- Vía de pintura, destinada a los retoques de pintura de las unidades.
- Dos vías de revisión, dotadas de foso y sendas plataformas corridas de acceso tanto nivel intermedio (0,3 m sobre cota cero) como a nivel superior, para realizar las operaciones de mantenimiento, tanto preventivo como correctivo.
- Vía de levante, dotada de mecanismos de elevación que permiten la extracción y sustitución de elementos de las unidades (bogies, compresores, pantógrafos, cofres, etc.)

Adicionalmente, en las vías de acceso a cocheras se localizarán los carros de lavado y la caseta de medición de ruedas.

Integrado en la nave de talleres se encuentra el edificio destinado a servicios, dividido en tres cuerpos:

- Oficinas (500 + 443 m<sup>2</sup>)
- Cuartos técnicos para instalaciones (2 x 375 m<sup>2</sup>)
- Almacén (358 m<sup>2</sup>)

Los dos primeros contarán con dos niveles en la mayor parte de su superficie, mientras que el almacén, que se encuentra entre ambos, tendrá un único nivel.

En el bloque de oficinas se integran, tanto el Puesto de Mando, como la zona de servicios a los trabajadores (comedor, vestuario, etc.).

#### **4.9. SEMAFORIZACIÓN**

Si bien la plataforma del tranvía se define como segregada, ésta cruza zonas con tráfico rodado. Es por ello que el tipo de explotación será “marcha a la vista”, de forma que la supervisión y control de la circulación será responsabilidad del conductor, de acuerdo con su percepción de la situación del tráfico y el estado de las señales que aparecen delante del vehículo.

Cada intersección de tranvía con vehículo, bicicleta y/o peatón estará adecuadamente regulada mediante señales semafóricas para tranvía y para vehículo/peatón/bicicleta (además de la correspondiente señalización vertical fija y marcas viales). Cada intersección contará con balizas de detección de tranvía, que permitan garantizar la prioridad semafórica del tranvía, coordinando el tráfico tanto rodado como peatonal y tranviario para que éste sea lo más fluido posible. En el caso de Plaza Paraíso se garantizará la doble prioridad, manteniendo el siguiente orden de prelación Línea 1 / Línea Este-Oeste / resto de tráfico. Las prioridades en el caso del by-pass, situación de explotación excepcional, serán analizadas en fases posteriores.

Todo el conjunto estará conectado con un armario de control, a su vez conectado con el Centro de Control de Tráfico del Ayuntamiento de Zaragoza y con el Centro de Control de la Línea Este-Oeste.

Adicionalmente, se ha tenido en cuenta toda la semaforización y señalización referente al área de nueva urbanización que se verá afectada por la construcción de la nueva línea de tranvía, aplicando el mismo criterio que el seguido a lo largo de la línea.

#### **4.10. REPOSICIÓN DE SERVICIOS Y URBANIZACIÓN**

El estudio prevé la renovación completa de los servicios afectados y de otros servicios que, si bien no son directamente afectados, requieren de una renovación dada su antigüedad o estado.

Asimismo, se prevé la renovación de la pavimentación de fachada a fachada a lo largo de todo el recorrido, a excepción del tramo ya renovado de la antigua carretera de Madrid.

Las obras a realizar interfieren con los siguientes servicios municipales o privados:

- Red municipal de abastecimiento de agua.
- Red municipal de saneamiento.
- Red municipal de alumbrado público.

- Red municipal semafórica.
- Jardinería y arbolado municipal.
- Red eléctrica.
- Red de gas.
- Red de comunicaciones de diversas compañías.
- Línea 1 de tranvía actualmente en servicio

## 4.11. OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 4.11.1. Proyecto Urbanización de la G-19/1 del Plan General de ordenación urbana de Zaragoza (Entorno de la estación del Portillo)

El trazado seleccionado discurre ocupando los dos carriles en sentido entrada ciudad de la calle Escrivá de Balaguer, desviando el tráfico que actualmente circula desde Plaza de la Ciudadanía en dirección paseo María Agustín.

Para ello, se ha previsto, de acuerdo con el Proyecto Urbanización de la G-19/1 del Plan General de ordenación urbana de Zaragoza (Entorno de la estación del Portillo), abrir el eje calle Sádaba – Escoriaza y Fabro – Glorieta de los Zagries y modificar el cruce paseo María Agustín – Anselmo Clavé - Escrivá de Balaguer, de forma que parte del tráfico que actualmente circula por paseo Pamplona – paseo María Agustín se desplazará hacia la Avenida de Goya (que representa el siguiente “cinturón” del centro de Zaragoza).

### 4.11.2. Urbanización de la plaza de San Miguel

El trazado previsto discurre por el paseo de la mina para girar hacia la calle Miguel Servet y cruzar el río Huerva. Por otro lado, como obra complementaria a las de la Línea Este-Oeste del tranvía se contempla también un nuevo carril bici en la calle Asalto. Todo ello hace que previsiblemente, el tráfico tanto de vehículo urbano como de autobuses en el entorno de esta plaza se reduzca notablemente.

Debido a ello, se ha estimado que la implantación de la Línea Este-Oeste del tranvía debe considerarse una oportunidad para recuperar para el peatón la que fue una de las puertas de entrada a la ciudad y, en consecuencia, se ha previsto en el presupuesto la reordenación completa de esta plaza con una nueva urbanización.

### 4.11.3. Carril Bici

Se ha considerado (y valorado) como obra complementaria la necesidad de sustituir el carril bici en aquellas vías en las que existe actualmente y la implantación del tranvía obliga a modificar ya que no se dispone de espacio suficiente para su implantación.

En concreto se trata de asegurar la continuidad de carriles bici que comunican el barrio de Las Fuentes con el camino de las Torres y la calle del Coso, comunicación que se vería cortada al implantar el tranvía en la calle Miguel Servet entre el río Huerva y el inicio de la avenida de San José y en la calle Compromiso de Caspe desde este punto hasta la calle Jorge Cocci.

La reposición que se ha planteado se realizaría a través del eje Monasterio de Samos, Jorge Cocci (con lo que quedaría restablecida la continuidad con el eje Camino de las Torres) y calle Asalto para volver a enlazar con el carril existente en la plaza San Miguel, punto a partir del cual se respetaría el carril existente actualmente.

Por lo tanto, para dar continuidad al carril se realizará uno de nueva construcción con el siguiente trazado, con una longitud de 1.200 metros.

Tabla 10. Reposición de carril bici

CALLE	LONGITUD (metros)
Calle Compromiso de Caspe	182
Calle Joaquín Sanz Gadea	137
Camino de Las Torres	83
Calle Jorge Cocci	140
Calle Asalto	458
Calle de Herrérin Jaime	200

En fase de redacción del Proyecto Constructivo de Referencia se analizarán sistemas que permitan, en caso de que sea habilitada la circulación de bicicletas por la plataforma tranviaria en algún tramo, una circulación segura de las bicicletas sobre el carril de garganta.

#### **4.11.4. Intersección Avenida de Navarra-calle Miguel Herrero y Rodríguez de Miñón**

Para favorecer que el tránsito de entrada ciudad desde la N-232 y Avenida de Navarra con destino centro y norte de la ciudad continúe su itinerario por la Avenida de la Ciudad de Soria, evitando su confluencia con el tranvía, se ha habilitado un giro a la izquierda en la intersección de la Avenida de Navarra con la calle Miguel Herrero y Rodríguez de Miñón.

A partir de dicha intersección, la calzada sur de Avenida de Navarra se reduce a dos carriles, en consonancia con el número de carriles habilitados en el tramo por el que circula el tranvía, evitando así congestiones en la glorieta de Avenida de Navarra con la calle Rioja. En dicho tramo se ampliará la acera actual-

#### **4.11.5. Aparcamientos disuasorios**

##### **4.11.5.1. Aparcamiento disuasorio en las Fuentes**

El estudio contempla la ejecución un aparcamiento disuasorio junto a la ubicación prevista para las cocheras en la zona este de la línea, con una extensión aproximada de 3.000 m<sup>2</sup>, dotado de pavimentación, iluminación, señalización, plantaciones y control de accesos.

La zona de aparcamiento dispondrá de un total de 201 plazas de aparcamiento, de las cuales 10 estarán reservadas para plazas PMR. Se dispondrá de una entrada y salida independiente, regulada mediante barreras de seguridad automatizadas. La totalidad de la parcela estará cercada perimetralmente mediante vallado, permitiendo su acceso únicamente por los accesos destinados para la entrada y salida de vehículos.

Para la urbanización, se dispondrá de un paquete de firme compuesto por capas de mezcla bituminosa en caliente sobre capa de zahorra correctamente extendida y compactada. Se dispondrá de sistema de drenaje para evacuar el agua de lluvia, evitando zonas de encharcamiento. En el interior de la urbanización, se regulará el tráfico mediante marcas viales horizontales pintadas sobre el pavimento y señalización vertical, ordenando el tráfico interno de vehículos. Se dispondrá de paso de peatones a lo largo de todo el aparcamiento para facilitar una salida segura a pie de los conductores.

El aparcamiento dispondrá de control de acceso y sistema de billeteaje (máquinas expendedoras).

##### **4.11.5.2. Aparcamiento Disuasorio en Valdefierro**

Se ha previsto en el presupuesto la ejecución de un aparcamiento disuasorio en la zona de Valdefierro, frente a la primera parada, con una extensión aproximada de 750 m<sup>2</sup>, mediante aparcamiento en batería adosado a la calzada, con un total de 56 plazas de aparcamiento en batería, de las cuales 3 plazas estarán reservadas para PMR.

#### **4.11.6. Bypass Tranviario con Línea 1**

Para conectar la línea 1 con la línea Este-Oeste, se ha previsto como obra complementaria un bypass tranviario que uniría la parada de Cesar Augusto de la Línea 1 con la parada de la Puerta del Carmen de la Línea Este-Oeste.

De esta forma, los tranvías que circulen desde o hacia el Actur, podrían circular hasta la parada de Gran vía aprovechando el tramo de Paseo Pamplona de la Línea Este-Oeste.

#### **4.11.7. Intercambiadores**

Los intercambiadores tienen como objeto unir las líneas del autobús interurbano y urbano con el tranvía. Se contempla la ejecución de cuatro intercambiadores, dotados de dársenas y marquesinas en paradas, situados en las siguientes zonas:

- Los Enlaces
- El Portillo / Anselmo Clavé
- Paseo de la Mina
- Paseo del Canal.

#### **4.11.8. Interconexión con la estación de Zaragoza-Delicias**

La Estación Intermodal de Zaragoza Delicias constituye el nodo de conexión de la ciudad y su entorno metropolitano con el corredor mediterráneo de la red transeuropea de transportes (TENT-T) de viajeros por ferrocarril.

La Línea Este-Oeste del tranvía de Zaragoza objeto del presente Anteproyecto conectará la Estación Intermodal de Zaragoza Delicias con el centro de la ciudad y sus principales puntos generadores/attractores de movilidad, con los barrios situados al

oeste y al este de la ciudad, y con la actual Línea 1 (norte-sur), eje de mayor demanda, proporcionando por tanto una mejora de la conectividad de la Estación Intermodal de Zaragoza Delicias con la mayor parte de la ciudad.

En este contexto, y dentro del proyecto "Linking Zaragoza" financiado por la Unión Europea, el Ayuntamiento de Zaragoza ha desarrollado el "Estudio de Alternativas para Mejora de la Interconexión de la Estación Intermodal de Delicias de Zaragoza y la Línea Este-Oeste de Tranvía", cuyo contenido propone actuaciones de mejora de la conectividad, funcionalidad y accesibilidad de la Estación Intermodal y su entorno.

Como conclusión del estudio, se propone un sistema de conexión de la Línea Este-Oeste del tranvía de Zaragoza con la Estación Intermodal de Zaragoza Delicias compuesta por:

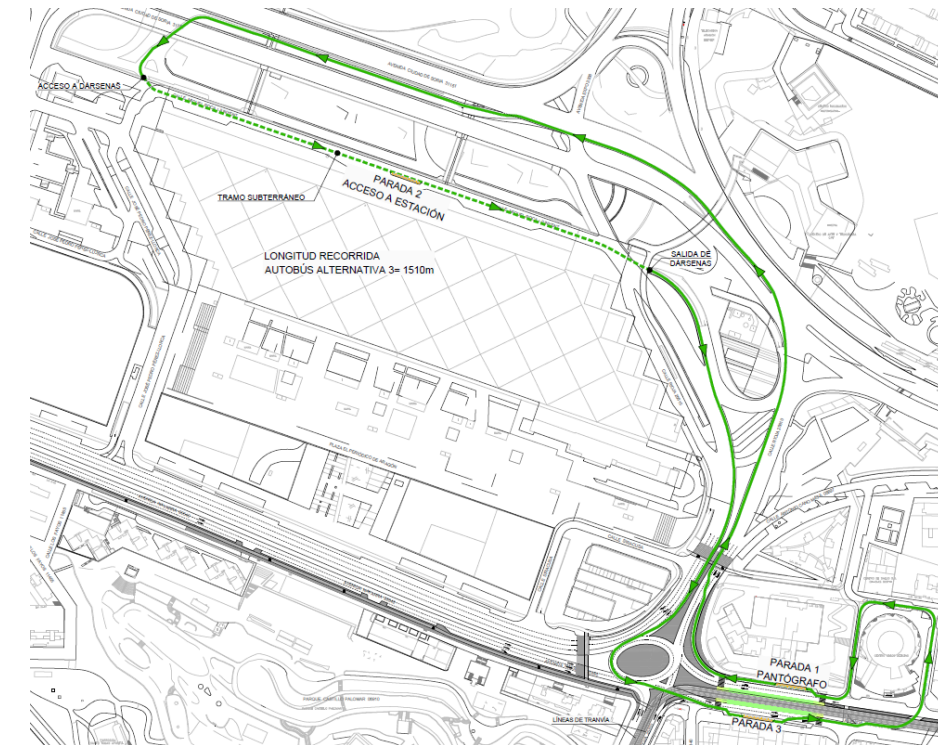
- Red de bus eléctrico con carga de oportunidad
- Implantación de sistema ciclable

Se propone un autobús lanzadera desde la parada del tranvía de la Avenida de Navarra / calle Rioja hasta la Estación de Autobuses.

El recorrido comenzaría en la parada de tranvía de la Avenida. Navarra sentido oeste, para girar a la derecha en la intersección y discurrir por la calle Rioja hacia el norte, girando hacia la Avda. de la ciudad de Soria sentido oeste. Desde este vial accedería a las dársenas de la estación de autobuses por el acceso soterrado existente, y realizaría su primera y única parada en el entorno de la estación por dicha zona. La salida se realizaría a través del túnel de salida existente hacia calle Rioja en dirección sur, para finalmente girar en Avda. de Navarra y realizar en cambio de sentido.

Las salidas y llegadas de la estación de ferrocarril desde la parada situada en la Estación de Autobuses se realizarían a través del túnel inferior que pasa bajo las vías y conecta ambas estaciones, y mediante el acceso directo a andenes situado en dicho túnel (nivel -2). El acceso a cercanías se realizaría desde la puerta de conexión entre la Estación de Autobuses y la zona de cercanías.

Este recorrido tiene una longitud aproximada de 2,4 km, con una parada en la Estación de Autobuses en la zona de andenes y dos paradas en la parada del tranvía (Avda. Navarra sentido este y oeste-inicio de línea), con un tiempo total de ciclo de 12,3 min.



*Ilustración 6. Itinerario de bus de conexión de la línea del tranvía con la Estación Intermodal de Zaragoza-Delicias*

Como material móvil se proponen autobuses eléctricos de carga de oportunidad, bien por pantógrafo en paradas, bien en el propio vehículo, o por carga inductiva.

Adicionalmente se define la mejora de la conexión de la futura parada de tranvía en la Avenida de Navarra 70 con la Estación Intermodal, mediante un sistema de transporte ciclable. Éste deberá combinar la alternativa bicicleta convencional o eléctrica, con vehículos de tipo triciclo, con capacidad de carga o remolque, ya que el usuario de la estación es susceptible de llevar equipaje de gran tamaño.

El recorrido propuesto para la ruta ciclable es de tipo circular, aprovechando parte del carril bici ya existente en la Avda. de Navarra y en la calle de José Pedro Pérez Llorca, ejecutando un nuevo carril en las calles Miquel Roca i Junyent y Rioja. Se ubicarán estaciones en la Avenida de Navarra, junto a la parada del tranvía, en zona de "llegadas", Estación de Autobuses y zona de "salidas".

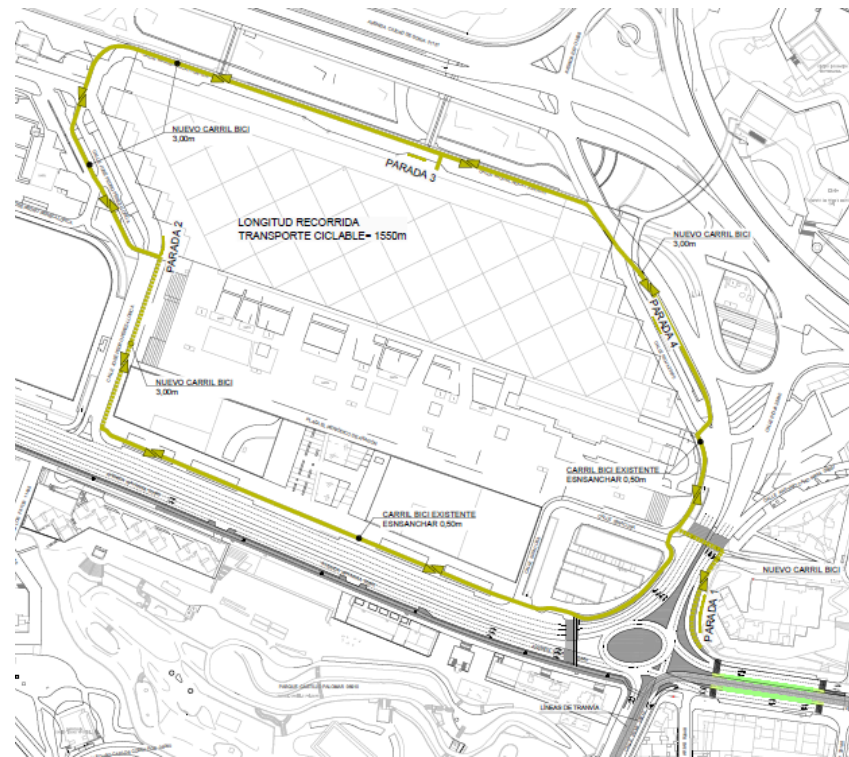


Ilustración 7. Itinerario ruta ciclable

## 4.12. INTEGRACIÓN URBANA

El trabajo de integración urbana de la línea debe de tener por objetivo universal la integración y coordinación de los sistemas de movilidad, sistemas de espacios libres y sistemas de equipamientos aprovechando las sinergias de una actuación unitaria de estas características. La Línea Este-Oeste del tranvía está vinculada al sistema de movilidad de Zaragoza y se incorpora de manera determinante en el sistema de espacios libres, incidiendo y estableciendo conexiones entre el sistema de equipamientos y dando servicio directo al entramado configurado por el sistema residencial.

