Zaragoza
AYUNTAMIENTO

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

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Anexo III. Análisis de la Operación

Zaragoza, 27 de mayo de 2016

idom TYPSA

ÍNDICE

1. OBJETO Y ALCANCE 7

2. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE ALTERNATIVAS Y ESCENARIOS 8

3. PROPUESTA DE OPERACIÓN 10

3.1. DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL SERVICIO 10

3.2. MODELIZACIÓN 12

3.2.1. Tiempo en paradas 13

3.2.2. Tiempo en itinerario 13

3.2.3. Tiempo en cabecera 18

3.2.4. Frecuencia 19

3.2.5. Tiempo del ciclo completo 21

4. DEMANDA 22

5. CÁLCULO Y EVOLUCIÓN DE LA FLOTA 22

6. CONDICIONANTES DE EXPLOTACIÓN POR AFECCIONES A LA LÍNEA 1 DEL TRANVÍA DE ZARAGOZA 24

6.1. ALTERNATIVAS 1 Y 4 (USO COMPARTIDO DE LA CALLE COSO) 24

6.1.1. Frecuencia 7 minutos 24

6.1.2. Frecuencia 5 minutos 24

6.1.3. Frecuencia 4 minutos 25

6.1.4. Limitación de frecuencia 25

6.2. ALTERNATIVAS 2 Y 3 (CRUCE EN PLAZA PARAÍSO) 25

6.2.1. Limitación de frecuencia 25

6.2.2. Afección al tráfico privado 25

7. DIMENSIONAMIENTO DE TALLERES Y COCHERAS 26

7.1. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO 26

7.2. ÁREAS DE TALLERES Y COCHERAS 28

7.2.1. Vías de talleres 28

7.2.2. Zonas Productivas 29

7.2.3. Áreas auxiliares 29

7.2.4. Resumen Necesidad de Superficie 30

7.3. DIMENSIONAMIENTO DEL PERSONAL 30

7.3.1. Personal del material móvil 30

7.3.2. Agentes de tranvía 31

7.3.3. Puesto de mando 31

7.3.4. Personal de mantenimiento de las instalaciones fijas 31

7.3.5. Personal auxiliar 31

7.3.6. Resumen necesidades de personal 31

8. COSTES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 32

8.1. COSTE DIRECTO 32

8.1.1. Coste de personal 32

8.1.2. Coste de mantenimiento 32

8.1.3. Coste de energía 33

8.1.4. Otros costes directos 33

8.1.5. Total coste directo 34

8.2. COSTE INDIRECTO 34
8.3. OTROS COSTES DURANTE LA FASE DE EXPLOTACIÓN 34
8.4. TOTAL COSTES DURANTE LA FASE DE EXPLOTACIÓN 34

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Plano de alternativas 8
Ilustración 2. Esquema de vías para la alternativa 1 11
Ilustración 3. Esquema de vías para la alternativa 2 11
Ilustración 4. Esquema de vías para la alternativa 3 11
Ilustración 5. Esquema de vías para la alternativa 4 11
Ilustración 6. Esquema de vías para la extensión a Carretera de Madrid 12
Ilustración 7. Tiempo cabecera mínimo con doble diagonal antes de la parada 18
Ilustración 8. Tiempo en cabecera 18
Ilustración 9. Trazado en Miguel Servet y desvío de ramales 20
Ilustración 10. Esquema de movimientos en los ramales 21
Ilustración 11. Esquema cruce línea 1 con línea 2 24
Ilustración 12. Diagrama marcha línea 1 con línea 2. Frecuencia 7 minutos 24
Ilustración 13. Diagrama marcha línea 1 con línea 2. Frecuencia 5 minutos 24
Ilustración 14. Diagrama marcha línea 1 con línea 2. Frecuencia 4 minutos 25
Ilustración 15. Posible diseño preliminar en Plaza Paraíso 25
Ilustración 16. Reducción de tráfico privado en Plaza Paraíso. Alternativas 2 y 3 26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción básica de alternativas 8
Tabla 2. Resultados de modelo de demanda por alternativa. Año 4 9
Tabla 3. Proyecciones de demanda. % sobre demanda calculada 9
Tabla 4. Tiempo recorrido Alternativa 1. Avda. Madrid-San José 14
Tabla 5. Tiempo recorrido Alternativa 1. San José - Avda. Madrid 14
Tabla 6. Tiempo recorrido Alternativa 1. Avda. Madrid-Compromiso Caspe 14
Tabla 7. Tiempo recorrido Alternativa 1. Compromiso Caspe - Avda. Madrid 14
Tabla 8. Tiempo recorrido Alternativa 2. Avda. Madrid-San José 15
Tabla 9. Tiempo recorrido Alternativa 2. San José - Avda. Madrid 15
Tabla 10. Tiempo recorrido Alternativa 2. Avda. Madrid-Compromiso Caspe 15
Tabla 11. Tiempo recorrido Alternativa 2. Compromiso Caspe - Avda. Madrid 15
Tabla 12. Tiempo recorrido Alternativa 3. Avda. Madrid-San José 16
Tabla 13. Tiempo recorrido Alternativa 3. San José - Avda. Madrid 16
Tabla 14. Tiempo recorrido Alternativa 3. Avda. Madrid-Compromiso Caspe 16
Tabla 15. Tiempo recorrido Alternativa 3. Compromiso Caspe - Avda. Madrid 16
Tabla 16. Tiempo recorrido Alternativa 4. Avda. Madrid-San José 17
Tabla 17. Tiempo recorrido Alternativa 4. San José - Avda. Madrid 17
Tabla 18. Tiempo recorrido Alternativa 4. Avda. Madrid-Compromiso Caspe 17
Tabla 19. Tiempo recorrido Alternativa 4. Compromiso Caspe - Avda. Madrid 17
Tabla 20. Frecuencias en horario de invierno 19
Tabla 21. Frecuencias en horario de julio 19
Tabla 22. Frecuencias en horario de agosto 19
Tabla 23. Frecuencias en horario de Navidad y festivos de apertura de comercios 20
Tabla 24. Frecuencias en Fiestas del Pilar 20
Tabla 25. Tiempo de ciclo completo por alternativa y servicio 21
Tabla 26. Tiempo de ciclo completo por alternativa y servicio. Extensión Ctra. Madrid 21
Tabla 27. Demanda (trayectos). Año inicio (año 4) 22
Tabla 28. Demanda (trayectos). Año horizonte 22
Tabla 29. Cálculo de Flota. Año inicio 23
Tabla 30. Cálculo de Flota. Año horizonte 23
Tabla 31. Cadencia de mantenimiento 26
Tabla 32. Operaciones de mantenimiento 27
Tabla 33. Carga de trabajo de mantenimiento (días) 28
Tabla 34. Porcentaje de mantenimiento en taller 28

Tabla 35. Cálculo de vías necesarias....28

Tabla 36. Carga anual de trabajo en taller (12 unidades) 30

Tabla 37. Personal de mantenimiento de material móvil 31

Tabla 38. Resumen dimensionamiento del personal....31

Tabla 39. Resumen de costes de personal por Alternativa....32

Tabla 40. Resumen de evaluación costes de mantenimiento-material por km....32

Tabla 41. Resumen de costes de mantenimiento-material por alternativa 33

Tabla 42. Resumen de costes de energía por alternativa 33

Tabla 43. Resumen de costes directos de operación y mantenimiento por alternativa 34

Tabla 44. Resumen de costes durante la fase de explotación por alternativa 34

1. OBJETO Y ALCANCE

El objeto del presente documento es llevar a cabo un análisis de la operación de las distintas alternativas propuestas para la futura línea este-oeste del tranvía de Zaragoza, para dimensionar la red y los talleres y cocheras. Asimismo, el estudio servirá como base para el estudio de costes de la línea.