Ya que en tanto en cuanto no circula el material móvil, la plataforma tranviaria se incorpora de una manera natural y pasa a formar parte del sistema de espacios libres, será de suma importancia, la relación y grado de integración urbana entre la plataforma tranviaria y los distintos espacios libres, entendiendo el tranvía como una prolongación de éstos (bien sean espacios más “urbanos” o “verdes”). La inserción del tranvía procurará la incorporación de nuevos espacios verdes a la ciudad allí donde haya necesidad o resulte adecuado, o como respuesta a la integración en su entorno inmediato.

Se priorizará por tanto, la recuperación de espacios para el peatón, resolviendo problemas de continuidad peatonal y la eliminación de barreras arquitectónicas, y reformando y recuperando espacios urbanos que requieren de una intervención. Existirá, por tanto, la oportunidad de regeneración urbanística de espacios degradados y de las propias calles por las que discurrirá el tranvía.

La incorporación del tranvía buscará siempre respetar y potenciar en su medida el valor ambiental de cada tramo, por lo que será importante la configuración y por tanto el carácter que irá adoptando el tranvía y todos sus elementos al paso por los distintos tramos en función de la caracterización de la calle o espacio: valor paisajístico, natural, representativo, social, etc.

Es por ello que se buscará la mayor integración y adecuación al “paisaje” de los elementos inherentes al tranvía: postes, catenaria, paradas, acabados de la plataforma, etc. Con ello se perseguirá la minimización del impacto visual y acústico, con un tratamiento individualizado para cada zona, que priorice la seguridad para los viajeros, los peatones y resto de vehículos, y respete los elementos singulares, especialmente el arbolado existente. Criterios generales de aplicación se detallan en el anexo V. Integración Urbana al presente documento.

El proyecto de integración urbana busca una imagen cuidada, unitaria y coherente de la línea, con el empleo de materiales y mobiliario adecuados y acordes con la intervención de la Línea 1 ya existente.

Se ha evaluado, para cada tramo, el interés ambiental y arquitectónico de la inserción del tranvía, la posible regeneración urbana, la conexión ciudad barrio y la integración en el sistema de espacios libres.

Por otra parte, la implantación de la Línea Este-Oeste de tranvía debe contemplarse también como una oportunidad para llevar a cabo la renovación de infraestructuras básicas de la ciudad. En este sentido, por ejemplo, en la zona oeste se considera muy recomendable la renovación de los servicios y pavimentación de la Avenida de Navarra, o en la zona centro la renovación del paseo Pamplona y del paseo María Agustín.



Ilustración 8. Avenida de Navarra E-O



Ilustración 9. Avenida de Navarra O-E



Ilustración 10. Avenida de Navarra E-O



Ilustración 11. Paseo de Pamplona

#### 4.12.1.1. Avenida de Manuel Rodríguez Ayuso

El inicio de la línea es en la antigua carretera de Madrid, actual Avenida de Manuel Rodríguez Ayuso, salida natural de la ciudad hacia el suroeste. Tiene una anchura considerable y un tráfico no muy congestionado. Al ser una zona periférica de la ciudad, la densidad edificatoria es baja y la vegetación y arbolado abundante.

Se plantea una plataforma tranviaria central con tráfico rodado a ambos lados. Las paradas, con andenes centrales, se ubican en las intersecciones con grandes viales aprovechando los anchos de mediana. El poste de sujeción de catenaria se define central.

Por su parte, para las zonas laterales se ha planteado un esquema similar al existente en las zonas ya urbanizadas.

#### 4.12.1.2. Intersección de Los Enlaces

Con la intervención sobre el nudo de Los Enlaces se pretende **simplificar el trazado** que hoy en día existe, para ello se propone concentrar el tráfico en una nueva glorieta que con su nueva posición permita **esponjar el espacio generando nuevas posibilidades para la ciudad**.

La nueva glorieta permite desplazar y reducir el problema existente. Se busca una prolongación física de la Avenida Madrid introduciéndose en Vía de la Hispanidad, así como **facilitar la conexión peatonal con el Barrio Oliver**. Puesto que hoy en día tanto la Vía de la Hispanidad como la estación de servicio de Los Enlaces constituyen una barrera física para su integración dentro de la ciudad este movimiento de la rotonda permite crear un gran espacio público al final de la Avenida Madrid que facilite una conexión directa con este barrio. Esta nueva zona se plantea como una gran zona verde que sustituye a la rotonda existente, sólo que esta gran área verde tiene una utilidad para la ciudad.

El nuevo cruce tiene las dimensiones necesarias para su correcto funcionamiento. La colocación de esta nueva glorieta verde responde a su vez a la voluntad de **conectar mentalmente la Avenida de Madrid y la Avenida Manuel Rodríguez Ayuso**. Igualmente se propone ampliar ligeramente las aceras en el lado de la estación de servicio de Los Enlaces, lo que permita disponer el carril bici en esa posición.

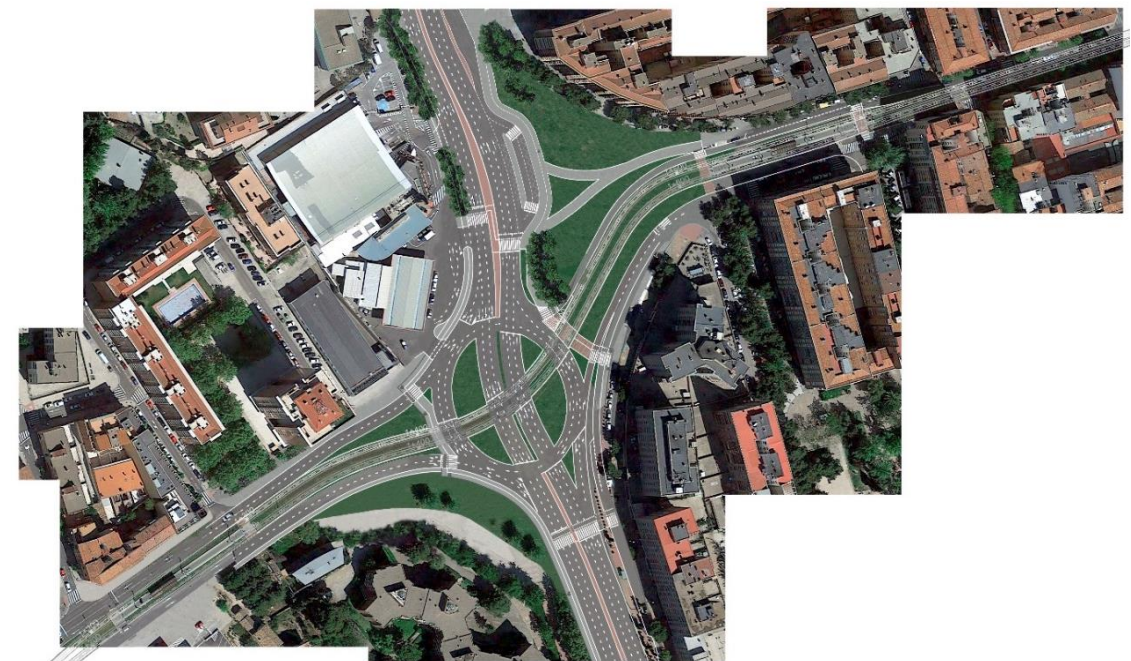


Ilustración 12. Integración de la glorieta de Los Enlaces



La solución tomada responde a la necesidad de hacer lo máximo posible mediante los menores cambios posibles. Si bien la rotonda que se propone es de menor tamaño esta permite solucionar perfectamente el tráfico existente. Esta reducción notable del tamaño permite **organizar el resto del espacio público de forma coherente y ordenada** tomando siempre como prioritarios los flujos peatonales.

#### 4.12.1.3. **Avenida de Madrid**

La implantación del tranvía en la avenida de Madrid potenciará y caracterizará positivamente su calidad espacial urbana dinámica, con actividad social y comercial intensa, reduciendo el tráfico al estrictamente local (y solo en sentido salida del mismo).

Este tramo de la avenida Madrid se convertiría en una calle comercial más “peatonal” y menos ruidosa y congestionada. A su vez, a falta de espacios libres o representativos, la avenida se convierte en un espacio caracterizador del barrio, al servicio del barrio de Delicias y conectado con la ciudad.

#### 4.12.1.4. **Calle Rioja**

Mantener dos carriles de circulación por sentido permite mantener este eje como uno de los anillos de circunvalación de la ciudad. No debe olvidarse que la calle Rioja, como prolongación de la Vía Universitat (eje vertebrador del barrio de Delicias junto con la avenida de Madrid), tiene un carácter de vial estructurante, pero sobre todo se caracteriza por desembocar en un nudo intermodal importante: la estación de Delicias, entrada-salida de la ciudad (avenida de Navarra o avenida de la Ciudad de Soria) y continuidad hacia la zona EXPO y el Actur.

El carril bici actualmente existente se desplaza al lado del parque Castillo Palomar

#### 4.12.1.5. **Avda. de Navarra – Avda. de Madrid**

El vial de tres carriles, con mediana central, supone una fuerte fractura en la morfología del barrio, por lo que la regeneración urbana de la calle supone una oportunidad para el barrio de conectar ambos lados de la avenida, transformando la avenida de Madrid en una calle vertebradora pero a la vez unificadora en el eje transversal.

La mediana central vegetalizada con árboles supone un obstáculo en la legibilidad y percepción del ancho de calle total. La regeneración urbana que la implantación del tranvía supondrá una oportunidad para dotarla de la entidad y carácter de avenida que se le supone, por lo que la incorporación del tranvía potenciará y caracterizará positivamente su calidad ambiental.

La Avenida de Navarra es una de las arterias más importantes de entrada-salida de la ciudad, con volumen de tránsito considerable, ancho de calle grande (42,5m) y mediana central vegetalizada. El excesivo ancho de la calle (visto desde el punto de vista peatón) junto con el desequilibrio de espacio destinado a peatón y a vehículo rodado, hacen que el vial tenga un carácter “hostil” hacia el peatón.

La inserción del tranvía es la oportunidad para “ablandar” el carácter duro de la Avenida, con una plataforma tranviaria central vegetalizada y reordenando el espacio destinado al peatón.

#### 4.12.1.6. **Plaza de La Ciudadanía / El Portillo**

El ámbito de la Plaza de la Ciudadanía – Palacio de la Aljafería – Avenida de Navarra tiene carácter propio y aglutina la intersección de las Avenidas de Madrid y Navarra, y la Plaza de la Ciudadanía. El espacio es el resultado de la interacción del tráfico de acceso y salida de la ciudad. En la actualidad lo configura una glorieta que es atravesada peatonalmente en el sentido este-oeste.

El espacio se caracteriza por ser un nudo viario de anchura importante. Pero además en él confluyen, en la actualidad sin conexión, espacios urbanos de gran envergadura como es el Palacio de la Aljafería y los jardines al norte de éste, y el entorno del Portillo-Caixaforum aún sin consolidar. La integración del tranvía en este punto supone fomentar la continuidad, a través de este espacio, entre los grandes equipamientos culturales en el eje norte-sur de la ciudad (Aljafería, Caixaforum), apostando por la conexión de grandes espacios urbanos potencialmente verdes. La incorporación del tranvía potencia y caracterizará positivamente su calidad ambiental.

La calle Escrivá de Balaguer es un vial de carácter de entrada-salida de la ciudad sin carácter propio. La posible apertura del espacio urbano del Entorno del Portillo y el desarrollo urbano de la fábrica Averly, pueden dotar a la calle de un carácter menos agresivo para el peatón. Es por ello que las medidas adoptadas van encaminadas a integrar en el sistema tranviario estos espacios urbanos de oportunidad.

Por ello, la inserción del tranvía podría entenderse como una prolongación de la lengua verde del Entorno del Portillo y convertiría la calle en un eje que pondría en conexión equipamientos institucionales (Palacio de la Aljafería, Edificio Pignatelli) y acercaría equipamientos a la ciudadanía como Caixaforum o la Plaza de Toros.

#### 4.12.1.7. Paseo María Agustín - Paseo Pamplona

El eje paseo María Agustín-paseo Pamplona tiene un carácter de eje vertebrador de la ciudad de primer rango, con un ancho de calle considerable, tráfico denso, arbolado de gran porte, edificios representativos, etc. Se dispone el tranvía en el centro del paseo, con dos carriles por sentido situados a ambos lados de la línea, y paradas centrales. Dicha solución mantiene una configuración del tráfico y accesos similar al actual, aunque es previsible que el tráfico rodado disminuya.

#### 4.12.1.8. Plaza Paraíso

La integración de la Línea Este-Oeste del tranvía de Zaragoza a su paso por la plaza Paraíso busca la **continuidad de las trazas urbanas existentes**, tanto el eje Gran Vía con Paseo Independencia y Paseo de la Constitución; así como el eje del Paseo de Pamplona con Paseo Sagasta. La propuesta de la incorporación del tranvía garantiza esta continuidad existente al cruzarse con la Línea 1 y garantizando la continuidad tranviaria de la Línea Este-Oeste desde el paseo Pamplona al paseo de la Constitución mediante la regulación semafórica del nodo.

Tomando el trazado de la Línea 1 del tranvía como una preexistencia, la nueva línea se integra y adapta dentro de este complicado nudo que es la Plaza Paraíso para la ciudad de Zaragoza. Siendo conscientes de que el cruce desde la Gran Vía al Paseo Independencia es uno de los mayores flujos peatonales de la ciudad se trata de integrar la nueva línea **afectando lo menos posible a la estructura urbana actual**. Para mantener este eje se ha diseñado una plaza que cuenta con un espacio de refugio previo al cruce con la Línea 1 que permitirá seguir usando el trazado existente y permitirá integrar no solo los flujos peatonales sino también el carril bici.

Otra de las ideas potenciales es la de la creación de una **gran plataforma urbana** que se inicie en el Paseo de la Constitución que permita entender esta vía no como una sucesión de espacios acotados sino como un espacio único. Se busca crear una continuidad física y material entre la acera actual que viene desde Paseo de las Damas y la que cruza hasta Paseo Independencia, de este modo se simplifica y mantiene el cruce existente hoy en día. Por otra parte, esta gran plataforma pretende enfatizar la **conexión diagonal con la Gran Vía** a través de la Plaza Paraíso. Se enfatiza la continuidad entre la Plaza Paraíso y el Paseo de la Constitución manteniendo las posibilidades que tiene hoy en día la plaza y potenciando el uso central de esta vía que hoy está limitado.



Ilustración 13. Integración de plaza Paraíso

Por su parte, la continuidad de la traza del Paseo Sagasta hacia Paseo Pamplona se trabaja mediante el **ensanchamiento del último tramo del Paseo Sagasta prolongando el bulevar central** hasta la Plaza Paraíso. Así, se remata el Paseo Sagasta permitiendo su continuidad urbana y visual hacia la Plaza Paraíso, estudiando una posible comunicación directa con la Plaza para facilitar los diferentes flujos urbanos. Igualmente, este ensanchamiento facilita el cruce desde la Gran Vía hacia Paseo de la Constitución sin tener que entrar dentro de la Plaza.

Si bien en todo momento se ha buscado una continuidad urbana y visual entre las diferentes vías que llegan a la Plaza Paraíso, se propone una **continuidad material entre los diferentes espacios**, así como una continuidad de las cotas de nivel. Se propone la utilización de materiales similares a los utilizados en la Línea 1 como pueden ser sobre todo la combinación de adoquines con grandes zonas verdes bajas y grandes árboles.

#### 4.12.1.9. Paseo de La Constitución

El paseo de la Constitución, en su tramo inicial, se entiende como una gran plataforma urbana, una continuación de la Plaza Paraíso y por ende de Gran Vía. Se mantiene en la medida de lo posible la configuración actual del Paseo, se propone un gran paseo central y la integración del tranvía en el sentido descendente actual. Se plantea igualar las rasantes del Paseo de la Constitución para conseguir una continuidad espacial y material reduciendo el impacto del nuevo trazado. Una de las premisas de esta intervención es la integración de nuevos elementos vegetales, para ello se dispone de una gran banda verde para la plantación de árboles que actúen de colchón entre los tráficos rodados -bici y coche- y los peatones. De este modo se consigue organizar de forma ordenada los diferentes tráficos a la vez que planteamos una única cota para toda la intervención.

El espacio central se trata de un espacio urbano de primer nivel dentro de la ciudad, donde se incorporan las lógicas aplicadas por la Línea 1: andenes como continuidad del paseo a la misma cota. El acabado de la plataforma tranviaria será a cota de acera, de la misma manera que se encuentra en el Coso en la Línea 1. Esto dará amplitud a las aceras y reducirá la estrechez de las existentes en la margen derecha del río.

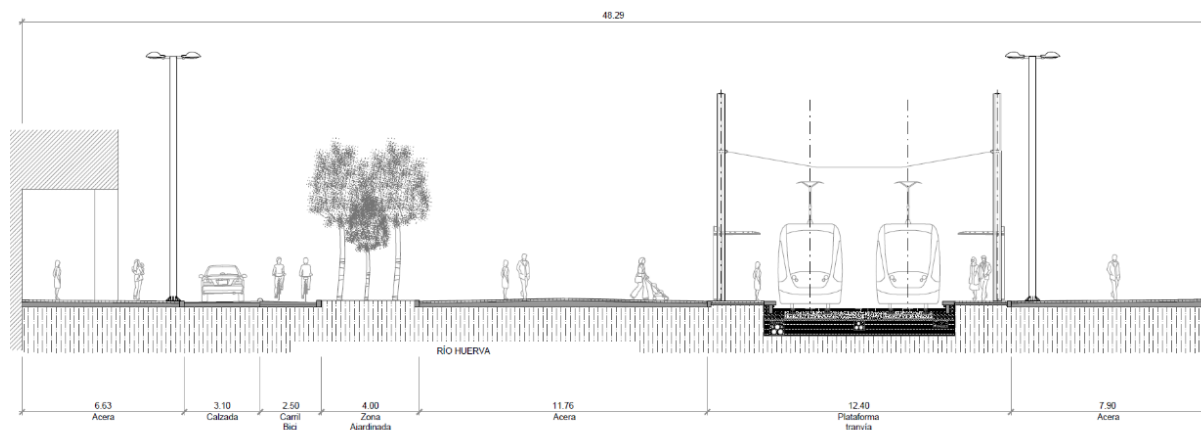


Ilustración 14. Sección tipo paseo de la Constitución

En el resto del Paseo de la Constitución se mantiene la estructura urbana actual. Se plantea un gran bulvar urbano central, continuación de Gran Vía, con una serie de parterres verdes sobreelevados y una banda vegetal lateral con nuevos árboles en las zonas donde la losa de cubrición del río Huerva lo permita.