El estudio se ha efectuado, a partir del análisis de los datos obtenidos en el estudio de demanda y las características de la línea 1 del tranvía, para las cuatro alternativas evaluadas en el presente estudio de alternativas incluyendo la posible extensión hasta la glorieta de intersección de la Ctra. de Madrid (N-IIa) con la Ronda Ibón de Plan.

2. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE ALTERNATIVAS Y ESCENARIOS

A fin de simplificar la comprensión del documento, se efectúa a continuación un resumen con la descripción básica de las diferentes alternativas analizadas, así como los escenarios evaluados y resultados de los mismos.

Las alternativas analizadas son las siguientes: Las alternativas analizadas son las siguientes:

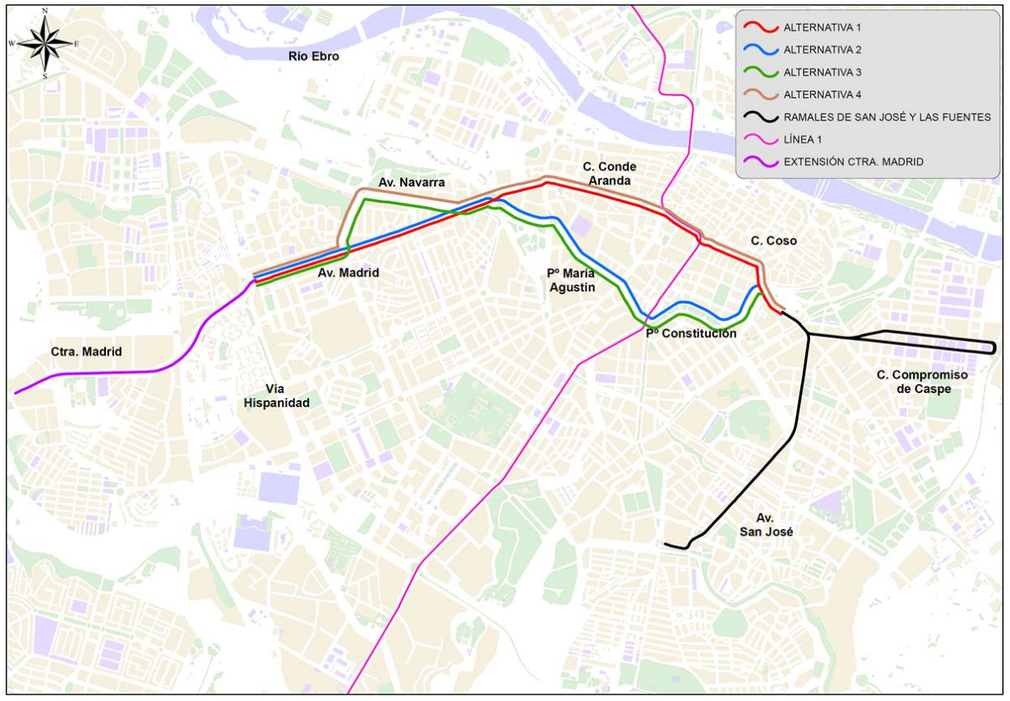

Ilustración 1. Plano de alternativas

Tabla 1. Descripción básica de alternativas

Alternativa		Itinerario	Longitud en operación (km)	Nº paradas
Abreviatura	Descripción			
Alt_1	Alternativa 1	Los Enlaces – Avda. Madrid – c/ Conde Aranda – c/ Coso – Pza. España – c/ Coso – Plaza San Miguel – c/ Espartero – c/Miguel Servet + ramal 1 (c/ Compromiso de Caspe – c/Rodrigo Rebolledo) + ramal 2 (Avda. San José – Pº del Canal)	Común: 3,92 Ramal 1: 2,70 Ramal 2: 1,94 Total: 8,56	19
Alt_2	Alternativa 2	Los Enlaces – Avda. Madrid – c/ Escrivá de Balaguer – Pº María Agustín – Pº Pamplona – Pº Constitución – Pº de la Mina – c/Miguel Servet + ramal 1 (c/ Compromiso de Caspe – c/Rodrigo Rebolledo) + ramal 2 (Avda. San José – Pº del Canal)	Común: 4,18 Ramal 1: 2,70 Ramal 2: 1,94 Total: 8,82	19
Alt_3	Alternativa 3	Los Enlaces – Avda. Madrid – c/Rioja – Avda. Navarra – c/ Escrivá de Balaguer – Pº María Agustín – Pº Pamplona – Pº Constitución – Pº de la Mina – c/Miguel Servet + ramal 1 (c/ Compromiso de Caspe – c/Rodrigo Rebolledo) + ramal 2 (Avda. San José – Pº del Canal)	Común: 4,44 Ramal 1: 2,70 Ramal 2: 1,94 Total: 9,08	20
Alt_4	Alternativa 4	Los Enlaces – Avda. Madrid – c/Rioja – Avda. Navarra – Avda. Madrid – c/ Conde Aranda – c/ Coso – Pza. España – c/ Coso – Plaza San Miguel – c/ Espartero – c/Miguel Servet + ramal 1 (c/ Compromiso de Caspe – c/Rodrigo Rebolledo) + ramal 2 (Avda. San José – Pº del Canal)	Común: 4,18 Ramal 1: 2,70 Ramal 2: 1,94 Total: 8,82	20
Alt_1_A	Alternativa 1A	Ídem Alternativa 1 con extensión desde la glorieta de Los Enlaces por Ctra. de Madrid (N-IIa) hasta su intersección con Ronda Ibón de Plan	Común: 3,92 Ramal 1: 2,70 Ramal 2: 1,94 Extensión: 1,99 Total: 10,55	22
Alt_2_A	Alternativa 2A	Ídem Alternativa 2 con extensión desde la glorieta de Los Enlaces por Ctra. de Madrid (N-IIa) hasta su intersección con Ronda Ibón de Plan	Común: 4,18 Ramal 1: 2,70 Ramal 2: 1,94 Extensión: 1,99 Total: 10,81	22
Alt_3_A	Alternativa 3A	Ídem Alternativa 3 con extensión desde la glorieta de Los Enlaces por Ctra. de Madrid (N-IIa) hasta su intersección con Ronda Ibón de Plan	Común: 4,44 Ramal 1: 2,70 Ramal 2: 1,94 Extensión: 1,99 Total: 11,07	23
Alt_4_A	Alternativa 4A	Ídem Alternativa 4 con extensión desde la glorieta de Los Enlaces por Ctra. de Madrid (N-IIa) hasta su intersección con Ronda Ibón de Plan	Común: 4,18 Ramal 1: 2,7 Ramal 2: 1,94 Extensión: 1,99 Total: 10,81	23

Para cada una de estas alternativas se ha evaluado la demanda prevista, que 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. Los resultados de demanda obtenidos para cada una de las alternativas son los siguientes:

Tabla 2. Resultados de modelo de demanda por alternativa. Año 4

ALTERNATIVAS	DEMANDA AÑO 4 (trayectos/año)				RECORRIDOS (km/año)			
	PRIVADO	BUS	TRANVÍA L1	TRANVÍA L2	PRIVADO	BUS	TRANVÍA L1	TRANVÍA L2
Situación Actual								
Actual	271.216.778	89.231.924	26.848.118	0	896.751.439	18.464.753	1.337.213	-
Alternativas sin extensión								
Alternativa 1	266.728.232	77.730.271	29.411.382	15.725.565	888.879.472	15.194.531	1.337.213	855.495
Alternativa 2	264.523.276	74.260.671	30.801.916	17.808.659	885.886.516	15.031.913	1.337.213	894.555
Alternativa 3	263.966.076	74.253.078	30.073.088	18.480.734	888.308.792	15.017.215	1.337.213	929.267
Alternativa 4	266.289.939	77.660.742	28.583.309	16.522.918	891.520.077	15.180.842	1.337.213	890.207
Alternativas con extensión								
Alternativa 1A	266.192.950	76.945.419	29.458.464	16.855.143	887.671.523	15.194.531	1.337.213	981.015
Alternativa 2A	263.987.994	73.475.819	30.848.997	18.938.238	884.678.566	15.031.913	1.337.213	1.006.306
Alternativa 3A	263.430.794	73.468.226	30.120.169	19.610.312	887.100.842	15.017.215	1.337.213	1.041.018
Alternativa 4A	265.754.657	76.875.890	28.630.390	17.652.496	890.312.127	15.180.842	1.337.213	1.015.727

Debe indicarse que los km/año recorridos por el bus urbano reflejados en las tablas anteriores recogen un 5% adicional respecto a los resultados obtenidos del modelo de demanda a fin de considerar, de forma conservadora, posibles rutas adicionales, modificaciones de líneas o modificaciones de frecuencias sobre las contempladas en el modelo de demanda. Asimismo, los datos correspondientes a trayectos/año del vehículo privado son el resultado de la aplicación de una ocupación media de 1,2 pasajeros/vehículo[1].

Para la realización del estudio se ha propuesto un modelo de crecimiento para la línea 2 de tranvía basado en alcanzar la demanda calculada en 4 años desde la puesta en funcionamiento de la línea, con un crecimiento de 80%-87%-94%-100% durante el citado periodo. 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 3. 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%

[1] Fuente: Servicio Movilidad Urbana. Ayuntamiento de Zaragoza.

3. PROPUESTA DE OPERACIÓN

3.1. DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL SERVICIO

Tal y como se ha descrito en documentos anteriores, la línea 2 del tranvía de Zaragoza es una línea de doble sentido de aproximadamente 7,5 km de longitud en la que están previstas un total de 19 ó 20 paradas en función de la alternativa que finalmente se elija (sin contemplar extensión), y que discurre en su totalidad por superficie.

La conducción y señalización prevista para esta línea es del tipo “marcha a la vista”. 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 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, hace recomendable que la elección del tipo de explotación sea marcha a la vista, y que otros sistemas basados en ATP (propios de tranvías o metro ligeros en viaductos, túneles o plataformas segregadas de los peatones, vehículos) no sea recomendable, y por tanto se elige la tecnología de marcha a la vista, donde 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).

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.

En todas las alternativas estudiadas se realizan dos servicios distintos, ambos Este a Oeste, que se diferencian únicamente en el trayecto por el que discurren por el sector Oeste (a partir de la calle Miguel Servet), siendo los trayectos desde Avenida de Madrid (Los Enlaces) a Pº del Canal y desde Avenida de Madrid (Los Enlaces) a calle Compromiso de Caspe.