#### 4.12.1.10. Paseo de la Mina – plaza de San Miguel

El paseo de la Mina está caracterizado por una trama residencial heterogénea a un lado y el río Huerva al otro, con carácter predominante de vial de borde y de fachada posterior de la zona centro. Se trata de una vía surgida por mera necesidad de tránsito, donde no se han incluido elementos y soluciones que faciliten una continuación amable de la ciudad desde el centro a los barrios.

La mediana central, el tráfico intenso, la falta de pasos peatonales y la presencia del río Huerva en el costado de la vía (con la consiguiente falta de trama urbana en uno de sus laterales) hacen difícil la conexión entre ambos lados. A ello se suma el descuido sufrido por el río a lo largo de los años, en los que todas las intervenciones urbanas han preferido reducir su visibilidad antes que considerarlo un elemento positivo en la malla urbana. La integración del tranvía tiene entre sus objetivos en esta zona revertir esta situación y dar un nuevo carácter al Paseo en cuestión.

Ampliando el foco de la zona afectada más allá de la vía puede verse que aquella está caracterizada por la existencia de la plaza San Miguel. Ésta es una plaza de gran relevancia en la comunicación peatonal este-oeste desde la calle San Miguel hacia las calles Reconquista y Antonio Augusto. También es un punto de conexión importante norte-sur, de unión de los barrios de San José y Las Fuentes con la zona centro.

Su pasado histórico, basado en su cercanía al núcleo romano de la ciudad y en la construcción de diversos edificios de interés (como puede ser la iglesia mudéjar que le da nombre o la ya demolida puerta del Duque) acumula siglos como punto límite del núcleo urbano.

La intervención actual aporta una oportunidad para recuperar, aunque sea parcialmente, para el uso peatonal este espacio, revertiendo la situación presente en la que el continuo tráfico de autobuses divide en dos partes casi desconectadas la plaza. También permite que la plaza se conecte de forma franca al paseo de la Mina, en la charnela de unión de la misma con el paseo y la avenida Miguel Servet. La posición del trazado del tranvía (más próxima al río que a la plaza) y la reducción de líneas de autobuses circulando por paseo y avenida permitirá un uso urbano del nudo de estas tres vías mucho más eficiente y amable que el actual.

#### 4.12.1.11. Miguel Servet

A pesar de que la calle Miguel Servet ha disminuido considerablemente el tráfico que soportaba antes de la entrada en servicio de la Ronda Hispanidad, este tramo inicial sigue siendo una entrada importante de vehículos hacia los barrios de Las Fuentes y San José. La regeneración urbana de la calle, eliminando el tráfico rodado supone dotar de carácter de avenida de entrada

peatonal a los barrios de Las Fuentes y San José, convirtiéndola en una calle más “paseable” y menos ruidosa y congestionada, al servicio de ambos barrios y conectado con la ciudad. La plataforma tranviaria se situará a la cota de la acera desde la calle Concepción hasta Camino de Las Torres, dando una mayor amplitud a la zona transitable.

#### 4.12.1.12. Ramal de Las Fuentes

El ámbito de Compromiso de Caspe / Rodrigo Rebolledo - San Adrián de Sasabe está definido por la naturaleza urbana del barrio de las Fuentes. Con la incorporación del tranvía, la calle Compromiso de Caspe se incorpora como espacio de centralidad y eje vertebrador configurando con Salvador Minguijón y Doctor Iranzo la trama estructurante del barrio.

En cuanto al carácter de los viales por los que discurriría el tranvía, se puede percibir un primer tramo de la Calle Compromiso de Caspe (hasta la bifurcación con Rodrigo Rebolledo) en el que el vial tiene un carácter más de avenida, un segundo tramo de la calle Compromiso de Caspe tiene un carácter más residencial, un tercer tramo al borde de la Z-30 que es de vía doble y es empleado como ramal de servicio en la calle Monasterio de San Adrián de Sasabe y el cuarto tramo, desde la calle Rodrigo Rebolledo, de carácter también residencial.

En el primer tramo de Compromiso de Caspe, la incorporación de ambas líneas de tranvía en sentidos opuestos hace que la calle se semipeatonalice, por lo que este espacio se incorpora de manera natural al sistema de espacios libres procurando la máxima integración de la plataforma en el espacio peatonal.

En el segundo tramo y la calle Rodrigo Rebolledo se plantea una única línea tranviaria. En este caso, se plantea la plataforma tranviaria en el lado norte en la calle Compromiso de Caspe y en la calle Rodrigo Rebolledo. Esto permite instalar el poste lateral de sujeción de catenaria en la acera norte en ambas calles y en línea con sendas hileras de árboles y situar la estación en la calle Monasterio del Pueyo.

Por otro lado el tercer tramo enumerado, se encuentra en la calle San Adrián de Sasabe. En él se encuentra la estación final del tramo de Las Fuentes y la continuación de la línea desde este punto forma parte del ramal técnico a cocheras.

#### 4.12.1.13. Ramal de San José

El ámbito de la Avenida de San José está definido por la naturaleza urbana de la propia avenida, y el nudo de conexión de este tramo a la Avenida de Cesáreo Alierta o en continuidad a San José - Torrero. El primer tramo de San José tiene un carácter más disperso, aceras estrechas, tráfico denso, que supone una fractura en la estructura del barrio siendo la arteria principal de éste.

El segundo tramo (después del cruce con Cesáreo Alierta), configurado por la misma trama residencial y actividad comercial, posee mayor valor ambiental con aceras más anchas y arbolado a ambos lados. Sin embargo, el tráfico, junto con algunos elementos de protección frente al vial del bus urbano (barandillas), crean un efecto barrera en el eje transversal.

La integración del tranvía en ambos tramos ayudaría a la cohesión del barrio entre ambos lados de la avenida, transformando la Avenida San José en una calle vertebradora pero a la vez unificadora en el eje transversal.

La Avenida San José se convertiría en una calle comercial más “peatonal” y menos ruidosa y congestionada. A su vez, la avenida se convierte en un espacio caracterizador del barrio incorporando espacios libres ajardinados y dotacionales del barrio al sistema tranviario: Plaza Reina Sofía, Plaza del 1 de Mayo, y el Espacio Recreativo de la Harinera con los jardines del Parque de la Memoria y la Glorieta de la Baseta. La actuación debe de fomentar por tanto la integración del sistema de espacios libres del ámbito, procurando su unidad, hoy en día de escasa entidad y gran discontinuidad.

Debido a la estrechez de la calle y la necesidad de al menos un vial rodado se ha planteado como vía pacificada de uso compartido.

El Canal Imperial de Aragón, es de una gran calidad ambiental y paisajística. Se trata de un sistema vertebrador y caracterizador de la ciudad siendo un espacio preferente del sistema de espacios libres de la ciudad, como espacio de intercambio modal, peatón, tranvía, bici. Esta parada de fin de línea en el tramo del Canal posibilita una mayor conexión, hablando desde la lógica del transporte público y recorridos peatonales, con barrios de Zaragoza como San José y Torrero.

### 4.13. REORDENACIÓN Y REGULACIÓN DEL TRÁFICO

#### 4.13.1.1. Introducción

La ejecución de la Línea Este-Oeste del tranvía implicará la reconfiguración del viario urbano, con la consiguiente reordenación de tráfico para el vehículo privado. La implantación del tranvía no sólo supone la reducción del número de carriles hábiles para el tráfico de vehículo privado en las vías por la que éste discurre, sino que también implica otras actuaciones sobre la reordenación del tráfico en la propia vía por la que circula el tranvía, en las vías adyacentes, así como otras actuaciones de reordenación del tráfico de carácter estructurante.

En los planos de planta, así como en las secciones transversales puede observarse la reordenación de carriles para tráfico privado incluida en el modelo de demanda. Debe reseñarse que, al igual que la posición de paradas y la disposición de la vía

en la sección transversal de la calle, la reordenación propuesta para el tráfico privado será objeto de desarrollo con un mayor nivel de detalle en fases posteriores del estudio, y por tanto puede sufrir modificaciones sobre los esquemas en este documento recogidos. En cualquier caso, la reordenación del tráfico privado garantizará la accesibilidad a residentes, así como a carga y descarga.

A continuación se describen las principales modificaciones sobre la reordenación de la red viaria. Asimismo, se ha desarrollado un análisis de las nueve intersecciones más complejas afectadas mediante microsimulaciones, comprobando su funcionamiento tras la implantación de la Línea Este-Oeste de tranvía.

#### 4.13.1.2. Principales modificaciones sobre el viario urbano

En la propuesta de reorganización de tráfico privado contemplada en el presente anteproyecto se ha intentado siempre modificar en la menor medida posible el actual funcionamiento de las calles por las que circula el tranvía y su entorno. En todo caso, se ha asegurado que se permite el acceso a los garajes que se encuentran a lo largo del entorno de la traza. No obstante, en algunos casos no ha sido posible mantener la continuidad de la circulación existente a día de hoy e, incluso, ha sido necesario modificar algunos itinerarios de acceso a algunas zonas de la ciudad por la interferencia que supone la línea del tranvía (entorno de Miguel Servet, Las Fuentes y San José -bajo y alto-).

##### **Avenida de Rodríguez Ayuso**

Se renueva completamente la avenida para adecuarse a los límites de PGOU entre la glorieta de Valdefierro y la glorieta de la Vía Verde, contemplándose dos carriles en cada sentido de circulación con la línea de tranvía por el centro.

A partir de la Vía Verde se mantiene sensiblemente la configuración actual, reduciéndose un carril en cada sentido.

##### **Glorieta de los Enlaces**

Se efectúa una modificación completa de la glorieta de Los Enlaces, transformándola en glorieta partida y generando una zona verde al comienzo de la Avenida de Madrid. El acceso a la avenida Madrid se ve limitado a un carril, ya que el acceso al centro desde la misma se va cortado.

##### **Avenida de Madrid: Los Enlaces – calle Rioja**

El tráfico de la avenida de Madrid mantiene un carril de salida en sentido salida de la ciudad. La continuidad de la avenida Madrid se ve interrumpida por la parada de la calle Rioja, por lo que quedaría eliminado el tráfico rodado en la avenida de Madrid

entre la calle Garcilaso de la Vega y la calle Rioja. En la parte inicial (en las proximidades de la parada de Los Enlaces) se permite circulación local para acceso a las calles del entorno. En dirección centro el tráfico quedará cortado al eliminarse el actual carril bus.

A lo largo de este tramo se prohíben todos los giros a la izquierda y la calle San Pascual Bailón queda como un fondo de saco, sin salida a la avenida.

##### **Calle Rioja**

Se contempla la reducción de un carril de circulación en ambos sentidos, así como la eliminación de las bandas laterales de estacionamiento. Se suprimen, en sentido sur, el giro a la izquierda hacia la calle San Antonio Abad y el giro a la izquierda hacia la avenida de Madrid en sentido centro. El giro sentido salida de la ciudad por avenida de Madrid queda también suprimido.

##### **Glorieta calle Rioja – Avenida de Navarra**

Se diseña una nueva glorieta que favorezca el tránsito desde la calle Rioja hacia la avenida de Soria en sentido salida ciudad, permitiendo la continuidad de los ejes actuales.

##### **Avenida de Navarra**

Se contempla la eliminación de un carril de circulación en ambos sentidos, así como la eliminación de las bandas laterales de estacionamiento situadas en ambos sentidos.

Se mantienen los giros a la izquierda existentes para el acceso de los residentes hacia el sector de la calle santa Orosia.

##### **Avenida de Madrid: avenida de Navarra – plaza de la Ciudadanía**

En este tramo de la avenida Madrid se reparte el tráfico entre las calles del entorno, dirigiendo la circulación en sentido avenida de Navarra (dos carriles) y avenida de Madrid (un carril) y en sentido centro enviando dos carriles a la plaza de la Ciudadanía y otros dos a la calle Vicente Berdusán (hacia el perímetro del Área de Intervención G-19/1).

##### **Plaza de la Ciudadanía**

La conversión de la avenida de Soria en la vía de entrada principal de la ciudad por este extremo, el desarrollo del Área de Intervención G19/1 y el paso del tranvía por el centro de la plaza provocan cambios importantes en los flujos de tráfico en le

rotonda. La apertura completa de Escoriaza y Fabro convierte a esta calle en una nueva entrada de gran capacidad a la ciudad. Se elimina el paso directo desde la plaza hacia el Paseo María Agustín por la inserción de la parada en ese tramo.

#### **Calle Escrivá de Balaguer**

Se ha suprimido el tráfico en esta calle en sentido entrada a la ciudad, manteniendo el tráfico en sentido salida ciudad. Esta supresión está vinculada a la puesta en funcionamiento parcial de la actuación en el

Área de Intervención G-19/1 del PGOUZ.

#### **Paseo María Agustín**

El tráfico de entrada a la ciudad se desviará, principalmente, hacia la avenida Anselmo Clavé. Esto deja con un carril de entrada a la ciudad entre la rotonda prevista en el entorno de Fundiciones Averly y la calle general Mayandía. En el resto del paseo, se contempla la reducción del tráfico a dos carriles por sentido a lo largo del paseo María Agustín ente la calle general Mayandía y la Puerta del Carmen. En sentido salida de la ciudad se permitirá la circulación de dos carriles en toda su longitud.

#### **Paseo Pamplona**

Se reduce el tráfico permitiendo la circulación de dos carriles en cada sentido a lo largo del paseo Pamplona ente la Puerta del Carmen y la plaza Basilio Paraíso.

#### **Plaza Paraíso**

El principal cambio con respecto a la situación actual de la plaza es el corte del acceso a la misma desde el paseo Constitución.

#### **Paseo Constitución**

Se mantendrá un carril de salida de la ciudad hacia la avenida Cesáreo Alierta. El tráfico en sentido paseo de La Mina – plaza Paraíso se permitirá con un carril hasta la calle Don Hernando de Aragón. A partir de este punto, el paso quedará cortado, permitiéndose solamente el acceso a los parkings.

El acceso a San Ignacio de Loyola se realizará desde la calle Isaac Peral.

Al final del paseo se realizará una nueva glorieta para distribuir el tráfico entre el paseo Constitución, paseo de La Mina y Cesáreo Alierta. Las entradas y salidas desde esta última avenida se modificarán respecto a lo existente a día de hoy.

#### **Paseo de la Mina**

Se mantienen dos carriles en sentido plaza San Miguel a Cesáreo Alierta, quedando únicamente un carril a lo largo de todo el paseo en sentido contrario.

#### **Calle Miguel Servet**

- Tramo paseo de la Mina – calle Concepción

En este tramo se permite un carril en cada sentido:

- Hacia plaza San Miguel desde la calle Salvador de Madariaga. El resto de la calle cortada al tráfico en este sentido.
- Desde la plaza San Miguel Hasta la calle Concepción. El resto de la calle sin circulación de coches en este sentido.

Esto hace que la calle Concepción se deba cambiar de sentido para poder acceder, cruzando el camino de Las Torres, a la calle Nervo y de ahí a la calle Reina Fabiola, lo que permitirá acceder a la parte baja de San José hasta Miguel Servet.

- Tramo calle Concepción – camino de Las Torres

El tráfico se corta en todo este tramo, permitiéndose únicamente el acceso a un garaje existente.

- Tramo camino de las Torres – Calle Reina Fabiola

Se suprime el tráfico en este tramo. El acceso a la zona de San José/Miguel Servet se realizará a través de la calle Concepción o desde la calle Jorge Cocci.

#### **Compromiso de Caspe y Rodrigo Rebolledo**

- Tramo calle Miguel Servet – calle Monasterio de Samos (Compromiso de Caspe)

Se contempla la supresión del tráfico a lo largo de este tramo en ambos sentidos. La calle Monasterio de Samos se transforma en bidireccional, permitiendo el acceso desde la calle Jorge Cocci.



Co-financed by the Connecting Europe  
Facility of the European Union

- Tramo calle Monasterio de Samos – calle Zuloaga

Se invierte el sentido de las calles Zuloaga y Arroyo para favorecer los movimientos en esta parte del barrio de Las Fuentes. Se permitirá el cruce desde la calle Zuloaga hacia la calle Herrerín.

En la calle Jorge Cocci se permiten dos carriles en cada sentido, siendo la salida por la calle Monasterio del Pueyo / Rodrigo Rebolledo de un único carril.

El inicio de la calle Compromiso de Caspe es de dos carriles hasta la calle Herrerín, desde donde pasa a disponer de un único carril.

- Calle Compromiso de Caspe

Salvo al inicio de la calle para acceder a la calle Herrerín, se reduce a un único carril circulación con aparcamiento al lado derecho.

- Calle Rodrigo Rebolledo

Se mantiene un carril de entrada a la ciudad a lo largo de toda la calle.

#### **Calle San Adrian de Sasabe**

Se mantiene un carril a lo largo de toda la calle, disponiendo una línea de aparcamiento a la izquierda hasta el cruce con la calle Compromiso de Caspe.

#### **Avenida San José**

Se contempla la supresión del tráfico del tráfico a lo largo de la avenida San José en sentido entrada ciudad, reduciendo a un único carril en sentido salida ciudad. Dicho carril tendrá consideración de vía pacificada (velocidad máxima permitida 30 km/h).

Varias calles del entorno deberán sufrir modificaciones en el sentido de tráfico o prohibición de giros a la izquierda.

Se permite el acceso al barrio de Torrero por el puente al final de la avenida San José.

#### **Paseo del Canal**

Se contempla la reducción del tráfico en este tramo a un carril por sentido.

#### **Área de Intervención G-19/1 del PGOUZ**

Dado que se suprime el tráfico de entrada ciudad en la calle Escrivá de Balaguer, se incluye la ejecución de parte de las obras contempladas en el Área de Intervención G-19/1 del Plan General de Ordenación Urbana de Zaragoza, Entorno del Portillo.