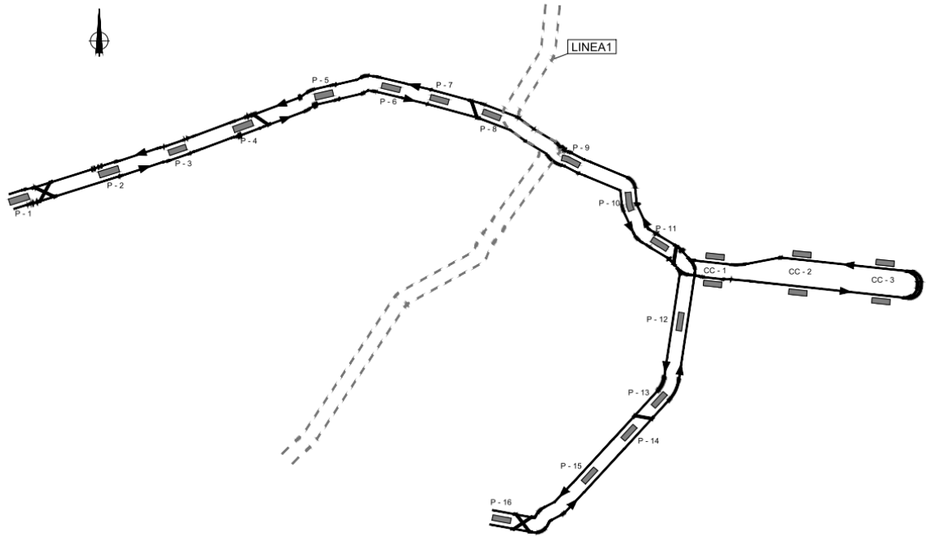

Ilustración 2. Esquema de vías para la alternativa 1

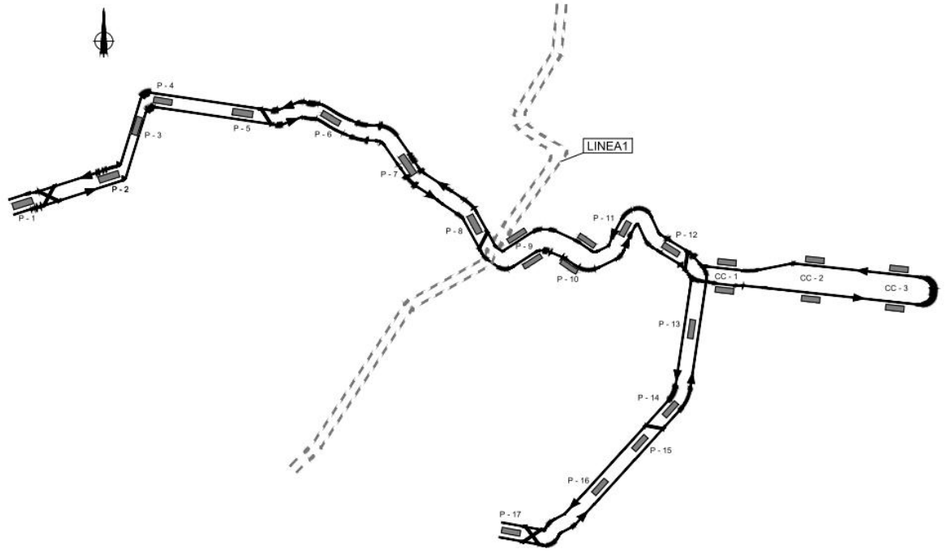

Ilustración 4. Esquema de vías para la alternativa 3

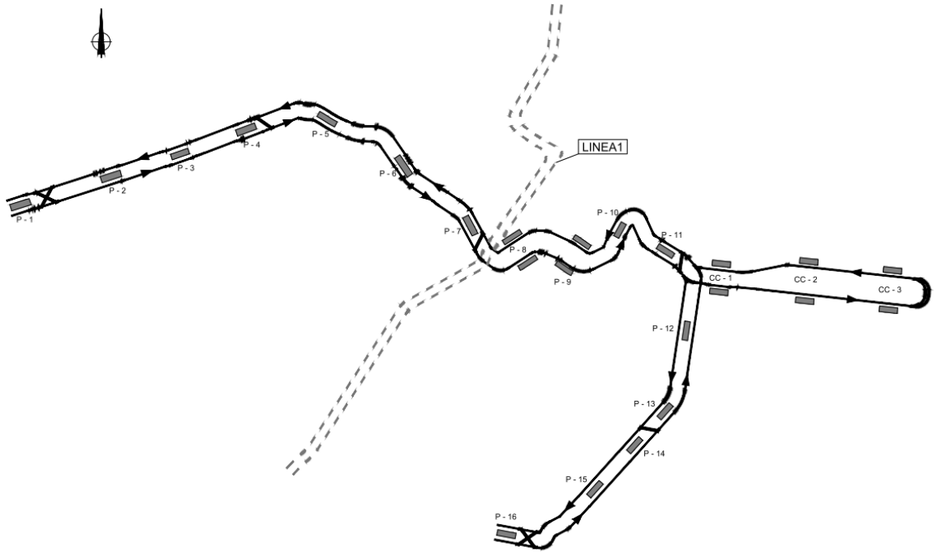

Ilustración 3. Esquema de vías para la alternativa 2

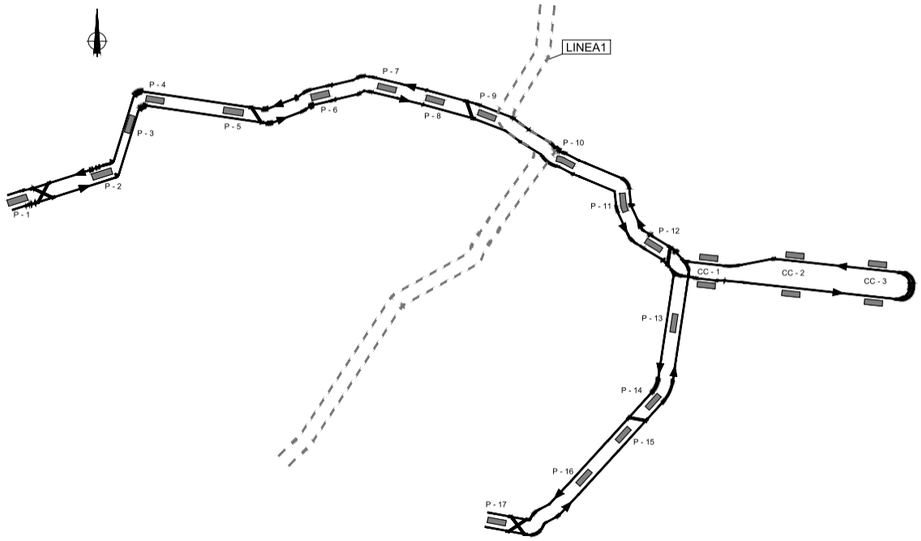

Ilustración 5. Esquema de vías para la alternativa 4

Adicionalmente, se analiza la influencia para cada una de las alternativas de una extensión de la línea desde la glorieta de los Enlaces, por la Carretera Madrid (N-IIa) hasta su intersección con la Ronda Ibón de Plan.

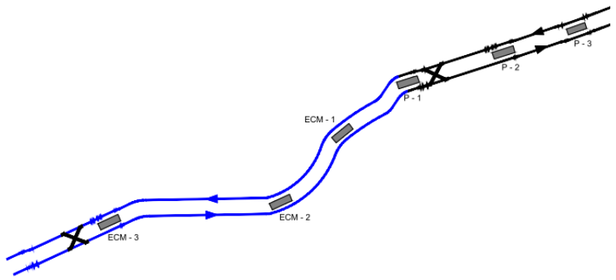

Ilustración 6. Esquema de vías para la extensión a Carretera de Madrid

3.2. MODELIZACIÓN

A través del programa "Simultren" se realiza una simulación del trazado del tranvía, tomando como base de partida los siguientes datos:

- Datos de unidad móvil.
- Aceleración máxima: 1 m/s^2.
- Deceleración máxima: 0,8 m/s^2.
- Datos de trazado en planta y alzado según diseño geométrico.
- Limitación de velocidad según sección tipo. Dado que el grado de desarrollo del estudio se encuentra todavía en fases muy preliminares, no se han considerado limitaciones parciales de velocidad por integración urbana, es decir en zonas protegidas, en zonas urbanas, en cruces, etc., y se considera una velocidad máxima de 40 km/h teniendo en cuenta que más de dos tercios del trazado atraviesan por zonas que requerirán un alto grado de integración urbanística.

Dado que el comportamiento real difiere del comportamiento teórico simulado, para poder tomar como válidos los datos obtenidos de este programa se calibra el mismo con un factor corrector (real/simulado) de 1,15 (basado en experiencia del Consultor). Con este factor, podemos ver cómo el tiempo real de recorrido es superior al simulado, ya que en esta simulación no se tienen en cuenta ciertas características del recorrido y de la propia ciudad que son ajenas al trazado propiamente dicho.

Lo que se quiere indicar con este factor de corrección es que, a la hora de realizar la modelización, el programa de simulación no tiene en cuenta los condicionantes del entorno y las características urbanas del trazado del tranvía. Como es sabido el tranvía circula por una ciudad donde tiene interrelaciones con el entorno (cruces, sección de la calle, flujos vehiculares y peatonales, destreza del conductor, etc.) que pueden afectar al tiempo de recorrido final del tranvía. Esa diferencia de tiempo entre la simulación y la realidad se ha cotejado en campo (en operaciones de tranvías reales Bilbao y Vitoria) y se ha obtenido un coeficiente de relación que proporciona un dato más acertado a la marcha real.

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.

3.2.1. TIEMPO EN PARADAS

Se considera tiempo en paradas el tiempo necesario para realizar la salida de los viajeros del tranvía y el acceso de los nuevos pasajeros al mismo.

Puesto que la unidad de 32 metros de longitud que inicialmente se prevé emplear posee 6 puertas de entrada y salida, con 4 puertas en las que se dispone de 2 líneas de acceso y 2 puertas simples con una línea de acceso, existen un total de 10 líneas de acceso. Se ha supuesto que por cada una de esas líneas puede existir un flujo de pasajeros de 1 pasajero por segundo y por línea, dando un total de 10 pasajeros por segundo.

Con los datos de demanda obtenidos se espera que el flujo máximo de sube-baja en parada es de 200 pasajeros, por lo que el tiempo en parada se fija en 20 segundos.

En cuanto al tiempo de parada, cabe destacar que es un dato teórico y general y hasta que no se inicie la explotación no se puede conocer con exactitud ese valor, y no se pueden parametrizar todos los casos particulares que se puedan producir, que quedan absorbidos por los tiempos de cabecera.

Estos tiempos en parada se podrán ajustar una vez se obtengan datos reales de la explotación del sistema y de la elección de la tecnología tranviaria, optimizando así los recursos necesarios para la operación de la línea.

En el proyecto de detalle de infraestructura, una vez elegido el material móvil a adquirir, se revisará el diseño de las paradas, las alturas y longitudes de andenes para garantizar una perfecta coordinación entre el diseño del andén y del vehículo tranviario según los parámetros establecidos en el proyecto teniéndose en cuenta las posibles ampliaciones de longitud de vehículos hasta 44 m de longitud, o a composiciones dobles (32+32 m).

3.2.2. TIEMPO EN ITINERARIO

A partir de los datos teóricos de tiempos de recorrido entre paradas, obtenidos en la simulación del recorrido del tranvía, se puede determinar el tiempo de itinerario, pudiéndose definir como el resultante de añadir al tiempo de recorrido y el tiempo de espera en parada:

$$\text{Tiempo de itinerario} = \text{tiempo en movimiento} + \text{tiempo de espera en paradas}$$

A continuación se resumen los resultados de la simulación para cada una de las alternativas, a los que se le aplica el sistema de corrección (C=1,15) comentado anteriormente, necesarios para obtener el tiempo de itinerario real:

3.2.2.1. Alternativa 1

Tabla 4. Tiempo recorrido Alternativa 1. Avda. Madrid-San José

ALTERNATIVA 1 - Avda. Madrid - San José					
Desde	**Hasta**	**TIEMPO DE VIAJE (simulación)**	**TIEMPO (con factor de corrección)**	**TIEMPO PARADA**	**TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA**
P1	P2	0:00:59	0:01:08	0:00:00	0:01:08
P2	P3	0:00:48	0:00:55	0:00:20	0:01:15
P3	P4	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P4	P5	0:01:00	0:01:09	0:00:20	0:01:29
P5	P6	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
P6	P7	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P7	P8	0:00:39	0:00:45	0:00:20	0:01:05
P8	P9	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P9	P10	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P10	P11	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P11	P12	0:01:04	0:01:14	0:00:20	0:01:34
P12	P13	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P13	P14	0:00:36	0:00:41	0:00:20	0:01:01
P14	P15	0:00:43	0:00:49	0:00:20	0:01:09
P15	P16	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
TIEMPO TOTAL		**0:13:29**	**0:15:30**	**0:04:40**	**0:20:10**
Velocidad comercial (km/h)					18,44

Tabla 5. Tiempo recorrido Alternativa 1. San José - Avda. Madrid

ALTERNATIVA 1 - San José - Avda. Madrid					
Desde	**Hasta**	**TIEMPO DE VIAJE (simulación)**	**TIEMPO (con factor de corrección)**	**TIEMPO PARADA**	**TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA**
P16	P15	0:01:11	0:01:22	0:00:00	0:01:22
P15	P14	0:00:43	0:00:49	0:00:20	0:01:09
P14	P13	0:00:36	0:00:41	0:00:20	0:01:01
P13	P12	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P12	P11	0:01:04	0:01:14	0:00:20	0:01:34
P11	P10	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P10	P9	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P9	P8	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P8	P7	0:00:39	0:00:45	0:00:20	0:01:05
P7	P6	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P6	P5	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
P5	P4	0:01:01	0:01:10	0:00:20	0:01:30
P4	P3	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P3	P2	0:00:49	0:00:56	0:00:20	0:01:16
P2	P1	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
TIEMPO TOTAL		**0:13:31**	**0:15:33**	**0:04:40**	**0:20:13**
Velocidad comercial (km/h)					18,41

Tabla 6. Tiempo recorrido Alternativa 1. Avda. Madrid-Compromiso Caspe

ALTERNATIVA 1 - Avda. Madrid - Compromiso de Caspe					
Desde	**Hasta**	**TIEMPO DE VIAJE (simulación)**	**TIEMPO (con factor de corrección)**	**TIEMPO PARADA**	**TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA**
P1	P2	0:00:59	0:01:08	0:00:00	0:01:08
P2	P3	0:00:48	0:00:55	0:00:20	0:01:15
P3	P4	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P4	P5	0:01:00	0:01:09	0:00:20	0:01:29
P5	P6	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
P6	P7	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P7	P8	0:00:39	0:00:45	0:00:20	0:01:05
P8	P9	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P9	P10	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P10	P11	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P11	C1	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
C1	C2	0:00:52	0:01:00	0:00:20	0:01:20
C2	C3	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
TIEMPO TOTAL		0:11:40	0:13:25	0:04:00	0:17:25
Velocidad comercial (km/h)					18,53

Tabla 7. Tiempo recorrido Alternativa 1. Compromiso Caspe - Avda. Madrid

ALTERNATIVA 1 - Compromiso de Caspe - Avda. Madrid					
Desde	**Hasta**	**TIEMPO DE VIAJE (simulación)**	**TIEMPO (con factor de corrección)**	**TIEMPO PARADA**	**TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA**
C3	C2	0:00:58	0:01:07	0:00:00	0:01:07
C2	C1	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
C1	P11	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P11	P10	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P10	P9	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P9	P8	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P8	P7	0:00:39	0:00:45	0:00:20	0:01:05
P7	P6	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P6	P5	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
P5	P4	0:01:01	0:01:10	0:00:20	0:01:30
P4	P3	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P3	P2	0:00:49	0:00:56	0:00:20	0:01:16
P2	P1	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
TIEMPO TOTAL		0:11:45	0:13:31	0:04:00	0:17:31
Velocidad comercial (km/h)					18,43

3.2.2.2. Alternativa 2

Tabla 8. Tiempo recorrido Alternativa 2. Avda. Madrid-San José

ALTERNATIVA 2 - Avda. Madrid - San José					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
P1	P2	0:00:59	0:01:08	0:00:00	0:01:08
P2	P3	0:00:48	0:00:55	0:00:20	0:01:15
P3	P4	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P4	P5	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P5	P6	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P6	P7	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P7	P8	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P8	P9	0:00:41	0:00:47	0:00:20	0:01:07
P9	P10	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
P10	P11	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P11	P12	0:01:04	0:01:14	0:00:20	0:01:34
P12	P13	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P13	P14	0:00:36	0:00:41	0:00:20	0:01:01
P14	P15	0:00:43	0:00:49	0:00:20	0:01:09
P15	P16	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
TIEMPO TOTAL		0:14:08	0:16:15	0:04:40	0:20:55
Velocidad comercial (km/h)					18,50

Tabla 9. Tiempo recorrido Alternativa 2. San José - Avda. Madrid

ALTERNATIVA 2 - San José - Avda. Madrid					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
P16	P15	0:01:11	0:01:22	0:00:00	0:01:22
P15	P14	0:00:43	0:00:49	0:00:20	0:01:09
P14	P13	0:00:36	0:00:41	0:00:20	0:01:01
P13	P12	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P12	P11	0:01:04	0:01:14	0:00:20	0:01:34
P11	P10	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P10	P9	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
P9	P8	0:00:40	0:00:46	0:00:20	0:01:06
P8	P7	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P7	P6	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P6	P5	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P5	P4	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P4	P3	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P3	P2	0:00:49	0:00:56	0:00:20	0:01:16
P2	P1	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
TIEMPO TOTAL		0:14:07	0:16:14	0:04:40	0:20:54
Velocidad comercial (km/h)					18,52

Tabla 10. Tiempo recorrido Alternativa 2. Avda. Madrid-Compromiso Caspe

ALTERNATIVA 2 - Avda. Madrid - Compromiso de Caspe					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
P1	P2	0:00:59	0:01:08	0:00:00	0:01:08
P2	P3	0:00:48	0:00:55	0:00:20	0:01:15
P3	P4	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P4	P5	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P5	P6	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P6	P7	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P7	P8	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P8	P9	0:00:41	0:00:47	0:00:20	0:01:07
P9	P10	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
P10	P11	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P11	C1	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
C1	C2	0:00:52	0:01:00	0:00:20	0:01:20
C2	C3	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
TIEMPO TOTAL		0:12:19	0:14:10	0:04:00	0:18:10
Velocidad comercial (km/h)					18,60

Tabla 11. Tiempo recorrido Alternativa 2. Compromiso Caspe - Avda. Madrid

ALTERNATIVA 2 - Compromiso de Caspe - Avda. Madrid					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
C3	C2	0:00:58	0:01:07	0:00:00	0:01:07
C2	C1	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
C1	P11	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P11	P10	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P10	P9	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
P9	P8	0:00:40	0:00:46	0:00:20	0:01:06
P8	P7	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P7	P6	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P6	P5	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P5	P4	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P4	P3	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P3	P2	0:00:49	0:00:56	0:00:20	0:01:16
P2	P1	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
TIEMPO TOTAL		0:12:21	0:14:12	0:04:00	0:18:12
Velocidad comercial (km/h)					18,56

3.2.2.3. Alternativa 3

Tabla 12. Tiempo recorrido Alternativa 3. Avda. Madrid-San José

ALTERNATIVA 3 - Avda. Madrid - San José					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
P1	P2	0:00:59	0:01:08	0:00:00	0:01:08
P2	P3	0:00:52	0:01:00	0:00:20	0:01:20
P3	P4	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P4	P5	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P5	P6	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P6	P7	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P7	P8	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P8	P9	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P9	P10	0:00:41	0:00:47	0:00:20	0:01:07
P10	P11	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
P11	P12	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P12	P13	0:01:04	0:01:14	0:00:20	0:01:34
P13	P14	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P14	P15	0:00:36	0:00:41	0:00:20	0:01:01
P15	P16	0:00:43	0:00:49	0:00:20	0:01:09
P16	P17	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
TIEMPO TOTAL		0:14:59	0:17:14	0:05:00	0:22:14
Velocidad comercial (km/h)					18,08

Tabla 13. Tiempo recorrido Alternativa 3. San José - Avda. Madrid

ALTERNATIVA 3 - San José - Avda. Madrid					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
P17	P16	0:01:11	0:01:22	0:00:00	0:01:22
P16	P15	0:00:43	0:00:49	0:00:20	0:01:09
P15	P14	0:00:36	0:00:41	0:00:20	0:01:01
P14	P13	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P13	P12	0:01:04	0:01:14	0:00:20	0:01:34
P12	P11	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P11	P10	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
P10	P9	0:00:40	0:00:46	0:00:20	0:01:06
P9	P8	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P8	P7	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P7	P6	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P6	P5	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P5	P4	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P4	P3	0:00:45	0:00:52	0:00:20	0:01:12
P3	P2	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P2	P1	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
TIEMPO TOTAL		0:14:59	0:17:14	0:05:00	0:22:14
Velocidad comercial (km/h)					18,08