Se realizarán las siguientes actuaciones:

- Ampliación de la calle Sádaba a tres carriles y conexión con la Plaza de la Ciudadanía.
- Ejecución de tres carriles de circulación en sentido sur en la calle Manuel Escoriaza y Fabro.
- Modificación de la glorieta de Los Zagries
- Configuración de la calle Anselmo Clave como bidireccional desde el nuevo vial que cruzará la G-19/1 hasta el paseo María Agustín.
- Ejecución de una glorieta en la intersección del paseo María Agustín con la avenida Anselmo Clavé.

#### **Avenida de Navarra – calle de Miguel Herrero y Rodríguez de Miñón**

La sección de este tramo se ejecutará con cuatro carriles en sentido salida de la ciudad y dos de entrada, reduciendo un carril en este caso.

### **4.14. MATERIAL MÓVIL**

Con objeto de permitir la compatibilidad con las instalaciones e infraestructuras existentes en la Línea 1 (Norte – Sur) existente, las unidades a adquirir dispondrán de una distancia entre ruedas compatible con un ancho de vía internación (1.435 mm) y tendrán la misma anchura que los tranvías actualmente en operación, esto es, 2,65 metros.

De acuerdo al dimensionamiento de las paradas y a la posibilidad de operación de dos unidades acopladas en los momentos de pico de demanda, la longitud de la unidad básica será de entre 30 y 33 metros.

El material móvil de la línea de tranvía Este-Oeste de Zaragoza será 100% de piso bajo y estará compuesto por módulos motores, flotantes y remolque unidos entre sí mediante articulaciones que permitirán el paso libre de pasajeros entre un extremo y otro del vehículo. La altura de piso será idéntica a la de las unidades de Línea 1 para permitir una adecuada compatibilidad en paradas.

El número de bogies motores de la unidad será tal que permita cumplir con las prestaciones de operación necesarias en la Línea Este-Oeste, considerando las pendientes máximas del trazado de la línea.

La unidad dispondrá de dos cabinas de conducción idénticas, una en cada extremo, permitiendo que la operación sea bidireccional.

La distribución y la anchura de las puertas habrá de ser tal que permita un rápido acceso y evacuación de los pasajeros. La unidad dispondrá de seis puertas en cada lado. Al menos cuatro de las seis puertas de cada lado de la unidad serán dobles, aceptándose que las puertas de los módulos extremos sean de tipo simple.

La unidad dispondrá de espacios destinados a personas en sillas de ruedas y a carritos de bebé, permitiendo un fácil acceso a los mismos y garantizando la seguridad del viaje.

La capacidad de transporte de viajeros estará en torno a los 192 pasajeros por tranvía en condiciones normales (asumiendo una ocupación máxima de todos los asientos fijos ocupados y una densidad de personas de pie de 3,5 personas/m<sup>2</sup>). El número aproximado de asientos será de 50.

El diseño y fabricación del material móvil tendrá especialmente en cuenta la modularidad, estandarización, intercambiabilidad y fácil acceso a los equipos y componentes que requieran una sustitución o inspección periódica, facilitando las labores de mantenimiento y favoreciendo una operación fácil, segura y fiable.

La vida mínima útil de la unidad será de 25 años, considerando un kilometraje anual de unos 100.000 km/año.

#### **4.15. PRINCIPALES DIFERENCIAS CON LA OBRA CONTEMPLADA EN EL ESTUDIO DE VIABILIDAD**

Las obras contempladas en el presente Anteproyecto suponen las siguientes variaciones sobre las obras contempladas en el Estudio de Viabilidad:

- Se han incluido las siguientes actuaciones:

- Prolongación de la línea en Las Fuentes y parada adicional
- By-pass entre Línea 1 y Línea Este-Oeste
- Urbanización de la plaza de San Miguel
- Intercambiadores
- Interacción Avda. de Navarra / calle Miguel Herrero y Rodríguez de Miñón

– Se han suprimido las siguientes actuaciones:

- Prolongación de Tenor Fleta: dado el estado de tramitación de las obras (proyecto aprobado, autorización de Adif emitida y proceso de expropiaciones comenzado), se prevé las obras estén finalizadas antes de la construcción de la Línea Este-Oeste.



## 5. CAMBIO CLIMÁTICO

### 5.1. EFECTOS DE LA INFRAESTRUCTURA SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

El 28 de noviembre de 2018, la Comisión Europea presentó su visión estratégica a largo plazo para una economía próspera, moderna, competitiva y neutra desde el punto de vista del clima de aquí a 2050.

La estrategia muestra cómo Europa puede liderar el camino hacia la neutralidad climática mediante la inversión en soluciones tecnológicas realistas, la capacitación de los ciudadanos y la armonización de la acción en ámbitos clave como la política industrial, la financiación o la investigación, garantizando al mismo tiempo la justicia social para una transición justa.

A raíz de las invitaciones formuladas por el Parlamento Europeo y el Consejo Europeo, la visión de la Comisión para un futuro climáticamente neutro abarca prácticamente todas las políticas de la UE y está en consonancia con el objetivo del Acuerdo de París de mantener el aumento de la temperatura global muy por debajo de 2 °C y de proseguir los esfuerzos para mantenerlo en 1,5 °C.

Entre las iniciativas de la Unión Europea en la Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Clima (COP24), celebrada del 2 al 14 de diciembre en Katowice (Polonia), se encuentra "Clean, Connected and Competitive Mobility". En esta iniciativa se recogen una serie de medidas que pretenden acelerar la transición de Europa hacia la movilidad con cero emisiones.

La Línea Este-Oeste del tranvía supondrá la circulación de un medio de transporte colectivo sostenible con el medio ambiente, contribuyendo de esta manera a reducir las emisiones de gases contaminantes procedentes de los vehículos que circulan en la actualidad por la ciudad, y por tanto, a luchar contra el cambio climático.

Más concretamente, como se ha indicado en el apartado de identificación, análisis y valoración de impactos del estudio de impacto ambiental, la construcción de la Línea Este-Oeste del tranvía supondrá la retirada de casi 10.000 vehículos privados que circulan actualmente por las calles en las que se ha proyectado la nueva línea.

La retirada de vehículos contaminantes de las calles de la ciudad y la introducción de una nueva línea de tranvía supondrán la reducción en las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera. Más concretamente, la Línea Este-Oeste del tranvía supondrá una reducción del 3,66% de las emisiones de CO<sub>2</sub>, pasando de 95,12 (miles de toneladas) en la actualidad, a 94,64 (miles de toneladas) tras la puesta en explotación de esta línea. Las emisiones de NO<sub>x</sub> también se verán también reducidas, pasando de 79,68 t en la situación actual a 77,70 t cuando la línea del tranvía se encuentre operativa, lo que supone una

reducción del 2,48%. Las emisiones de CO se minimizarán de 434,2 t actuales a 425,2 t, es decir, se producirá una reducción del 2,07%. Del mismo modo, las emisiones de pm también se reducirán, pasando de 3,24 t en la situación actual a 3,23 t en el futuro, es decir, se reducirán en un 0,31%.

En cuanto al coste económico de las emisiones de CO<sub>2</sub>, la construcción del tranvía supondrá una reducción de 124.988 euros, pasando de 3.424.169 euros en la situación actual a 3.299.181 euros cuando la línea del tranvía se encuentre en explotación.

Por tanto, atendiendo a lo anteriormente citado, se concluye que la puesta en explotación de la Línea Este-Oeste del tranvía minimizará las emisiones de gases contaminantes procedentes de los vehículos que circulan en la actualidad por las calles de la ciudad, contribuyendo de esta manera a la lucha contra el cambio climático.

### 5.2. ADAPTACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA A LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Los efectos del cambio climático sobre la infraestructura del tranvía, de acuerdo con los modelos climáticos globales, están vinculados a los siguientes aspectos:

- Incremento de temperaturas medias y máximas:
- Variaciones de la pluviometría:
- Variaciones sobre las rachas máximas de viento
- Incremento del nivel del mar

#### 5.2.1. Incremento de temperaturas

De acuerdo con las proyecciones realizadas por AEMET (regionalizaciones dinámicas y estadísticas), en Zaragoza se prevé un incremento las temperaturas máximas hasta el año 2065 comprendido entre 1 y 3°C y las mínimas entre 1 y 2°C.

Dados los criterios de diseño establecidos, se considera que estas variaciones no afectan al diseño de la Línea Este-Oeste del tranvía de Zaragoza.

Sin embargo, dada la climatología actual de Zaragoza, y más aún como consecuencia de las previsiones de incremento de temperaturas, se ha realizado un diseño de cocheras con lucernarios orientados al norte para minimizar las necesidades de climatización en verano. Dichos lucernarios también permitirán reducir el consumo energético en iluminación.

Adicionalmente, el estacionamiento dispone de cubierta para reducir el consumo energético en climatización tras la puesta en funcionamiento de los equipos estacionados.

### **5.2.2. Variaciones sobre la pluviometría**

Las variaciones sobre la pluviometría relevantes a efectos diseño del tranvía son las asociadas al incremento de la intensidad de las precipitaciones extremas.

Dado que el Ayuntamiento de Zaragoza no ha desarrollado normativa específica al respecto, en el diseño se han aplicado los criterios establecidos por el Gobierno de España.

El septiembre de 2013, el Gobierno de España publicó el informe final sobre las necesidades de adaptación al cambio climático de las redes de infraestructuras de transporte en España. Dicho informe representa las conclusiones del grupo de trabajo establecido al efecto y del que formaban parte, entre otros, los Ministerios de Fomento y de Agricultura, alimentación y Medio ambiente.

Dicho documento establece que “aunque el aumento de la intensidad de las precipitaciones extremas pueda producir localmente mayores exigencias sobre el drenaje, el Grupo de Trabajo considera que el impacto del cambio climático sobre este componente en nuevas carreteras no será a priori relevante, como consecuencia de los criterios básicos de diseño que incorpora el borrador de la Nueva Norma 5.2-IC sobre drenaje superficial”. Dicha norma se aprobó finalmente se publicó finalmente el 15 de febrero de 2016 (Orden FOM/298/2016) publicándose en el BOE correspondiente al 10 de marzo.

Como indica en el Anejo nº4. Hidrología y Drenaje, la metodología empleada para el dimensionamiento de las obras de drenaje de la Línea Este-Oeste de tranvía en el presente Anteproyecto sigue dicha Norma, por lo que se considera que el diseño es correcto ante los efectos del cambio climático.

### **5.2.3. Incremento del nivel del mar**

Este parámetro no afecta al diseño de la Línea Este-Oeste del tranvía de Zaragoza.

### **5.2.4. Variaciones de las rachas máximas de viento**

De acuerdo con las proyecciones realizadas por AEMET (regionalizaciones dinámicas y estadísticas), en Zaragoza se prevé un incremento las rachas máximas de viento entre 0 y 0,2 m/s.

Dados los criterios de diseño establecidos, se considera que estas variaciones no afectan al diseño de la Línea Este-Oeste del tranvía de Zaragoza.

## 6. PREVISIONES DE DEMANDA

### 6.1. MODELO DE DEMANDA

En fase de redacción del Estudio de Viabilidad se desarrolló el modelo de demanda para la Línea Este-Oeste de Zaragoza, que sirvió de base para la obtención de resultados de demanda y recorridos en cada modo de transporte para cada una de las alternativas evaluadas (datos base 2014, proyectados a 2015).

Dentro del ámbito del Plan de Movilidad Sostenible se llevó a cabo una encuesta domiciliaria y una serie de encuestas complementarias en centros de atracción, a usuarios del transporte colectivo, ciclistas, peatones, zonas de intermodalidad, y a conductores en puntos acceso a la ciudad, permitiendo así conocer los hábitos de movilidad en el municipio de Zaragoza, para el año 2017, tomado como año base. Del resultado de la explotación de estas encuestas, que permiten la caracterización de la movilidad en el municipio de Zaragoza en el año 2017, no se percibieron desviaciones significativas respecto a los hábitos de desplazamiento contemplados en el estudio de la Línea Este-Oeste (que fijaba como año base del estudio el año 2015), en la medida que indicaran la necesidad de modificar el modelo de demanda adoptado en su estudio de alternativas.

En la fase de redacción de Anteproyecto, se han verificado los resultados de dicho modelo, contemplando la nueva posición de paradas y la reordenación de bus asociada. Los resultados del modelo son muy similares a los obtenidos en la fase anterior (con variaciones inferiores al 1%). Es por ello que se validan los datos de demanda obtenidos en fase de Estudio de Viabilidad y que se recogen a continuación para la alternativa desarrollada (3A).

### 6.2. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

#### 6.2.1. Año de cálculo

La demanda evaluada se estima correspondiente al año 4 de explotación del tranvía, es decir, una vez que la movilidad urbana se ha adaptado a la nueva configuración de la red de transporte.

#### 6.2.2. Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos para para la demanda en hora punta son los siguientes:

Tabla 11. Demanda horaria en hora punta por modo

HORA PUNTA	TRAYECTOS						
	ALTERNATIVA	COCHES sin ocup.	COCHES (*)	BUS	TRANVÍA	TRANVÍA L1	TRANVÍA L2
Situación actual		57.701	69.241	21.929	7.353	7.353	
Alternativa 3A		56.045	67.254	18.055	13.620	8.250	5.371

(\*) Nota: los trayectos en coche son el resultado de aplicar al número de vehículos una ocupación media de 1,2 pasajeros/vehículo (fuente: Ayuntamiento de Zaragoza).

Debe reseñarse que se ha considerado que el 75% de los usuarios actuales de transporte público son usuarios cautivos.

Aplicando los coeficientes de paso definidos anteriormente, se obtienen los siguientes resultados de demanda anuales:

Tabla 12. Demanda anual por modo

AÑO	TRAYECTOS						
	ALTERNATIVA	COCHES sin ocup.	COCHES (*)	BUS	TRANVÍA	TRANVÍA L1	TRANVÍA L2
Situación actual		226.013.982	271.216.778	89.231.924	26.848.118	26.848.118	
Alternativa 3A		219.525.662	263.430.794	73.468.226	49.730.481	30.120.169	19.610.312

Los resultados indicados corresponden a trayectos. Para transformar el dato de trayectos a viajeros sería necesario reducir el número de trayectos teniendo en cuenta los transbordos realizados, que alcanzan valores medios del 13,1% en el bus y del 8,5% en el caso del tranvía.

Los resultados anteriores corresponden a los siguientes kilómetros anuales recorrido en cada modo.

Tabla 13. Recorridos anuales por modo

AÑO	RECORRIDOS (KM)			
	VEH. PRIVADO	BUS	TRANVÍA L1	TRANVÍA L2
Situación actual	896.751.439	18.464.753	1.337.213	
Alternativa 3A	887.100.842	15.017.215	1.337.213	1.038.649

Los resultados obtenidos para la Línea Este-Oeste del tranvía corresponden al esquema de explotación recogido en el Documento nº6. Plan de Explotación del presente Anteproyecto.

### 6.2.3. Proyecciones de la demanda

Dado que la Línea 1 de tranvía lleva operativa desde 2012 no existen datos para generar un modelo robusto de series temporales, ya que serían necesarios, al menos, 20 años de datos históricos.

Para la realización del estudio se propone un modelo de crecimiento para la Línea Este-Oeste de tranvía basado en alcanzar la demanda calculada en 4 años, con un crecimiento de 80%-87%-94%-100%. Tras este crecimiento se estima un crecimiento del 1% durante 10 años, y posteriormente un crecimiento del 0,5% hasta el fin de la concesión.

Por tanto, los valores evaluados para la demanda anual en cada año de la concesión serán los siguientes:

Tabla 14. Proyecciones de demanda. % sobre demanda calculada

AÑO	Tasa crecimiento interanual	% sobre demanda calculada
Año 1		80,0%
Año 2		87,0%
Año 3		94,0%
Año 4		100,0%
Año 5	1,0%	101,0%
Año 6	1,0%	102,0%
Año 7	1,0%	103,0%
Año 8	1,0%	104,1%
Año 9	1,0%	105,1%
Año 10	1,0%	106,2%
Año 11	1,0%	107,2%
Año 12	1,0%	108,3%
Año 13	1,0%	109,4%
Año 14	1,0%	110,5%
Año 15	0,5%	111,0%
Año 16	0,5%	111,6%
Año 17	0,5%	112,1%
Año 18	0,5%	112,7%
Año 19	0,5%	113,3%
Año 20	0,5%	113,8%
Año 21	0,5%	114,4%
Año 22	0,5%	115,0%
Año 23	0,5%	115,5%
Año 24	0,5%	116,1%
Año 25	0,5%	116,7%
Año 26	0,5%	117,3%
Año 27	0,5%	117,9%
Año 28	0,5%	118,5%

## 7. MODELO DE OPERACIÓN

### 7.1. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA OPERACIÓN

La elección de este modelo de explotación es debido a que la tipología del tranvía urbano, en superficie sin túneles ni viaductos y con gran interacción tranvía - peatón y vehículos rodados, la conducción y señalización prevista para esta línea es del tipo “marcha a la vista”, en la que no hay un control de tracción sobre el tranvía, sino que es el conductor el que tiene el mando para traccionar y frenar (sobre todo en situaciones de emergencia). No obstante, se dispondrá de señalización ferroviaria donde, en explotación comercial normal, sea necesario tomar aparatos de vía de punta o gestionar tramos de compartidos con otras líneas.

La operación del tranvía se efectuará teniendo en cuenta que todas las unidades se detendrán en todas las paradas de su recorrido. Como paradas para la regulación se utilizarán principalmente las terminales.

La circulación únicamente se realizará por la derecha, incluso en situaciones de servicio parcial. La circulación por la izquierda se permitirá únicamente, por motivos de seguridad, en acceso a terminales, en terminales provisionales, en situaciones degradadas y con objeto de retirar vehículos a cocheras.

### 7.2. CONFIGURACIÓN DE LÍNEAS Y FRECUENCIA

Dadas las características del sistema, se ha planteado inicialmente una explotación “en Y”, realizándose dos servicios distintos, ambos este a oeste, que se diferencian en los tramos inicial y final, siendo los trayectos:

- Avenida de Madrid (Los Enlaces) a Paseo del Canal
- Avenida Manuel Rodríguez Ayuso a calle Compromiso de Caspe.

La frecuencia de servicios ofrecida está basada en los datos de demanda obtenidos, los datos de la línea 1 y del servicio de autobuses actual. Se adapta la oferta de servicios a las previsiones de demanda para ofrecer así mayor calidad.

Las diferencias de las intensidades de demanda que se presentan a lo largo de un día conllevan a dividir el estudio en diferentes periodos que varían en función de dicha intensidad.

Se propone una explotación con frecuencia de 5 minutos en el tramo común (desde Avenida Madrid hasta la calle Miguel Servet), lo que supone una frecuencia de 10 minutos por servicio en hora punta en los ramales de San José y Compromiso de Caspe y la extensión hasta la carretera de Madrid (ramal a Valdefierro). En horas valle la frecuencia mínima es de 10 minutos en el tramo común, lo que supone una frecuencia de 20 minutos en los ramales.