Tabla 14. Tiempo recorrido Alternativa 3. Avda. Madrid-Compromiso Caspe

ALTERNATIVA 3 - Avda. Madrid - Compromiso de Caspe					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
P1	P2	0:00:59	0:01:08	0:00:00	0:01:08
P2	P3	0:00:52	0:01:00	0:00:20	0:01:20
P3	P4	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P4	P5	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P5	P6	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P6	P7	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P7	P8	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P8	P9	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P9	P10	0:00:41	0:00:47	0:00:20	0:01:07
P10	P11	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
P11	P12	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P12	C1	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
C1	C2	0:00:52	0:01:00	0:00:20	0:01:20
C2	C3	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
TIEMPO TOTAL		0:13:10	0:15:08	0:04:20	0:19:28
Velocidad comercial (km/h)					18,08

Tabla 15. Tiempo recorrido Alternativa 3. Compromiso Caspe - Avda. Madrid

ALTERNATIVA 3 - Compromiso de Caspe - Avda. Madrid					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
C3	C2	0:00:58	0:01:07	0:00:00	0:01:07
C2	C1	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
C1	P12	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P12	P11	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P11	P10	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
P10	P9	0:00:40	0:00:46	0:00:20	0:01:06
P9	P8	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P8	P7	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P7	P6	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P6	P5	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
P5	P4	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P4	P3	0:00:45	0:00:52	0:00:20	0:01:12
P3	P2	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P2	P1	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
TIEMPO TOTAL		0:13:13	0:15:12	0:04:20	0:19:32
Velocidad comercial (km/h)					18,03

3.2.2.4. Alternativa 4

Tabla 16. Tiempo recorrido Alternativa 4. Avda. Madrid-San José

ALTERNATIVA 4 - Avda. Madrid - San José					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
P1	P2	0:00:59	0:01:08	0:00:00	0:01:08
P2	P3	0:00:52	0:01:00	0:00:20	0:01:20
P3	P4	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P4	P5	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P5	P6	0:01:00	0:01:09	0:00:20	0:01:29
P6	P7	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
P7	P8	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P8	P9	0:00:39	0:00:45	0:00:20	0:01:05
P9	P10	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P10	P11	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P11	P12	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P12	P13	0:01:04	0:01:14	0:00:20	0:01:34
P13	P14	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P14	P15	0:00:36	0:00:41	0:00:20	0:01:01
P15	P16	0:00:43	0:00:49	0:00:20	0:01:09
P16	P17	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
TIEMPO TOTAL		0:14:21	0:16:30	0:05:00	0:21:30
Velocidad comercial (km/h)					18,00

Tabla 17. Tiempo recorrido Alternativa 4. San José - Avda. Madrid

ALTERNATIVA 4 - San José - Avda. Madrid					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
P17	P16	0:01:11	0:01:22	0:00:00	0:01:22
P16	P15	0:00:43	0:00:49	0:00:20	0:01:09
P15	P14	0:00:36	0:00:41	0:00:20	0:01:01
P14	P13	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P13	P12	0:01:04	0:01:14	0:00:20	0:01:34
P12	P11	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P11	P10	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P10	P9	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P9	P8	0:00:39	0:00:45	0:00:20	0:01:05
P8	P7	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P7	P6	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
P6	P5	0:01:01	0:01:10	0:00:20	0:01:30
P5	P4	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P4	P3	0:00:45	0:00:52	0:00:20	0:01:12
P3	P2	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P2	P1	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
TIEMPO TOTAL		0:14:23	0:16:32	0:05:00	0:21:32
Velocidad comercial (km/h)					17,97

Tabla 18. Tiempo recorrido Alternativa 4. Avda. Madrid-Compromiso Caspe

ALTERNATIVA 4 - Avda. Madrid - Compromiso de Caspe					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
P1	P2	0:00:59	0:01:08	0:00:00	0:01:08
P2	P3	0:00:52	0:01:00	0:00:20	0:01:20
P3	P4	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P4	P5	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P4	P5	0:01:00	0:01:09	0:00:20	0:01:29
P5	P6	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
P6	P7	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P7	P8	0:00:39	0:00:45	0:00:20	0:01:05
P8	P9	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P9	P10	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P10	P11	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P11	C1	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
C1	C2	0:00:52	0:01:00	0:00:20	0:01:20
C2	C3	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
TIEMPO TOTAL		0:12:32	0:14:25	0:04:20	0:18:45
Velocidad comercial (km/h)					18,02

Tabla 19. Tiempo recorrido Alternativa 4. Compromiso Caspe - Avda. Madrid

ALTERNATIVA 4 - Compromiso de Caspe - Avda. Madrid					
Desde	Hasta	TIEMPO DE VIAJE (simulación)	TIEMPO (con factor de corrección)	TIEMPO PARADA	TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA
C3	C2	0:00:58	0:01:07	0:00:00	0:01:07
C2	C1	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
C1	P12	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P12	P11	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:17
P11	P10	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P10	P9	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P9	P8	0:00:39	0:00:45	0:00:20	0:01:05
P8	P7	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P7	P6	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
P6	P5	0:01:01	0:01:10	0:00:20	0:01:30
P5	P4	0:00:56	0:01:04	0:00:20	0:01:24
P4	P3	0:00:45	0:00:52	0:00:20	0:01:12
P3	P2	0:00:51	0:00:59	0:00:20	0:01:19
P2	P1	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
TIEMPO TOTAL		0:12:37	0:14:31	0:04:20	0:18:51
Velocidad comercial (km/h)					17,93

3.2.3. TIEMPO EN CABECERA

El tiempo en cabecera mínimo es el tiempo necesario entre la llegada del tranvía a una parada terminal y el momento en el que puede salir de la misma, después de haber realizado los movimientos y maniobras necesarios. De esta forma, tanto la disposición de los andenes de la parada como la configuración de los aparatos de vía influyen directamente en el mismo.

Para poder estimar el tiempo en cabecera en las diferentes líneas se parte de la experiencia de explotación en otros servicios, donde se dispone de zonas de maniobra similares a las que se proponen en el tranvía, en el que se producen los movimientos indicados a continuación.

3.2.3.1. Doble diagonal antes de la parada

Esta situación se produce en la última parada de Avenida de Madrid en las proximidades de la glorieta de Los Enlaces, y en la última parada del ramal a San José (Paseo del Canal).

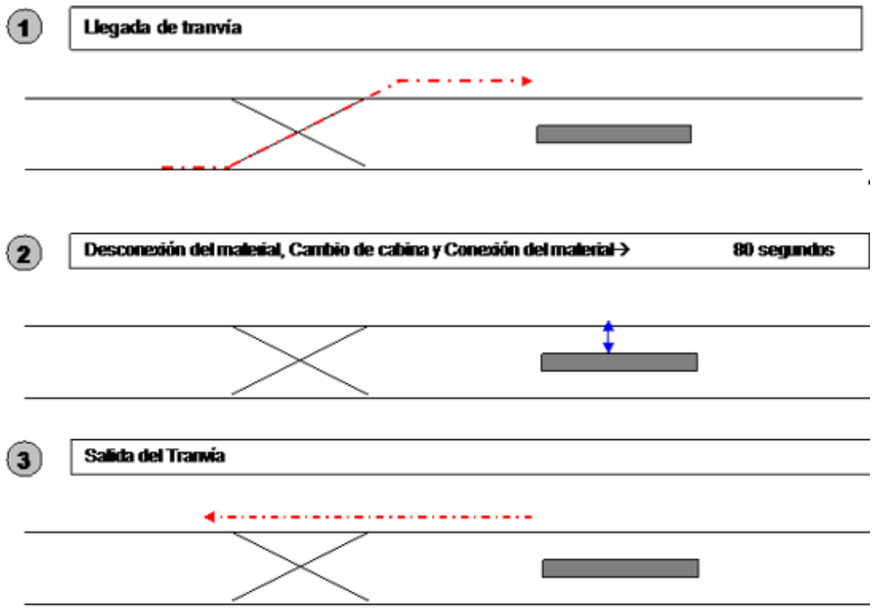

Ilustración 7. Tiempo cabecera mínimo con doble diagonal antes de la parada

El tiempo de cabecera mínimo en este caso es de 80 segundos.