Tabla 15. Frecuencias de operación en horario de invierno

HORARIO DE INVIERNO		FRECUENCIAS EN TRAMO COMÚN			FRECUENCIAS EN RAMALES		
Hora comienzo	Hora fin	Laborable	Sábado	Domingo/ Festivo	Laborable	Sábado	Domingo/ Festivo
5:00	7:30	10 min	10 min	10 min	20 min	20 min	20 min
7:30	9:00	5 min	10 min	10 min	10 min	20 min	20 min
9:00	10:00	5 min	6,5 min	7,5 min	10 min	13 min	15 min
10:00	13:40	6 min	6,5 min	7,5 min	12 min	13 min	15 min
13:40	17:30	5 min	6,5 min	7,5 min	10 min	13 min	15 min
17:30	18:30	5 min	6,5 min	7,5 min	10 min	13 min	15 min
18:30	20:00	5 min	6 min	7,5 min	10 min	12 min	15 min
20:00	21:00	6 min	6 min	7,5 min	12 min	12 min	15 min
21:00	22:00	6 min	6 min	7,5 min	12 min	12 min	15 min
22:00	0:00	7,5 min	6 min	7,5 min	15 min	12 min	15 min

De acuerdo con dicha configuración y frecuencias, los recorridos totales anuales de la Línea Este-Oeste serán de 1.038.649 km/año.

### 7.3. MODELIZACIÓN

#### 7.3.1. Introducción

Se ha efectuado una simulación del trazado del tranvía través del programa “OpenTrack”, tomando como base de partida los siguientes datos:

- Datos de unidad móvil.
- Aceleración máxima: 1 m/s<sup>2</sup>.

- Deceleración máxima: 0,8 m/s<sup>2</sup>.
- Datos de trazado en planta y alzado según diseño geométrico.
- Limitación de velocidad según sección tipo. Se considera una velocidad máxima de 40 km/h en toda la línea teniendo en cuenta que todo el trazado se desarrolla en zona urbana.

Cabe resaltar que aunque se pueda afinar al máximo con el tiempo de itinerario final, no se obtendrán datos reales y fehacientes hasta que no se inicie la explotación del tranvía, y el objetivo de esta simulación es pronosticar un tiempo de circulación aproximado y obtener un número de tranvías mínimo necesario para establecer la explotación.

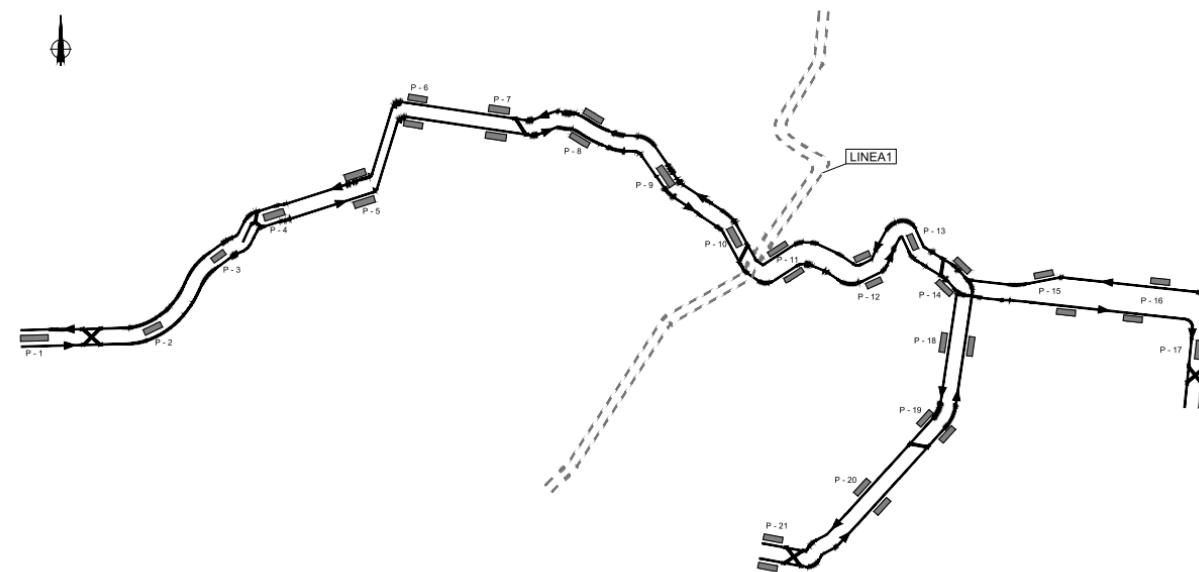


Ilustración 15. Esquema de vías y paradas

### 7.3.2. Tiempo de recorrido

El tiempo del ciclo completo para cada servicio, obtenido como la suma del tiempo de recorrido más la suma de los tiempos en cabeceras (regulación), y es por tanto, el siguiente:

Tabla 16. Tiempo de ciclo completo

Avda. Manuel Rodríguez Ayuso - Compromiso de Caspe				Los Enlaces - San José			
Tiempo OE	Tiempo EO	Regulación	Ciclo Completo	Tiempo OE	Tiempo EO	Regulación	Ciclo Completo
0:23:07	0:23:03	0:13:50	1:00:00	0:19:52	0:19:55	0:10:14	0:50:00

La velocidad media de todos los itinerarios es aproximadamente 20 km/h, similar a la de la línea 1.

### 7.4. CÁLCULO Y EVOLUCIÓN DE LA FLOTA

Una vez obtenido el horario de funcionamiento, las frecuencias, el tiempo de recorrido, número de paradas y la velocidad comercial ha efectuado un cálculo de la flota de vehículos necesarios para ofrecer el servicio. El número de vehículos es determinado por la frecuencia más reducida de servicio, que en este caso se ha considerado una frecuencia mínima de 5 minutos en el tramo común y 10 minutos en todos los ramales.

Para calcular la flota necesaria se ha considerado una capacidad de pasajeros de 192<sup>5</sup> (33 metros y capacidad de carga 3,5 pas/m<sup>2</sup>) para un vehículo de 5 módulos, resultando necesarios 11 vehículos para la explotación. Además, se consideran 2 vehículos adicionales para reserva y mantenimiento (1 de reserva y 1 de mantenimiento).

Los resultados obtenidos, incluyendo los dos vehículos de reserva y mantenimiento, tanto para el año 4, como para el año horizonte del proyecto, se muestran en la siguiente tabla.

<sup>5</sup> Fuente: Pliego Concesión Línea 1 del Tranvía de Zaragoza

Tabla 17. Cálculo de Flota.

	nº tranvías	km anuales	Ocupación tramo más cargado
Año 4	13	1.038.649	54,4%
Año horizonte	13	1.038.649	63,5%

\*El número de tranvías incluye la reserva para el mantenimiento.

## 8. AFECCIONES AL ACTUAL SISTEMA DE TRANSPORTE

### 8.1. REORDENACIÓN DEL VEHÍCULO PRIVADO

#### 8.1.1. Criterios de reordenación

La ejecución de la Línea Este-Oeste del tranvía implicará la reconfiguración del viario urbano, con la consiguiente reordenación de tráfico para el vehículo privado.

La implantación del tranvía no sólo supone la reducción del número de carriles hábiles para el tráfico de vehículo privado en las vías por la que éste discurre, sino que también implica otras actuaciones sobre la reordenación del tráfico en la propia vía por la que circula el tranvía, en las vías adyacentes, así como otras actuaciones de reordenación del tráfico de carácter estructurante.

En los planos de planta, así como en las secciones transversales puede observarse la reordenación de carriles para tráfico privado incluida en el modelo de demanda. Debe reseñarse que, al igual que la posición de paradas y la disposición de la vía en la sección transversal de la calle, la reordenación propuesta para el tráfico privado será objeto de desarrollo con un mayor nivel de detalle en fases posteriores del estudio, y por tanto puede sufrir modificaciones sobre los esquemas en este documento recogidos. En cualquier caso, la reordenación del tráfico privado garantizará la accesibilidad a residentes, así como a carga y descarga.

### 8.1.2. Principales modificaciones sobre el viario urbano

En la propuesta de reorganización de tráfico privado contemplada en el presente anteproyecto, se ha intentado siempre modificar en la menor medida posible el actual funcionamiento de las calles por las que circula el tranvía y su entorno. En todo caso, se ha asegurado que se permite el acceso a los garajes que se encuentran a lo largo del entorno de la traza. No obstante, en algunos casos no ha sido posible mantener la continuidad de la circulación existente a día de hoy e incluso ha sido necesario modificar algunos itinerarios de acceso a algunas zonas de la ciudad por la interferencia que supone la línea del tranvía (entorno de Miguel Servet, Las Fuentes y San José -bajo y alto-).

Los sentidos de las calles se pueden observar en los planos del Anteproyecto (11.2 ARQUITECTURA Y URBANISMO. PLANTA DE DIRECCIONES). En ellos se incluyen la ubicación de los garajes existentes en la base de datos del Ayuntamiento, así como los badenes que llevan asociados.

#### 8.1.2.1. Avenida de Rodríguez Ayuso

Se renueva completamente la avenida para adecuarse a los límites de PGOU entre la glorieta de Valdefierro y la glorieta de la Vía Verde, contemplándose dos carriles en cada sentido de circulación con la línea de tranvía por el centro.

A partir de la Vía Verde se mantiene sensiblemente la configuración actual, reduciéndose un carril en cada sentido.

#### 8.1.2.2. Glorieta de los Enlaces

Se efectúa una modificación completa de la glorieta de Los Enlaces, transformándola en glorieta partida y generando una zona verde al comienzo de la Avenida de Madrid. El acceso a la avenida Madrid se ve limitado a un carril, ya que el acceso al centro desde la misma se va cortado.

#### 8.1.2.3. Avenida de Madrid: Los Enlaces – calle Rioja

El tráfico de la avenida de Madrid mantiene un carril de salida en sentido salida de la ciudad. La continuidad de la avenida Madrid se ve interrumpida por la parada de la calle Rioja, por lo que quedaría eliminado el tráfico rodado en la avenida de Madrid entre la calle Garcilaso de la Vega y la calle Rioja.

. En la parte inicial (en las proximidades de la parada de Los Enlaces) se permite circulación local para acceso a las calles del entorno. En dirección centro el tráfico quedará cortado al eliminarse el actual carril bus.

A lo largo de este tramo se prohíben todos los giros a la izquierda y la calle San Pascual Bailón queda como un fondo de saco, sin salida a la avenida.

#### 8.1.2.4. Calle Rioja

Se contempla la reducción de un carril de circulación en ambos sentidos, así como la eliminación de las bandas laterales de estacionamiento. Se suprimen, en sentido sur, el giro a la izquierda hacia la calle San Antonio Abad y el giro a la izquierda hacia la avenida de Madrid en sentido centro. El sentido salida de la ciudad por avenida de Madrid queda cortado.

#### 8.1.2.5. Glorieta calle Rioja – Avenida de Navarra

Se diseña una nueva glorieta que favorezca la el tránsito desde la calle Rioja hacia la avenida de Soria en sentido salida ciudad, permitiendo la continuidad de los ejes actuales.

#### 8.1.2.6. Avenida de Navarra

Se contempla la eliminación de un carril de circulación en ambos sentidos, así como la eliminación de las bandas laterales de estacionamiento situadas en ambos sentidos.

Se mantienen los giros a la izquierda existentes para el acceso de los residentes hacia el sector de la calle santa Orosia.

#### 8.1.2.7. Avenida de Madrid: avenida de Navarra – plaza de la Ciudadanía

En este tramo de la avenida Madrid se reparte el tráfico entre las calles del entorno, dirigiendo la circulación en sentido avenida de Navarra (dos carriles) y avenida de Madrid (un carril) y en sentido centro enviando dos carriles a la plaza de la Ciudadanía y otros dos a la calle Vicente Berdusán (hacia el perímetro del Área de Intervención G-19/1).

#### 8.1.2.8. Plaza de la Ciudadanía

La conversión de la avenida de Soria en la vía de entrada principal de la ciudad por este extremo, el desarrollo del Área de Intervención G19/1 y el paso del tranvía por el centro de la plaza provocan cambios importantes en los flujos de tráfico en la rotonda. La apertura completa de Escoriaza y Fabro convierte a esta calle en una nueva entrada de gran capacidad a la ciudad. Se elimina el paso directo desde la plaza hacia el Paseo María Agustín por la inserción de la parada en ese tramo.



#### 8.1.2.9. **Calle Escrivá de Balaguer**

Se ha suprimido el tráfico en esta calle en sentido entrada a la ciudad, manteniendo el tráfico en sentido salida ciudad. Esta supresión está vinculada a la puesta en funcionamiento parcial de la actuación en el

Área de Intervención G-19/1 del PGOUZ.

#### 8.1.2.10. **Paseo María Agustín**

El tráfico de entrada a la ciudad se desviará, principalmente, hacia la avenida Anselmo Clavé. Esto deja con un carril de entrada a la ciudad entre la rotonda prevista en el entorno de Fundiciones Averly y la calle general Mayandía. En el resto del paseo, se contempla la reducción del tráfico a dos carriles por sentido a lo largo del paseo María Agustín ente la calle general Mayandía y la Puerta del Carmen. En sentido salida de la ciudad se permitirá la circulación de dos carriles en toda su longitud.

#### 8.1.2.11. **Paseo Pamplona**

Se reduce el tráfico permitiendo la circulación de dos carriles en cada sentido a lo largo del paseo Pamplona ente la Puerta del Carmen y la plaza Basilio Paraíso.

#### 8.1.2.12. **Plaza Paraíso**

El principal cambio con respecto a la situación actual de la plaza es el corte del acceso a la misma desde el paseo Constitución.

#### 8.1.2.13. **Paseo Constitución**

Se dejará un carril de salida de la ciudad hacia la avenida Cesáreo Alierta. El tráfico en sentido paseo de La Mina – plaza Paraíso se permitirá con un carril hasta la calle Don Hernando de Aragón. A partir de este punto, el paso quedará cortado, permitiéndose solamente el acceso a los garajes.

El acceso a San Ignacio de Loyola se realizará desde la calle Isaac Peral.

Al final del paseo se realizará una nueva glorieta para distribuir el tráfico entre el paseo Constitución, paseo de La Mina y Cesáreo Alierta. Las entradas y salidas desde esta última avenida se modificarán respecto a lo existente a día de hoy.

#### 8.1.2.14. **Paseo de la Mina**

Se mantienen dos carriles en sentido plaza San Miguel a Cersareo Alierta, quedando únicamente un carril a lo largo de todo el paseo en la dirección contraria.

#### 8.1.2.15. **Calle Miguel Servet**

En esta calle se plantean varias situaciones.

##### **Tramo paseo de la Mina – calle Concepción**

En este tramo se permite un carril en cada sentido:

- Hacia plaza San Miguel desde la calle Salvador de Madariaga. El resto de la calle cortada al tráfico en este sentido.
- Desde la plaza San Miguel Hasta la calle Concepción. El resto de la calle sin circulación de coches en este sentido.

Esto hace que la calle Concepción se deba cambiar de sentido para poder acceder, cruzando el camino de Las Torres, a la calle Nervo y de ahí a la calle Reina Fabiola, lo que permitirá acceder a la parte baja de San José hasta Miguel Servet.

##### **Tramo calle Concepción – camino de Las Torres**

El tráfico se corta en todo este tramo, permitiéndose únicamente el acceso a un garaje existente.

##### **Tramo camino de las Torres – Calle Reina Fabiola**

Se suprime el tráfico en este tramo. El acceso a la zona de San José/Miguel Servet se realizará a través de la calle Concepción o desde la calle Jorge Cocci.

#### 8.1.2.16. **Compromiso de Caspe y Rodrigo Rebolledo**

##### **Tramo calle Miguel Servet – calle Monasterio de Samos (Compromiso de Caspe)**

Se contempla la supresión del tráfico a lo largo de este tramo en ambos sentidos. La calle Monasterio de Samos se transforma en bidireccional, permitiendo el acceso desde la calle Jorge Cocci.



Co-financed by the Connecting Europe  
Facility of the European Union

#### **Tramo calle Monasterio de Samos – calle Zuloaga**

Se invierte el sentido de las calles Zuloaga y Arroyo para favorecer los movimientos en esta parte del barrio de Las Fuentes. Se permitirá el cruce desde la calle Zuloaga hacia la calle Herrerín.

En la calle Jorge Cocci se permiten dos carriles en cada sentido, siendo la salida por la calle Monasterio del Pueyo / Rodrigo Rebolledo de un único carril.

El inicio de la calle Compromiso de Caspe es de dos carriles hasta la calle Herrerín, desde donde pasa a disponer de un único carril.

#### **Calle Compromiso de Caspe**

Salvo al inicio de la calle para acceder a la calle Herrerín, se reduce a un único carril circulación con aparcamiento al lado derecho.

#### **Calle Rodrigo Rebolledo**

Se mantiene un carril de entrada a la ciudad a lo largo de toda la calle.

#### **Calle San Adrian de Sasabe**

Se mantiene un carril a lo largo de toda la calle, disponiendo una línea de aparcamiento a la izquierda hasta el cruce con la calle Compromiso de Caspe.

#### **8.1.2.17. Avenida San José**

Se contempla la supresión la supresión del tráfico a lo largo de la avenida San José en sentido entrada ciudad, reduciendo a un único carril en sentido salida ciudad. Dicho carril tendrá consideración de vía pacificada (velocidad máxima permitida 30 km/h). Varias calles del entorno deberán sufrir modificaciones en el sentido de tráfico o prohibición de giros a la izquierda.

Se permite el acceso al barrio de Torrero por el puente al final de la avenida San José.

#### **8.1.2.18. Paseo del Canal**

Se contempla la reducción del tráfico en este tramo a un carril por sentido.

#### **8.1.2.19. Área de Intervención G-19/1 del PGOUZ**

Dado que se suprime el tráfico de entrada ciudad en la calle Escrivá de Balaguer, se incluye la ejecución de parte de las obras contempladas en el Área de Intervención G-19/1 del Plan General de Ordenación Urbana de Zaragoza, Entorno del Portillo.

Se realizarán las siguientes actuaciones:

- Ampliación de la calle Sádaba a tres carriles y conexión con la Plaza de la Ciudadanía.
- Ejecución de tres carriles de circulación en sentido sur en la calle Manuel Escoriaza y Fabro.
- Modificación de la glorieta de Los Zagries
- Configuración de la calle Anselmo Clave como bidireccional desde el nuevo vial que cruzará la G-19/1 hasta el paseo María Agustín.
- Ejecución de una glorieta en la intersección del paseo María Agustín con la avenida Anselmo Clavé.

#### **8.1.2.20. Avenida de Navarra – calle de Miguel Herrero y Rodríguez de Miñón**

La sección de este tramo se ejecutará con cuatro carriles en sentido salida de la ciudad y dos de entrada, reduciendo un carril en este caso.

#### **8.1.3. Microsimulaciones**

Se han analizado las nueve intersecciones más complejas afectadas por el trazado, comprobando su funcionamiento con la implantación de la Línea Este-Oeste del tranvía. Dichas intersecciones son:

- Glorieta Avenida Manuel Rodríguez Ayuso - Pasillo Verde
- Glorieta de Los Enlaces
- Glorieta Avenida de Navarra-Calle Rioja
- Avenida de Navarra- calle Miguel Herrero y Rodríguez de Miñón

- Glorieta de Plaza de la Ciudadanía
- Paseo San Jose María Escrivá De Balaguer - Paseo María Agustín
- Plaza Paraíso
- Camino las Torres con Avenida Tenor Fleta (verificación del correcto funcionamiento habilitando determinados giros a la izquierda actualmente no permitidos).
- Glorieta Avenida San José-Avenida Cesáreo Alierta

En todas ellas se ha comprobado que el paso del tranvía es compatible con la nueva configuración de las intersecciones.

#### 8.1.4. Reducción del uso del vehículo privado

La puesta en funcionamiento de la Línea Este-Oeste del tranvía supondrá un incremento del número de usuarios del transporte público, asociado a una reducción del número de kilómetros recorridos en transporte privado.

Tabla 18. Demanda y recorridos anuales en vehículo privado

ALTERNATIVA	VEHÍCULO PRIVADO		
	Demanda año 4 (trayectos/año)	Recorridos (km/año)	Reducción km/año
Actual	271.216.778	896.751.439	
Alternativa 3A	263.430.794	887.100.842	-9.650.597

Al introducir la Línea Este-Oeste de tranvía, se prevé una reducción del número de trayectos anuales en vehículo privado respecto a la situación actual, estimada en -2,9%. En cuanto a los kilómetros anuales recorridos, se reducen entorno a un -1,1%.

## 8.2. REORDENACIÓN DE LA RED DE AUTOBÚS URBANO

El modelo desarrollado contempla una reorganización de las líneas de autobús de la ciudad de Zaragoza a fin de evaluar la demanda y kilómetros recorridos en este modo. Los criterios empleados para la reordenación introducida en el modelo han sido los siguientes:

- Supresión de las líneas con solape superior al 40% con Línea Este-Oeste del tranvía
- Mantenimiento de las líneas sin solape con el tranvía o ligera modificación para dotar de intermodalidad con Línea Este-Oeste
- Generación de dos líneas N-S por fusión de líneas existentes afectadas por la puesta en funcionamiento de la Línea Este-Oeste, con conexión con Línea 1 y Línea Este-Oeste del tranvía
- Creación de nuevas líneas que cubran los ámbitos excluidos
- Mantenimiento de las paradas de la red actual
- Mantenimiento de frecuencias existentes en la red actual
- Mantenimiento de la accesibilidad a los centros atractores
- Tiempo medio de recorrido en transporte público equivalente al actual

Debe reseñarse que el objeto de la reordenación de la red de autobús urbano incluida en el modelo a este nivel de desarrollo del estudio es exclusivamente permitir evaluar demanda y recorridos en cada modo. En fases posteriores del estudio se incrementará el nivel de detalle del análisis de la reordenación de la red de autobús urbano.

## 8.3. LÍNEA 1 DEL TRANVÍA DE ZARAGOZA

La puesta en funcionamiento de la Línea Este-Oeste del tranvía de Zaragoza generará una demanda inducida en la Línea 1, incrementándose el número de trasbordos.

## 8.4. AFECCIONES AL TAXI

La implantación de una segunda línea de tranvía supondrá una modificación importante en la red vial de la ciudad, ya que se elimina una superficie importante actualmente útil para la circulación de vehículos tanto privado como de servicio público. Además puede ser aconsejable, para disminuir accidentalidad y/o mejorar el funcionamiento de ciertos cruces el limitar alguno de los movimientos en ellos.

Uno de los colectivos más afectados por esta adaptación será el de los taxis. En fases posteriores del estudio se analizarán con detalle la reubicación de paradas y la prohibición/autorización de giros a la izquierda.

## 9. ANÁLISIS DE COSTES

### 9.1. INVERSIÓN INICIAL

Se ha estimado la inversión necesaria prevista para la puesta en marcha de la infraestructura, valorando tanto la construcción de la misma, como la adquisición de material móvil, dirección de las obras o posibles costes derivados de compensaciones y adquisiciones de terrenos.

El detalle del análisis de los costes de construcción realizado se incluye en el *Documento nº3. Presupuesto* del presente Anteproyecto.

#### 9.1.1. Presupuesto de construcción

Se adjunta a continuación una tabla resumen de los costes de inversión necesarios para la ejecución de la Línea Este-Oeste del tranvía de Zaragoza. Todos los costes están expresados en valores antes de IVA.

*Tabla 19. Resumen de costes de construcción (antes de IVA)*

Ref.	Capítulo	Importe (€)
EST	ESTRUCTURAS	10.438.948,77 €
SERV	SERVICIOS AFECTADOS	19.092.636,71 €
OCTR	OBRA CIVIL TRANVÍA	25.025.294,08 €
URB	URBANIZACION	32.410.655,89 €
PAR	PARADAS	3.372.323,81 €
COMP	OBRAS COMPLEMENTARIAS	12.972.028,12 €
ELEC	ENERGÍA, ELECTRIFICACIÓN Y ALUMBRADO	19.381.931,19 €
SEÑ	SEÑALIZACIÓN TRANVIARIA	8.039.090,72 €
COM	COMUNICACIONES Y CENTRO DE CONTROL	6.836.441,00 €
BIL	SISTEMA TARIFARIO	2.340.600,00 €
CYT	COCHERAS Y TALLERES	14.485.300,39 €
MAMB	MEDIDAS AMBIENTALES	617.000,00 €
GR	GESTIÓN DE RESIDUOS	2.073.300,00 €
SYS	SEGURIDAD Y SALUD	2.381.789,66 €
	<b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>159.467.340,34 €</b>
	13% Gastos Generales	20.730.754,24 €
	6% Beneficio Industrial	9.568.040,42 €
	<b>TOTAL PRESUPUESTO ANTES DE IVA</b>	<b>189.766.135,00 €</b>

El presupuesto de construcción incluye tanto la ejecución de la Línea Este-Oeste del tranvía como los costes derivados de la infraestructura necesaria para la puesta en funcionamiento de las mejoras de conexión de la línea con la Estación Intermodal de Zaragoza Delicias (lanzadera bus y red ciclable)

### 9.1.2. Adquisición de material móvil

Para la puesta en funcionamiento del sistema, es necesaria la adquisición del siguiente material móvil:

Tabla 20. Resumen de costes de adquisición de material móvil (antes de IVA)

Equipo	Ud	Precio Unit. (€)	Importe (€)	Vida útil (años)
<b>Tranvía</b>				
Material móvil tranvía 32 m	13	2.750.000,00 €	35.750.000,00 €	25
<b>Subtotal tranvía</b>			<b>35.750.000,00 €</b>	
<b>Conexión con Estación Intermodal</b>				
Bus eléctrico carga oportunidad	3		1.350.000,00 €	13
Bicicletas/triciclos eléctricos			90.000,00 €	5
<b>Subtotal Conexión Estación Intermodal</b>			<b>1.440.000,00 €</b>	
<b>TOTAL</b>			<b>37.190.000,00 €</b>	

### 9.1.3. Otros costes

Además de los costes anteriormente detallados, se consideran los siguientes costes de inversión:

#### 9.1.3.1. Dirección de las obras

Como coste de inversión se incluyen los costes derivados de la Dirección y Supervisión de las Obras, estimados en un 3% de la inversión (5.692.984,05 €).

#### 9.1.3.2. Costes derivados de compensaciones y adquisiciones de terrenos

De acuerdo con las afecciones al planeamiento y a terrenos de titularidad no municipal, se han evaluado unos costes derivados de compensaciones y adquisiciones de terrenos de 1.461.978,58 €.

### 9.1.4. Resumen de coste de inversión

Tabla 21. Resumen de costes de inversión (antes de IVA)

Concepto	Importe (€)
Construcción	189.766.135,00 €
Adquisición de material móvil	37.190.000,00 €
Dirección de las obras	5.692.984,05 €
Compensaciones y adquisiciones de terrenos	1.461.978,58 €
<b>TOTAL</b>	<b>234.111.097,63 €</b>

## 9.2. COSTE DE EXPLOTACIÓN

### 9.2.1. Tranvía

Se ha desarrollado el análisis de coste de explotación del tranvía de acuerdo con los siguientes conceptos característicos de este servicio:

- Coste personal
- Coste mantenimiento
- Coste de energía a tracción
- Otros costes directos de operación y mantenimiento
- Costes indirectos

El detalle del análisis de los costes de explotación realizado se incluye en el *Anejo nº23. Plan de explotación.*

### 9.2.2. Conexión de la Línea Este-Oeste del tranvía con la Estación Intermodal Zaragoza Delicias

El estudio incorpora los costes de explotación del sistema de bus lanzadera y de la red ciclable según el documento “Estudio de Alternativas para Mejora de la Interconexión de la Estación Intermodal de Delicias de Zaragoza y la Línea 2 de Tranvía”, recogido como apéndice en el Anejo nº18. Obras complementarias.

### 9.2.3. Resumen de los costes de explotación

Tabla 22. Resumen de costes durante la fase de explotación (€/anuales, antes de IVA)

Concepto	Importe anual (€)
<b>Tranvía</b>	
Personal y mantenimiento	6.747.781,98 €
Energía	571.256,95 €
Otros gastos directos	799.759,73 €
Indirectos y AT	1.404.552,17 €
<b>Total tranvía</b>	<b>9.523.350,83 €</b>
<b>Conexión con Estación Intermodal</b>	
Bus eléctrico	629.816,00 €
Bicicletas	63.000,00 €
<b>Total conexión EIZD</b>	<b>692.816,00 €</b>
<b>TOTAL</b>	<b>10.216.166,83 €</b>

## 10. PROGRAMA ECONÓMICO DEL ANTEPROYECTO

### 10.1. INTRODUCCIÓN

Se ha desarrollado el Programa económico del Anteproyecto de la Línea Este-Oeste del tranvía de Zaragoza, incluyendo:

- un breve resumen descriptivo de la infraestructura de la Línea Este-Oeste,
- el análisis de los ingresos previstos con la explotación de la Línea Este-Oeste a partir de la demanda prevista y las tarifas aplicables,
- las inversiones previstas,
- los costes de explotación.
- el plan de financiación de la Línea Este-Oeste a partir del análisis de los flujos de caja para el Ayuntamiento.

El Anteproyecto avanza en el grado de detalle del proyecto y por ello se han modificado algunos de los datos incluidos en el Estudio de Viabilidad, actualizando el estudio realizado en dicha fase con los nuevos datos.

### 10.2. TARIFAS APLICABLES

Las tarifas de abono del transporte público de Zaragoza son fijadas y aprobadas anualmente por el Ayuntamiento, y en su caso, además, cuando así este establecido y/o sea necesario, por el órgano competente en materia de precios autorizados. De acuerdo con lo establecido en el Reglamento del Servicio Público de Transporte Urbano de Viajeros por Autobús en la Ciudad de Zaragoza (Aprobación inicial por Ayuntamiento Pleno el 22.03.2013, Publicado en BOPZ nº 71, de 30.03.2013, Aprobación definitiva por Ayuntamiento Pleno el 28.06.2013 y Publicado en BOPZ (Boletín Oficial de la Provincia de Zaragoza) nº 160, de 15.07.2013

Se reconocen diferentes clases de títulos de transporte:

- a) Billeto sencillo, por el que usuario adquiere el derecho a realizar un viaje.

- b) Tarjeta múltiple monedero-bus, en la cual el usuario recarga una cantidad de dinero, en función de la cual le posibilita viajar por un número determinado de viajes.
- b) Tarjeta múltiple monedero-lazo, en la cual el usuario recarga una cantidad de dinero, en función de la cual le posibilita viajar por un número determinado de viajes, con integración tarifaria con el Consorcio de Transportes del Área de Zaragoza.
- d) Tarjeta ciudadana en su modalidad prepago o postpago, en la cual el usuario o bien recarga una cantidad de dinero o posee un convenio con una entidad bancaria que le permite disponer de él en función del cual le posibilita viajar un número determinado de viajes.
- e) Abono 30 días (mensual), por el que el usuario adquiere el derecho a realizar un número ilimitado de viajes durante treinta días.
- f) Abono 90 días (trimestral), por el que el usuario adquiere el derecho a realizar un número ilimitado de viajes durante noventa días.
- g) Abono 90 días carné joven (trimestral), por el que el usuario adquiere el derecho a realizar un número ilimitado de viajes durante noventa días.
- h) Abono 365 días (anual), por el que el usuario adquiere el derecho a realizar un número ilimitado de viajes durante trescientos sesenta y cinco días.
- i) Abono 365 días carné joven (anual), por el que el usuario adquiere el derecho a realizar un número ilimitado de viajes durante trescientos sesenta y cinco días.
- j) Tarjeta pensionista, expedida para los pensionistas que cumplen una serie de requisitos aprobados por la Administración.

El Ayuntamiento puede modificar los títulos de transporte señalados, así como aprobar otras clases de títulos de viaje o billetes, para atender las necesidades de los usuarios.

El importe de cada uno de los títulos es variable en función de la política de precios que acuerde el Ayuntamiento de Zaragoza (revisada anualmente).

Este tipo de títulos y sus tarifas asociadas son comunes para toda la red de transporte público de Zaragoza (autobuses y tranvía), con trasbordo gratuito bus-bus y bus-tranvía durante una (1) hora.

La Línea Este-Oeste se integrará en el sistema tarifario del resto del sistema de transporte público de Zaragoza

### **10.3. INGRESOS PREVISIBLES**

#### **10.3.1. Ingresos por tarifas**

De acuerdo con la política tarifaria actual de la red de transporte público de Zaragoza, el ingreso medio neto por billete aportado por el usuario es de 0,50 €/trayecto. Con el número de viajeros y los ingresos anuales por billeteaje de la línea 1 del tranvía de Zaragoza, el ingreso medio por billete es de 0,90 €/trayecto incluyendo la subvención del Ayuntamiento.

Dado que el autobús de conexión con el tranvía supone un transbordo, no generará ingreso tarifario adicional.

El ingreso generado por el alquiler de bicicletas y triciclos se considera no relevante.

#### **10.3.2. Otros ingresos**

De acuerdo con la experiencia de la línea 1 del tranvía de Zaragoza, no se prevén ingresos adicionales.

### **10.4. GASTOS PREVISIBLES**

#### **10.4.1. Inversión**

Se ha estimado la inversión necesaria prevista para la puesta en marcha de la infraestructura, valorando tanto la construcción de la misma, como la adquisición de material móvil, dirección de las obras o posibles costes derivados de compensaciones y adquisiciones de terrenos.

De acuerdo con lo expuesto en el anejo nº21. Presupuesto para conocimiento de la Administración, el coste de construcción de las obras asciende a la cantidad de 234.111.097,63€.

Tabla 23. Resumen de costes de inversión (antes de IVA)

Concepto	Importe (€)
Construcción	189.766.135,00 €
Adquisición de material móvil	37.190.000,00 €
Dirección de las obras	5.692.984,05 €
Compensaciones y adquisiciones de terrenos	1.461.978,58 €
<b>TOTAL</b>	<b>234.111.097,63 €</b>

#### 10.4.2. Coste de explotación

Se ha desarrollado el análisis de coste de explotación del tranvía de acuerdo con los siguientes conceptos característicos de este servicio:

- Coste personal
- Coste mantenimiento
- Coste de energía a tracción
- Otros costes directos de operación y mantenimiento
- Costes indirectos

El detalle del análisis de los costes de explotación realizado se incluye en el *Anejo nº23. Plan de explotación*.

El estudio incorpora los costes de explotación del sistema de bus lanzadera y de la red ciclable según el documento “Estudio de Alternativas para Mejora de la Interconexión de la Estación Intermodal de Delicias de Zaragoza y la Línea 2 de Tranvía”.

Tabla 24. Resumen de costes durante la fase de explotación (€/anuales, antes de IVA)

Concepto	Importe anual (€)
<b>Tranvía</b>	
Personal y mantenimiento	6.747.781,98 €
Energía	571.256,95 €
Otros gastos directos	799.759,73 €
Indirectos y AT	1.404.552,17 €
<b>Total tranvía</b>	<b>9.523.350,83 €</b>
<b>Conexión con Estación Intermodal</b>	
Bus eléctrico	629.816,00 €
Bicicletas	63.000,00 €
<b>Total conexión EIZD</b>	<b>692.816,00 €</b>
<b>TOTAL</b>	<b>10.216.166,83 €</b>

#### 10.5. PLAN DE FINANCIACIÓN DE LA LÍNEA DE TRANVÍA ESTE-OESTE DE ZARAGOZA

Se ha realizado análisis de los flujos de caja que se generarán en las fases de construcción y explotación de la Línea Este-Oeste del Tranvía Este – Oeste de Zaragoza, y, en consecuencia, las necesidades de financiación del Ayuntamiento para llevar a cabo el proyecto. El análisis se realiza a partir de la metodología desarrollada en el Análisis de la rentabilidad económica y financiera del Estudio de Viabilidad de la Línea Este-Oeste del tranvía de Zaragoza aprobado el 25 de mayo de 2018 por el Gobierno de Zaragoza.

En primer lugar, ha realizado una **actualización de los flujos de caja del proyecto** de acuerdo con los datos actuales de las inversiones y reinversiones, y gastos de operación y mantenimiento, descritos en los apartados anteriores de este documento.

En segundo lugar, y a partir de estos datos actualizados, se ha desarrollado un **análisis de los flujos de caja del Ayuntamiento** teniendo en cuenta diferentes escenarios:

- Financiación ajena de la inversión: se analiza los flujos de caja del proyecto con diferentes porcentajes de financiación mediante deuda bancaria a un tipo de interés del 2%: 0%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100% del total de la inversión.
- Ingreso medio neto por billete: se realiza el análisis teniendo en cuenta unos ingresos medios netos por billete de 0,5€/billete, 0,7€/billete, 0,9€/billete, 1,1€/billete y 1,3€/billete.