3.2.3.2. Lazo en Compromiso Caspe

El tiempo del recorrido en el lazo dependerá de la posición de la última parada finalmente escogida. En la situación que nos encontramos de nivel de desarrollo de las alternativas, se estima que el tiempo mínimo es de 120 segundos.

Al tiempo en cabecera mínimo para cada caso, hay que añadirle los tiempos necesarios para absorber los retrasos que se producen en la operación. A continuación se incluye una figura en la que se puede ver de forma gráfica el significado de este concepto:

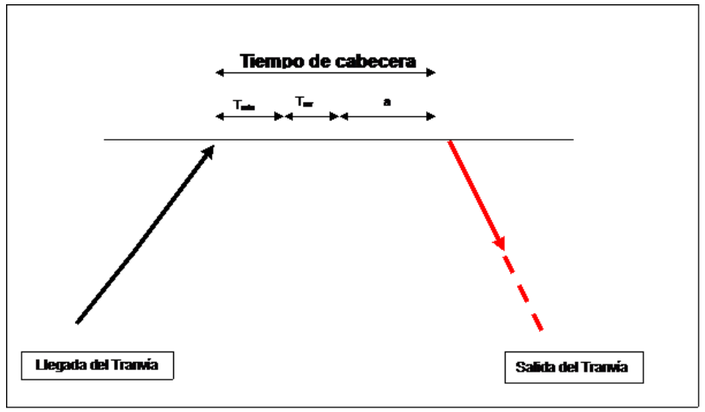

Ilustración 8. Tiempo en cabecera

Tmr margen de retraso, es el tiempo (en minutos) con el que pueden llegar los tranvías sin considerarse retrasado (1 minuto)

a tiempo disponible para absorber los posibles retrasos (3 minutos)

Tc tiempo total dado por el gráfico en cabecera.

3.2.4. FRECUENCIA

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 en Y con frecuencia de 10 minutos por servicio en hora punta en los ramales de San José y Compromiso de Caspe, lo que supone una frecuencia de 5 minutos en el tramo común (desde Avenida Madrid hasta la calle Miguel Servet) y una frecuencia de 15 minutos por servicio en hora valle en los ramales, siendo de 7,5 minutos en el tramo común, así como un horario extravalle con frecuencia de 20 minutos en ramales y 10 minutos en tramo común.

Los horarios y frecuencias considerados, acordes con los horarios y frecuencias actuales de la línea 1, han sido los siguientes:

Tabla 20. Frecuencias 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	13:30	6 min	6,5 min	7,5 min	12 min	13 min	15 min
13:30	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	20:30	5 min	6 min	7,5 min	10 min	12 min	15 min
20:30	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	23:00	7,5 min	6 min	7,5 min	15 min	12 min	15 min
23:00	0:00	7,5 min	7,5 min	7,5 min	15 min	15 min	15 min

Tabla 21. Frecuencias en horario de julio

HORARIO JULIO		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	7,5 min	7,5 min	10 min	15 min	15 min
10:00	14:30	6 min	7,5 min	7,5 min	12 min	15 min	15 min
14:30	17:00	6 min	7,5 min	7,5 min	12 min	15 min	15 min
17:00	17:30	5 min	7,5 min	7,5 min	10 min	15 min	15 min
17:30	18:30	5 min	7,5 min	7,5 min	10 min	15 min	15 min
18:30	20:00	5 min	6,5 min	7,5 min	10 min	13 min	15 min
20:00	21:00	6 min	6,5 min	7,5 min	12 min	13 min	15 min
21:00	22:30	6 min	6,5 min	7,5 min	12 min	13 min	15 min
22:30	0:00	7,5 min	7,5 min	7,5 min	15 min	15 min	15 min

Tabla 22. Frecuencias en horario de agosto

HORARIO AGOSTO		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	6 min	10 min	10 min	12 min	20 min	20 min
9:00	10:00	6 min	7,5 min	7,5 min	12 min	15 min	15 min
10:00	14:30	6,5 min	7,5 min	7,5 min	13 min	15 min	15 min
14:30	17:30	6,5 min	7,5 min	7,5 min	13 min	15 min	15 min
17:30	18:00	6,5 min	7,5 min	7,5 min	13 min	15 min	15 min
18:00	18:30	6 min	7,5 min	7,5 min	12 min	15 min	15 min
18:30	20:00	6 min	6,5 min	7,5 min	12 min	13 min	15 min
20:00	21:00	6,5 min	6,5 min	7,5 min	13 min	13 min	15 min
21:00	22:30	6,5 min	6,5 min	7,5 min	13 min	13 min	15 min
22:30	0:00	7,5 min	7,5 min	7,5 min	15 min	15 min	15 min

Tabla 23. Frecuencias en horario de Navidad y festivos de apertura de comercios

H. NAVIDAD/FESTIV. APERT.		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	6,5 min	10 min	13 min	13 min
10:00	11:30	6 min	6 min	6,5 min	12 min	12 min	13 min
11:30	13:30	6 min	6 min	6,5 min	12 min	12 min	13 min
13:30	20:30	5 min	6 min	6,5 min	10 min	12 min	13 min
20:30	22:00	6 min	6 min	6,5 min	12 min	12 min	13 min
22:00	22:30	7,5 min	6 min	6,5 min	15 min	12 min	13 min
22:30	23:00	7,5 min	6,5 min	7,5 min	15 min	13 min	15 min
23:00	0:00	7,5 min	7,5 min	7,5 min	15 min	15 min	15 min

Tabla 24. Frecuencias en Fiestas del Pilar

HORARIO FIESTAS PILAR		FRECUENCIAS EN TRAMO COMÚN			FRECUENCIAS EN RAMALES		
Hora comienzo	Hora fin	Laborable	Sábado	Domingo/ Festivo	Laborable	Sábado	Domingo/ Festivo
5:00	10:00	5 min	5 min	5 min	10 min	10 min	10 min
10:00	13:30	5 min	5 min	5 min	10 min	10 min	10 min
13:30	17:00	5 min	5 min	5 min	10 min	10 min	10 min
17:00	22:00	5 min	5 min	5 min	10 min	10 min	10 min
22:00	0:00	5 min	5 min	5 min	10 min	10 min	10 min
0:00	2:00	5 min	5 min	5 min	10 min	10 min	10 min
2:00	5:00	7,5 min	7,5 min	7,5 min	15 min	15 min	15 min

Se ha evaluado la posibilidad de que alguno de los ramales se utilizase como lanzadera desde una línea principal, pero dicha disposición se descartó por los siguientes motivos:

- la carga por tramo que presenta la demanda de los dos ramales del sector oeste es similar. Un servicio lanzadera, para uno de los tramos, sería perjudicar seriamente a los usuarios del ramal lanzadera.

- Supone un aumento de la flota necesaria, puesto que para el ramal principal, que tiene un tiempo de ciclo de 50 minutos, se necesitarían 10 tranvías y dos adicionales para el ramal de Compromiso Caspe si se mantiene una frecuencia similar a la del tramo común. Si se quisiera operar con una frecuencia menor desde Miguel Servet a San José, habría que disponer de una vía de apartadero para la regulación en la parada de Miguel Servet, pero se carece de espacio para el mismo.