Estos resultados servirán como base para proponer diferentes modelos de gestión en la fase de Proyecto Constructivo.



### 10.5.1. Actualización de los flujos de caja del Estudio de Viabilidad y Cálculo de la TIR del proyecto

En este apartado se incluye la actualización de los flujos de caja incluidos en el Estudio de Viabilidad de la Línea Este-Oeste del tranvía de Zaragoza para la alternativa seleccionada (3A), tras haber avanzado en el grado de detalle de los documentos técnicos.

Se han tenido en cuenta las siguientes **hipótesis** establecidas en el Estudio de Viabilidad:

- Las inversiones se realizan los dos primeros años.
- Los gastos de operación y mantenimiento se realizan anualmente, desde la puesta en servicio de la Línea Este-Oeste del tranvía.
- Inflación considerada del 2%.
- Impuesto sobre beneficios considerado del 30%.
- Tanto los gastos como los ingresos en el análisis financiero se han estimado a precios de mercado sin IVA.
- Para el cálculo de los ingresos por tarifas se ha estimado una demanda que se prevé que alcance su cota más alta (100%) en el cuarto año del proyecto (19.610.312 viajeros/año), con un crecimiento por coeficientes “ramp-up” de 80% - 87% - 94%, en los tres primeros años. A partir de este crecimiento la demanda se estima que crecerá al 1% durante los siguientes 10 años y posteriormente un 0,5% anualmente hasta el fin del periodo de evaluación del proyecto. El ingreso medio por billete incluyendo la subvención municipal es de 0,90€, como en el caso del Estudio de Viabilidad.

Por otra parte, se ha reducido el **periodo de evaluación del proyecto**, de los 30 años previstos en el Estudio de Viabilidad (2 de obra y 28 de explotación), a los 23 años actuales (2+21), momento en el que finalizará la concesión de la línea 1 de Tranvía Norte – Sur.

En cuanto a las **Inversiones y reinversiones**, se han tenido en cuenta las hipótesis del Estudio de Viabilidad para los años en que se realizan las mismas, su distribución porcentual y su vida útil.

Tabla 25. Inversiones. Año de inversión. % de realización. Vida útil

Partidas	Año de inversión y % de realización		Vida Útil (años)
	Año 1 de inversión	Año 2 de inversión	
<b>Infraestructura/Construcción</b>			
Obra civil	40%	60%	50
Cocheras no Edifi.	0%	100%	25
Edificaciones	40%	60%	50
Obra civil interconexión EIZD	0%	100%	50
<b>Superestructura de la Vía</b>			
Vía	20%	80%	25
Señalización	0%	100%	13
Obra eléctrica interconexión EIZD	0%	100%	13
<b>Otros</b>			
Dirección de obra	50%	50%	-
Material rodante tranvía	0%	100%	25
Material móvil bus eléctrico	0%	100%	15
Material móvil bicicletas	0%	100%	5
Afecciones a servicios	75%	25%	-
Compensac. y adquisic. terrenos	100%	0%	-

En términos de amortización, las partidas amortizables (todas excepto afecciones a servicios y expropiaciones), se amortizan de acuerdo a su vida útil (13, 25, 50 años) mediante un sistema de amortización lineal de cuota constante.

Tabla 26. Reinversiones. Partidas y Años

Partidas	Anos de reinversión
Cocheras no edif.	25
Vía	25
Señalización	13
Material rodante tranvía	25
Material móvil bus	7 (baterías), 15 (renovación)
Material móvil bicicletas	3 (baterías), 5 (renovación)

En el caso de los **Gastos de operación y mantenimiento**, al igual que en el Estudio de Viabilidad, se han distinguido seis partidas: personal, mantenimiento, energía, otros costes directos, costes indirectos y costes de asistencia técnica. Estos gastos se realizan anualmente, a partir de la puesta en servicio de la Línea Este-Oeste, y se ven afectados por la tasa interanual de inflación del 2%.

También se han incluido en el análisis las inversiones y costes de explotación del “Estudio de Alternativas para Mejora de la Interconexión de la Estación Intermodal de Delicias de Zaragoza y la Línea 2 de Tranvía”, de acuerdo con los datos explicados en apartados anteriores.

Se incluye a continuación unas tablas comparativas de las inversiones y costes de explotación que sirvieron para realizar el Estudio de Viabilidad y estos datos actualizados por el Anteproyecto.

Tabla 27. Inversiones

Partidas	Estudio de Viabilidad	Actualización Anteproyecto
<b>Infraestructura/Construcción</b>		
Obra Civil	35.724.918,00	69.851.656,24
Cocheras (no edificación)	13.177.434,00	7.003.653,12
Edificaciones	13.742.399,00	5.874.868,41
Obra civil bus + bicicleta		927.010,00
<b>Superestructura de la Vía</b>		
Vía	37.599.055,00	60.683.352,80
Señalización	21.280.495,00	20.697.826,75
Obra eléctrica bus + red ciclable		2.007.530,00
<b>Otros</b>		
Dirección de obra	4.129.486,00	5.692.984,05
Material rodante tranvía	37.050.000,00	35.750.000,00
Material rodante bus + bici		1.440.000,00
Afecciones a servicios	31.419.615,00	22.720.237,68
Compensac. y adquisic. Terrenos	6.379.800,00	1.461.978,58
<b>TOTAL</b>	<b>200.503.202,00</b>	<b>234.111.097,63</b>

Tabla 28. Costes de explotación

Sistema	Estudio de Viabilidad	Actualización Anteproyecto
<b>Tranvía</b>		
Personal y mantenimiento	6.993.775,72	6.747.781,98
Energía	572.559,94	571.256,95
Otros gastos directos	801.583,92	799.759,73
Indirectos y AT	1.448.427,40	1.404.552,17
<b>Subtotal tranvía</b>	<b>9.816.346,98</b>	<b>9.523.350,83</b>
<b>Conexión con Estación Intermodal</b>		
Bus eléctrico carga oportunidad		629.816,00
Bicicletas/triciclos eléctricos		63.000,00
<b>Subtotal Conexión Estación Intermodal</b>		<b>692.816,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>9.816.346,98</b>	<b>10.216.166,83</b>

A partir de los flujos de caja se ha evaluado la rentabilidad del proyecto mediante los siguientes parámetros:

- TIR (Tasa Interna de Rentabilidad)
- VAN (Valor Actual Neto) calculado para una tasa de descuento del 5% (tasa de descuento recomendada por la Comisión Europea para el cálculo del análisis financiero de proyectos de inversión en ferrocarriles).

Tabla 29. Rentabilidad económico-financiera

	Estudio de Viabilidad 30 años	Actualización Anteproyecto 23 años
<b>VAN</b>	<b>-72.279.084,50</b>	<b>-103.488.701,35</b>
<b>TIR</b>	<b>1,814%</b>	<b>0,228%</b>

Como ya se analizó en el Estudio de Viabilidad y se ratifica ahora con los datos del Anteproyecto, aunque resulta una TIR positiva, el proyecto no alcanza los umbrales de rentabilidad económica exigidos como referencia (VAN >0 para una tasa de descuento del 5%). Sin embargo, como ya se indicó en el Estudio de Viabilidad, el proyecto sí cuenta con una rentabilidad socioeconómica suficiente para que la Administración pública estudie su posible ejecución. Para ello en la fase de Proyecto se estudiarán diferentes modelos de gestión para optimizar los recursos públicos destinados al proyecto.

## 10.6. ANÁLISIS DE LOS FLUJOS DE CAJA DEL AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA

Tras el análisis de los flujos de caja y rentabilidad del proyecto, se han analizado los flujos de caja previstos para el Ayuntamiento a partir de variaciones en los ingresos netos medios previstos por billete y el porcentaje de financiación mediante deuda bancaria.

Ambas variables afectan de forma significativa a los flujos. Por una parte, los **ingresos netos medios** suponen la única fuente de ingresos durante la explotación del tranvía, y por lo tanto, es necesario analizar cómo se ven afectados estos flujos ante diferentes escenarios posibles. Actualmente el ingreso neto medio por billete es de 0,50€.

Por otra parte, las **necesidades de financiación** de la inversión son elevadas, sobre todo, en las fases iniciales de construcción, y el recurso a financiación ajena permite hacer frente a dichas inversiones, disminuyendo la aportación mediante recursos propios directos.

El análisis se realiza para unos ingresos netos medios de 0,50€, 0,70€, 0,90€, 1,10€ y 1,30€ por billete. Para cada caso se cuantifican los flujos caja que tendrá el Ayuntamiento en el supuesto de financiación con fondos propios (partidas presupuestarias), y en el supuesto de financiación ajena en un 20%, 40%, 60%, 80% y finalmente, incluso el 100%.

Para el análisis, se ha considerado un tipo de interés del 2% como coste de la financiación ajena, de acuerdo con los datos del Presupuesto del Ayuntamiento de 2017 sobre gastos financieros y pasivo no corriente.

Se incluyen a continuación los gráficos de flujos de caja para el Ayuntamiento y un gráfico comparativo para cada escenario.

Ilustración 16. Comparativa de flujos de caja con in ingreso medio neto de 0,50 €/billete

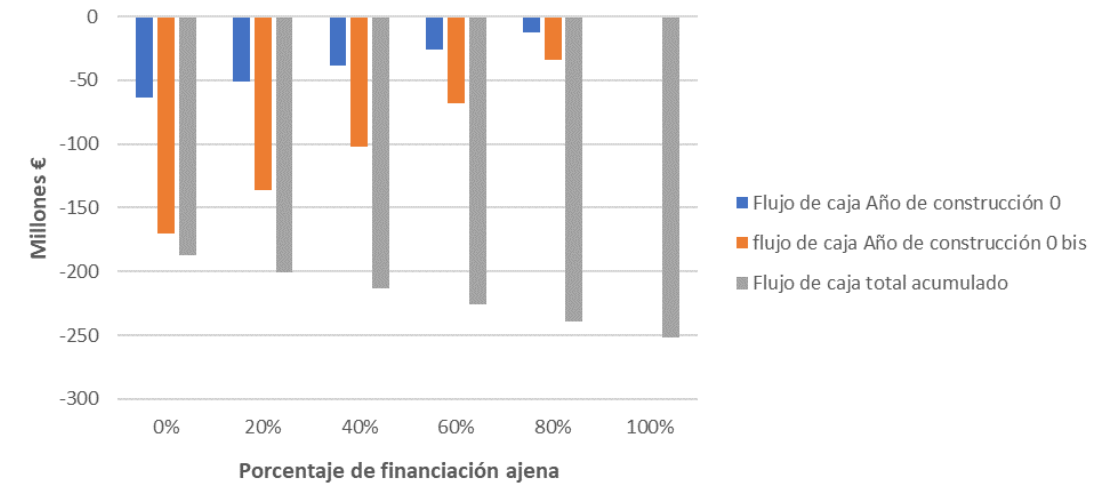


Ilustración 17. Comparativa de flujos de caja con in ingreso medio neto de 0,70 €/billete

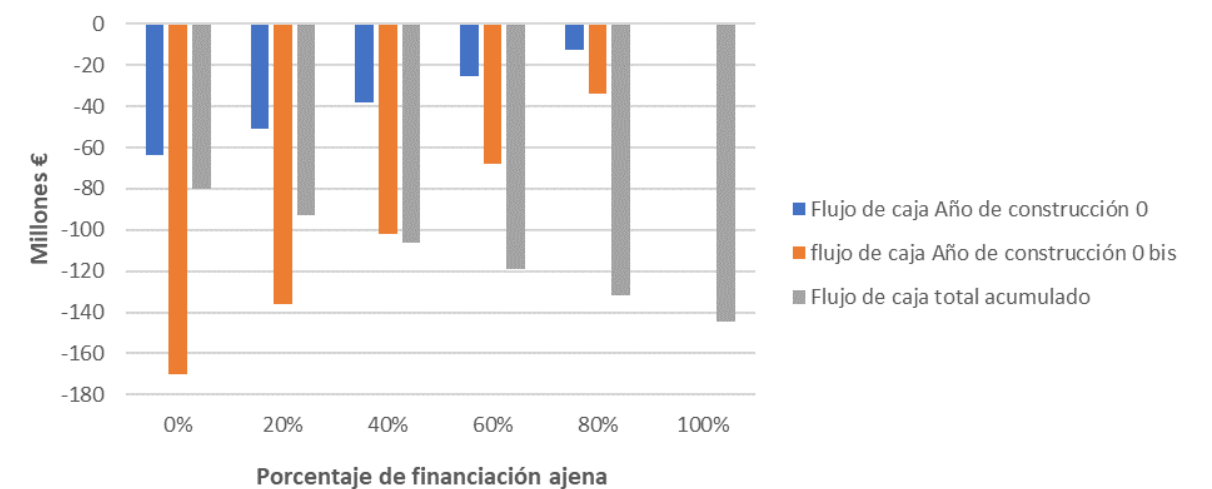


Ilustración 18. Comparativa de flujos de caja con in ingreso medio neto de 0,90 €/billete

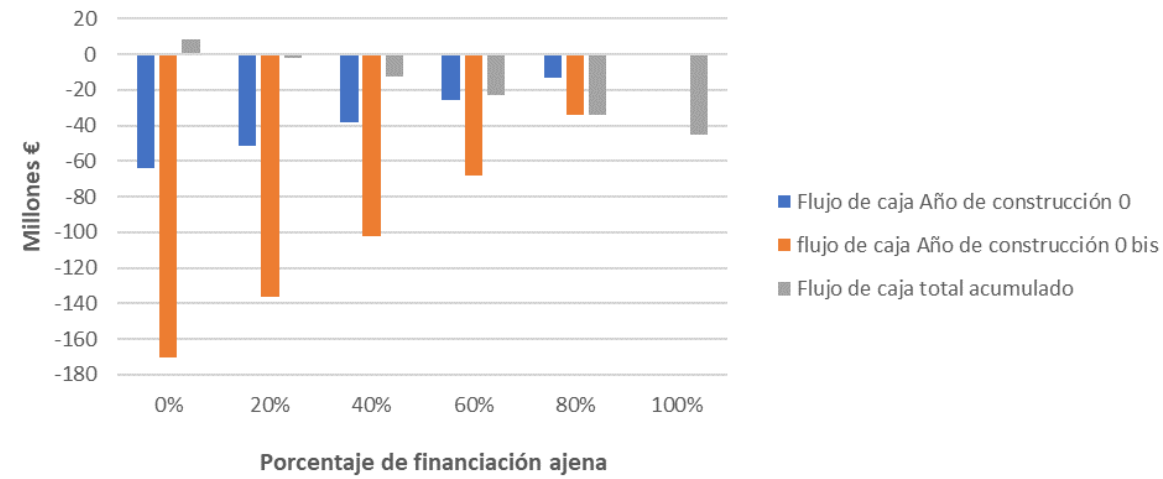


Ilustración 20. Comparativa de flujos de caja con in ingreso medio neto de 1,30 €/billete

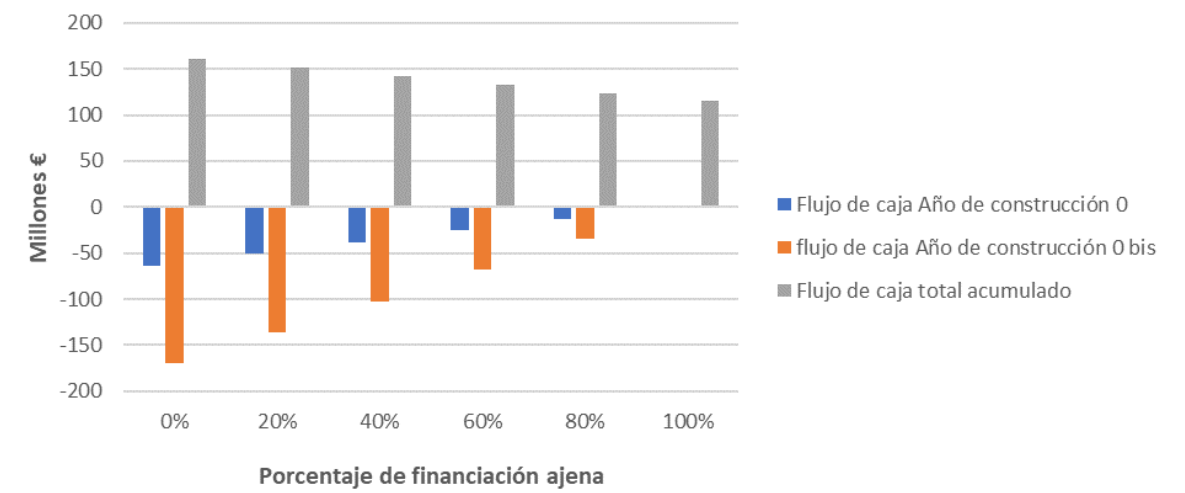
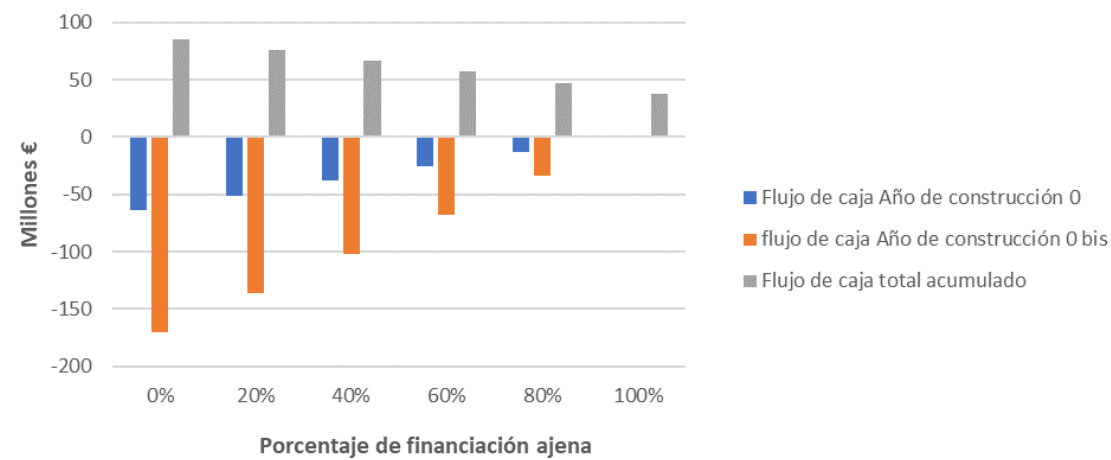
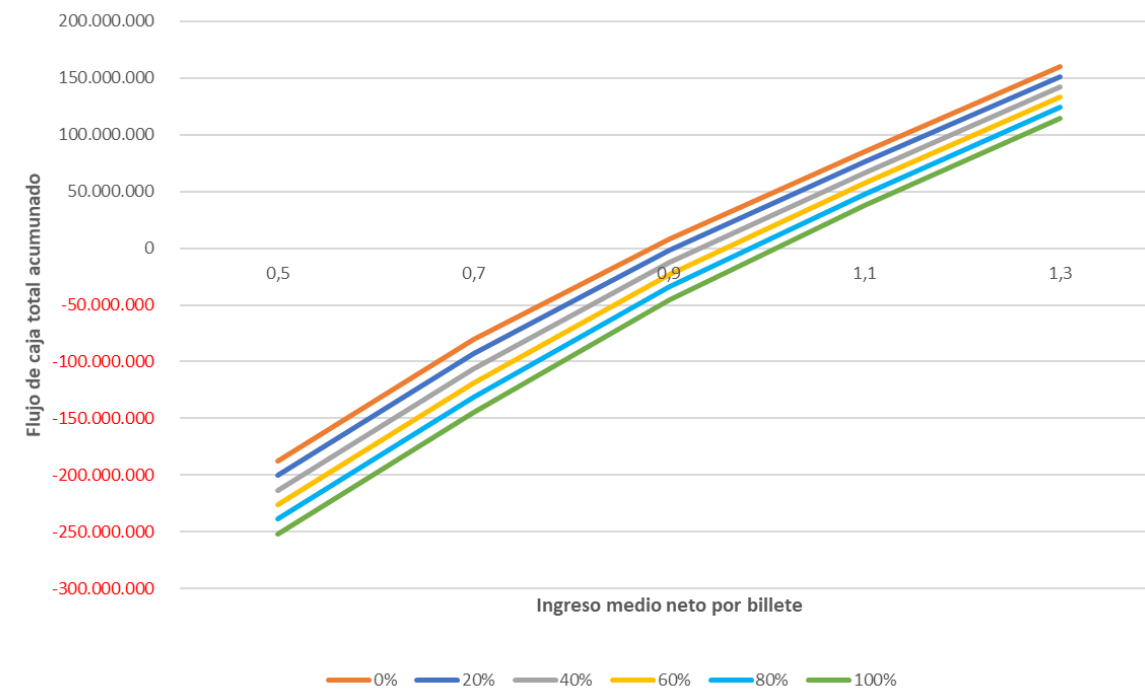


Ilustración 19. Comparativa de flujos de caja con in ingreso medio neto de 01,10 €/billete



A modo de resumen, en el gráfico siguiente se representan los flujos de caja acumulados para el Ayuntamiento en función de los ingresos medios netos considerados y los porcentajes de financiación.

Ilustración 21. Flujo total acumulado según ingreso medio neto y porcentaje de financiación ajena



Con dichos ajustes, en el caso de un ingreso medio por billete de 0,90 euros, se obtiene una TIR del 0,228 %.

Además, se han calculado los flujos de caja para el Ayuntamiento en varias hipótesis: se ha analizado una horquilla de ingreso neto medio por billete desde 0,50 hasta 1,30 euros y un endeudamiento del 0% al 100% en incrementos del 20%. Obviamente, en función de ambos parámetros, el flujo de caja total que debe disponer el Ayuntamiento es diferente.

La política tarifaria a aplicar, que determinará cual es finalmente el ingreso neto medio por billete, y la forma de obtener concretamente, en su caso, la financiación necesaria, serán objeto de análisis en la Redacción del Proyecto de la Línea Este-Oeste donde se llevará a cabo el estudio del modelo de gestión, una vez que todas las especificaciones técnicas estén totalmente definidas.

## 10.7. CONCLUSIONES DEL PROGRAMA ECONÓMICO

El estudio de viabilidad del proyecto de la Línea Este-Oeste de Tranvía Este-Oeste justificó la rentabilidad socioeconómica del mismo, razón por la cual, de acuerdo con las indicaciones de la Comisión Europea, es susceptible de que una administración pública estudie la forma de llevarlo a cabo.

En este documento se ha actualizado el modelo económico ya desarrollado para el estudio de viabilidad, adecuando los datos de inversiones y gastos de operación al mayor desarrollo de la documentación técnica que ha permitido ajustar mejor alguna de las principales magnitudes económicas, así como incorporando los costes de implantación y de explotación del sistema de bus lanzadera y de la red ciclable para la interconexión con la Estación Intermodal de Zaragoza-Delicias.

Igualmente se ha reducido el plazo de estudio de 30 a 23 años partiendo de la premisa de que se desea ajustar el plazo de una hipotética concesión para que tanto la concesión de Línea 1 como la de Línea Este-Oeste finalicen de forma simultánea.

## 11. AFECCIONES AL PLANEAMIENTO

La implantación de la Línea Este-Oeste del tranvía obligará a algunas modificaciones en el P.G.O.U. para adecuar los usos actuales a los previstos, en particular, se plantean cambios de uso en zonas habitualmente consideradas como Verdes (ZV) que se verán ocupadas definitivamente por la plataforma tranviaria y las estaciones. Igualmente, es necesario un cambio de uso en la zona prevista para la implantación de las cocheras y el aparcamiento disuasorio de Las Fuentes.

Igualmente, se generan nuevas zonas verdes en la urbanización asociada a la implantación del tranvía.

## 12. AFECCIONES AMBIENTALES

### 12.1. INTRODUCCIÓN

Con fecha 3 de abril de 2017, el Ayuntamiento de Zaragoza registró en el Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (en adelante INAGA) la solicitud de evaluación de impacto ambiental simplificada, la cual adjuntaba el "Documento Ambiental. Estudio de viabilidad de la Línea de Tranvía Este - Oeste en Zaragoza".

Con fecha 26 de enero de 2018, el INAGA emitió la Resolución por la que se adopta la decisión de someter al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinaria el proyecto de línea de tranvía Este - Oeste en Zaragoza, promovido por el Ayuntamiento de Zaragoza - Departamento de Planificación y Diseño de la Movilidad Urbana (número de expediente INAGA/500201/01/2017/03304).

En cumplimiento de la Resolución del INAGA de fecha 26 de enero de 2018 se ha redactado el estudio de impacto ambiental para someter el Anteproyecto al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinaria.

### 12.2. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DEL ANTEPROYECTO

Se ha realizado un análisis detallado de las alternativas técnicamente viables barajadas en el Anteproyecto, incluida la alternativa cero o no realización del Anteproyecto.

Por otra parte, se ha realizado un análisis ambiental de las alternativas estudiadas, desde el punto de vista del territorio, paisaje, hábitats de especies protegidas, patrimonio natural, planificación temporal y duración total de las obras, así como económico.

Por último, se ha informado sobre la alternativa finalmente seleccionada.

### 12.3. DIAGNÓSTICO TERRITORIAL Y DEL MEDIO AMBIENTE AFECTADO POR EL ANTEPROYECTO

Se ha incluido un estudio del medio ambiente afectado por el Anteproyecto, caracterizando la zona de estudio desde el punto de vista de la climatología (temperaturas, precipitaciones, viento y clasificación climática), geología, geomorfología y tectónica de la zona, edafología, hidrología, hidrogeología, vegetación (vegetación potencial mapa forestal de Aragón, vegetación actual, Árboles Singulares de Aragón, flora catalogada y hábitats de interés comunitario), fauna, Figuras de Protección Ambiental



Co-financed by the Connecting Europe  
Facility of the European Union

(Espacios Naturales Protegidos, Red Natura 2000, Plan de Ordenación de los Recursos Naturales, Humedales del Convenio RAMSAR, Humedales Singulares de Aragón, Lugares de Interés Geológico y planes de gestión de especies), Dominio Público Forestal, Dominio Público Pecuario, medio socioeconómico, paisaje y Patrimonio Cultural.

Además, se ha incluido un epígrafe dedicado al Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Zaragoza.

## 12.4. IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

Se han identificado, analizado y valorado cuantitativamente los impactos, identificándose previamente las actividades potencialmente impactantes del Anteproyecto: movimientos de tierras, actividad de la maquinaria, zonas de instalaciones auxiliares de obra, reposición de los servicios afectados, sustitución parcial del cubrimiento del río Huerva y del puente de la calle Miguel Servet, y explotación de la línea Este - Oeste del tranvía.

Se han diferenciado los impactos (calidad atmosférica, geología, geomorfología y suelos, hidrología, vegetación, fauna, Figuras de Protección Ambiental, Dominio Público Forestal, Dominio Público Pecuario, medio socioeconómico, paisaje y Patrimonio Cultural) de la fase de construcción, de la fase de explotación y la fase de abandono o desmantelamiento.

En la fase de construcción, los impactos se han valorado como moderados respecto a la atmósfera, geología, geomorfología y suelos, hidrología, vegetación (a excepción de los daños indirectos valorados como compatible), fauna, Dominio Público Forestal, Dominio Público Pecuario, socioeconomía, paisaje y Patrimonio Cultural. Por el contrario, los impactos sobre las Figuras de Protección Ambiental se han valorado como compatibles.

En la fase de explotación, se han valorado como compatible la afección sobre la atmósfera, geología, geomorfología y suelos, hidrología, fauna, figuras de Protección Ambiental y Dominio Público Forestal. Únicamente se ha valorado como moderado la afección sobre el Patrimonio Cultural, y como beneficiosos la afección sobre la socioeconomía y el paisaje.

Por otra parte, se han analizado los riesgos de accidentes graves o de catástrofes, los efectos acumulativos y sinérgicos del Anteproyecto así como los beneficios sociales y ambientales.

## 12.5. MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTORAS

Para la minimización de los impactos se han propuesto medidas preventivas y correctoras diferenciándolas entre aquellas medidas previas al inicio de la fase de obras, medidas en fase de construcción, medidas en fase de explotación y medidas en fase de desmantelamiento o abandono.

Entre las medidas propuestas se han incluido el marcaje previo de los árboles objeto de tala y ramas a podar, jalonamiento previo de la zona de las cocheras, protección del arbolado y de las zonas verdes próximas a las zanjas de excavación, succión de la tierra localizada en el sistema radicular de los árboles próximos a las zanjas y posterior relleno con balasto y tierras, campañas de medición de ruido y vibraciones en la fase de explotación, etc.

Tras la aplicación de las medidas preventivas y correctoras los impactos se valoran como compatibles, a excepción de la afección sobre la hidrología, tala del arbolado, socioeconomía y paisaje, todos ellos valorados como moderados.

## 12.6. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Se ha incluido un plan de vigilancia ambiental, en el que se han detallado los objetivos, la responsabilidad del seguimiento, la metodología y fases. El plan de vigilancia ambiental se ha diferenciado entre fase previa al inicio de las obras, fase de construcción, fase de explotación y fase de desmantelamiento o abandono. La fase de explotación abarca los dos primeros años de explotación de la línea. Asimismo, se han detallado los informes que será necesario emitir en cada una de estas fases.

### 13. RIESGOS OPERATIVOS Y DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

Se ha desarrollado un análisis de los principales riesgos que presenta el proyecto de la línea de tranvía Este – Oeste en Zaragoza, tanto desde el punto de vista de la construcción como de la explotación. El objeto del análisis de riesgos es el estudio y la implantación de las medidas oportunas para mantener bajo observación, evitar o reducir las situaciones de riesgo potencial y daños que pudieran derivarse.

La evaluación de riesgos que se ha desarrollado es el resultado de la combinación de los siguientes análisis:

- Análisis de riesgos existentes en un sistema de tranvía (extraídos de la experiencia en construcción y explotaciones similares), aplicado a las características específicas de la Línea Este-Oeste del tranvía de Zaragoza.
- Análisis de riesgos particulares que presenta esta explotación derivados del entorno particular.

En resumen, el objeto del análisis es:

- Identificar los peligros asociados al sistema
- Identificar los acontecimientos que llevan a dichos peligros
- Determinar el riesgo asociado a los peligros
- Definir medidas de protección que permitan paliar los riesgos potenciales y/o sus consecuencias.

Se han analizado tanto riesgos ordinarios como riesgos de tipo deliberado, clasificados como:

- Riesgos técnicos:
  - Diseño
  - Emplazamiento
  - Construcción
  - Explotación
- Riesgos políticos y económicos:

- Políticos y legales
- Sociales
- Económicos
- Riesgos de fuerza mayor:
  - Política de fuerza mayor
  - Naturales
- Otros riesgos



## 14. PRESCRIPCIONES PARA EL PROYECTO CONSTRUCTIVO

En el anejo nº24 de este anteproyecto se ha incluido un resumen de las principales características del mismo que deben ser incorporadas al proyecto sin admitir ninguna variación, así como de los materiales, productos y elementos prefabricados o manufacturados y la definición de las especificaciones o características técnicas correspondientes que deben cumplir y, así mismo, las de los sistemas, procesos constructivos e instalaciones principales de producción y equipos.

Entre las características que deben mantenerse necesariamente se encuentran todas aquellas encaminadas a asegurar la compatibilidad de uso de la Línea Este-Oeste de tranvía tanto con la Línea 1 (a través del bypass tranviario), como con un servicio tren-tram que pudiera implementarse en el futuro.

## 15. SEGURIDAD Y SALUD

En aplicación de la legislación vigente, es necesaria la redacción de un Estudio de Seguridad y Salud para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras en Construcción, dentro del marco de la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Dicho estudio se incluye como Documento nº 6 del presente ante proyecto.

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es la de identificar los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas técnicas necesarias para ello; relacionar los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos. Asimismo, debe incluir la descripción de los servicios sanitarios y comunes de que estará dotado el centro de trabajo de la obra en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

La actuación preventiva eficaz respecto a los riesgos solamente puede efectuarse mediante la planificación, puesta en práctica, seguimiento y control de las medidas de Seguridad y Salud integradas en las distintas fases de la ejecución de la obra.

Se pretende de este modo conseguir un proceso constructivo sin accidentes ni enfermedades profesionales. Además, se confía en lograr evitar los posibles accidentes de personas que, penetrando en la obra, sean ajenas a ella y evitar los accidentes sin víctimas, por su gran trascendencia en el funcionamiento normal de la obra, al crear situaciones de parada o de estrés.

Los objetivos a cumplir son principalmente:

- Cumplir con la legislación laboral vigente en el Estado Español y en la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Definir la tecnología adecuada para la realización técnica y económica de la obra, con el fin de poder analizar y conocer en consecuencia, los posibles riesgos de seguridad y salud en el trabajo, perfeccionando en lo posible, el análisis y evaluación de riesgos.
- Analizar todas las unidades de obra previstas en el proyecto a construir, en función de sus factores formales y de ubicación, coherentemente con la tecnología y métodos viables de construcción a poner en práctica. Es decir, diseñar puestos de trabajo lo más seguros dentro del ámbito de provisionalidad material en el que se va a actuar.
- Definir todos los riesgos profesionales que pueden aparecer a lo largo de la realización de los trabajos previstos en esta obra.



- Diseñar las líneas preventivas a poner en práctica, como consecuencia de la tecnología que se va a utilizar. Es decir, el proyecto de la protección colectiva, equipos de protección individual y normas de conducta segura a implantar durante todo el proceso de construcción.
- Divulgar la prevención proyectada para esta obra en concreto, a través de este Estudio de Seguridad y Salud.
- Crear un ambiente de salud laboral en la obra mediante el cual la prevención de las enfermedades profesionales sea eficaz.
- Definir las actuaciones a seguir en el caso de que fracase esta intención preventiva y se produzca el accidente, de tal forma que la asistencia al accidentado sea la adecuada a su caso concreto, y aplicada con la máxima celeridad y atención posibles.
- Diseñar una línea formativa para prevenir los accidentes y, por medio de ella, llegar a definir y a aplicar en la obra los métodos correctos de trabajo.
- Hacer llegar la prevención de riesgos, gracias a su valoración económica, a cada empresa o autónomo que trabajen en la obra, de tal forma, que se eviten prácticas contrarias a la seguridad y salud.

El Presupuesto de Ejecución Material resultante para el mismo es de DOS MILLONES TRESCIENTOS OCHENTA Y UN MIL SETECIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS.. (2.381.789,66€). Este presupuesto está basado en un plazo para la ejecución de las obras de DOS (2) AÑOS, y un personal previsto máximo de TRESCIENTAS CINCUENTA (350) PERSONAS.

## 17. DOCUMENTOS QUE COMPONEN EL ANTEPROYECTO

El presente Anteproyecto está compuesto por los siguientes documentos:

### Documento nº1. Memoria y Anejos

Memoria

Anejo nº1. Antecedentes

Anejo nº2. Cartografía y topografía

Anejo nº3. Geología y geotecnia

Anejo nº4. Hidrología y drenaje

Anejo nº5. Trazado y paradas

Anejo nº6. Integración urbanística

Anejo nº7. Superestructura de vía y revestimiento

Anejo nº8. Estructuras

Anejo nº9. Cocheras y talleres

Anejo nº10. Suministro eléctrico y catenaria

Anejo nº11. Señalización tranviaria

Anejo nº12. Comunicaciones y centro de control

Anejo nº13. Sistema tarifario

Anejo nº14. Semaforización

Anejo nº15. Material móvil

Anejo nº16. Servicios afectados

Anejo nº17. Ordenación del tráfico

Anejo nº18. Obras complementarias

Anejo nº19. Ocupaciones temporales y terrenos necesarios para la ejecución de las obras

Anejo nº20. Plan de obra y procedimientos constructivos

Anejo nº21. Presupuesto para conocimiento de la Administración

Anejo nº22. Demanda de los distintos modos de transporte

Anejo nº23. Plan de explotación

Anejo nº24. Prescripciones para el proyecto constructivo

Anejo nº25. Análisis de riesgos

### Documento nº2. Planos

### Documento nº3. Presupuesto

### Documento nº4. Estudio de Impacto Ambiental

### Documento nº5. Estudio de Seguridad y Salud

### Documento nº6. Programa Económico del Anteproyecto



## 19. CONCLUSIONES

El presente ante proyecto dese ha desarrollado de acuerdo con lo establecido en el contrato de servicios de “Consultoría y Asistencia Técnica para la redacción del Estudio de Viabilidad, Anteproyecto, Proyecto Constructivo de Referencia, Documentación Ambiental, Plan de Explotación y Programa Económico de una Línea de Tranvía Este – Oeste en Zaragoza”. El análisis se enmarca dentro del alcance de los trabajos objeto del contrato en las denominadas FASE D: Anteproyecto de la alternativa seleccionada; y FASE E: Plan de Explotación y Programa Económico del Anteproyecto.

Zaragoza, marzo de 2019

LA INGENIERO DE CAMINOS, CANALES Y  
PUERTOS AUTORA DEL ANTEPROYECTO

Fdo.: D<sup>a</sup> Concepción Ortega Ortiz