Ilustración 9. Trazado en Miguel Servet y desvío de ramales

- Obligaría a un trasbordo a todos los pasajeros procedentes del ramal lanzadera y con destino posterior a la parada de la calle Miguel Servet. Los usuarios que procedan de Compromiso Caspe y quieran continuar en sentido Avenida de Madrid tienen que realizar un transbordo cuyo tiempo de espera medio será de en torno a 2,5 minutos (3 minutos si la frecuencia en el tramo común fuera a 6 minutos). Dicho tiempo de espera, ligado a que el tiempo del trayecto máximo en el ramal de Compromiso Caspe es de 4 minutos, reducirá la percepción por parte del usuario sobre la atractividad del sistema. Los viajeros con destino Las Fuentes, además del inconveniente anterior, tendrán el problema añadido de tener que cambiar de andén.

- Pueden existir problemas de identificación de servicios por parte de los usuarios, puesto que normalmente se entiende que los tranvías que se encuentren en el andén norte tienen como destino la Avenida Madrid; sin embargo la mitad de ellos circularán un tramo en contravía para ir hacia las fuentes. Esto debe ser mitigado con señalización e información visual adicional.

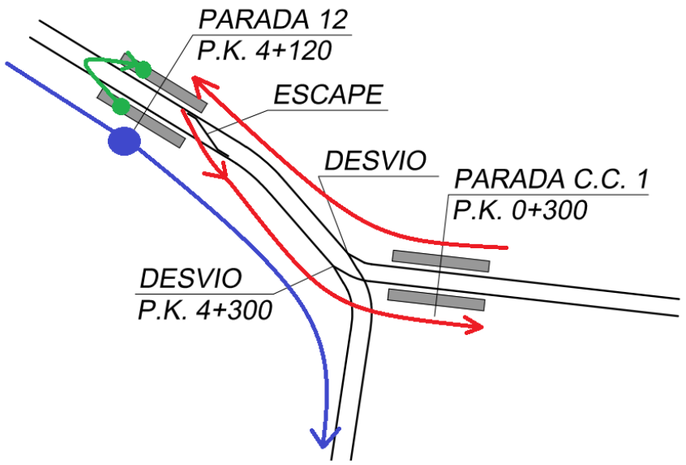

Ilustración 10. Esquema de movimientos en los ramales

- Incluir una zona de maniobra en la intersección de los dos ramales con una frecuencia de 5 minutos complica excesivamente la operación con esa frecuencia. El servicio lanzadera tendrá que regular en Miguel Servet y hacerlo entre servicios del ramal principal. El tiempo mínimo de regulación, tal y como se describe en apartados anteriores, es de 80 segundos más el tiempo en el trayecto que es de 1 minuto y 20 segundos para ambos sentidos, suma un total de 4 minutos que tardaría un tranvía en liberar la vía principal. Este tiempo no da margen para absorber posible retrasos. En caso de frecuencias de 6 minutos, la holgura sería de 2 minutos, tiempo considerado muy ajustado.

- Por último hay que tener en cuenta que la zona de maniobras junto a la parada de Miguel Servet se sitúa junto al Camino de Las Torres, vía de tráfico principal, y se aumentaría la afección a la misma (cuatro tranvías cada 5 ó 6 minutos).

Por tanto se ha optado por la opción de los dos servicios completos e independientes. Dicha opción permite, además, como se indica posteriormente, optimizar la explotación en caso de una extensión de la línea hasta la Carretera de Madrid.

3.2.5. TIEMPO DEL CICLO COMPLETO

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

Tabla 25. Tiempo de ciclo completo por alternativa y servicio

ALTERNATIVAS	Avda. Madrid-San José				Avda. Madrid-C. Caspe			
	Tiempo OE	Tiempo EO	Regulación	Ciclo Completo	Tiempo OE	Tiempo EO	Regulación	Ciclo Completo
Alternativa 1	0:20:10	0:20:13	0:08:40	0:49:03	0:17:25	0:17:31	0:09:20	0:44:16
Alternativa 2	0:20:55	0:20:54	0:08:40	0:50:29	0:18:10	0:18:12	0:09:20	0:45:42
Alternativa 3	0:22:14	0:22:14	0:08:40	0:53:08	0:19:28	0:19:32	0:09:20	0:48:20
Alternativa 4	0:21:30	0:21:32	0:08:40	0:51:43	0:18:45	0:18:51	0:09:20	0:46:55

En el caso en el que se realice la ampliación del tranvía hasta la Carretera de Madrid, dicha ampliación tendrá una frecuencia de 10 minutos y el servicio que conectará dicho punto es el que tiene como origen y destino Compromiso Caspe, puesto que este recorrido se realiza en menor tiempo, consiguiendo así optimizar la flota.

Tabla 26. Tiempo de ciclo completo por alternativa y servicio. Extensión Ctra. Madrid

ALTERNATIVAS	Avda. Madrid-San José				Ctra. Madrid-C. Caspe			
	Tiempo OE	Tiempo EO	Regulación	Ciclo Completo	Tiempo OE	Tiempo EO	Regulación	Ciclo Completo
Alternativa 1A	0:20:10	0:20:13	0:08:40	0:49:03	0:23:55	0:24:01	0:09:20	0:57:16
Alternativa 2A	0:20:55	0:20:54	0:08:40	0:50:29	0:24:40	0:24:42	0:09:20	0:58:42
Alternativa 3A	0:22:14	0:22:14	0:08:40	0:53:08	0:25:58	0:26:02	0:09:20	1:01:20
Alternativa 4A	0:21:30	0:21:32	0:08:40	0:51:43	0:25:15	0:25:21	0:09:20	0:59:55

El tiempo de recorrido en este caso, se obtiene por extrapolación del resto de alternativas puesto que las características de la red son muy similares.

4. DEMANDA

Los resultados del estudio de demanda realizado permiten dimensionar adecuadamente en número de tranvías, y conocer el grado de ocupación de las unidades.

Tabla 27. Demanda (trayectos). Año inicio (año 4)

DEMANDA LÍNEA 2	TRAYECTOS AÑO 4	
	Hora punta	Anual
Alternativas sin extensión		
Alternativa 1	4.307	15.725.565
Alternativa 2	4.878	17.808.659
Alternativa 3	5.062	18.480.734
Alternativa 4	4.525	16.522.918
Alternativas con extensión		
Alternativa 1A	4.616	16.855.143
Alternativa 2A	5.187	18.938.238
Alternativa 3A	5.371	19.610.312
Alternativa 4A	4.835	17.652.496

Tabla 28. Demanda (trayectos). Año horizonte

DEMANDA LÍNEA 2	TRAYECTOS AÑO HORIZONTE	
	Hora punta	Anual
Alternativas sin extensión		
Alternativa 1	5.026	18.350.448
Alternativa 2	5.692	20.781.249
Alternativa 3	5.906	21.565.505
Alternativa 4	5.281	19.280.894
Alternativas con extensión		
Alternativa 1A	5.387	19.668.574
Alternativa 2A	6.053	22.099.374
Alternativa 3A	6.268	22.883.630
Alternativa 4A	5.642	20.599.019

Además, tal y como se muestra en el anejo de demanda, los viajeros de la línea 1 se ven incrementados entre 475 y 1.100 pasajeros respecto a la situación actual en la hora punta. Por lo tanto, será necesario actualizar la previsión de crecimiento de la demanda, el dimensionamiento y la evolución de la flota de la línea 1 para adaptarse a las nuevas necesidades surgidas de la implantación de la línea 2.

5. 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 se procede al 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, 10 minutos en las patas de San José y Compromiso de Caspe, así como en la posible extensión.

Se considera el ciclo completo de circulación (CDC) formado por los tiempos de recorrido entre terminales y el de estancia en terminal. De esta consideración deriva la siguiente fórmula:

$$CDC = TR + TT = n * f$$

Siendo:

CDC = Ciclo completo de circulación

TR = Tiempo de recorrido

TT = Tiempo de estancia en Terminal

n = Número de vehículos

f = Intervalo de servicio (frecuencia de paso)

Para calcular la flota necesaria se ha considerado una capacidad de pasajeros de 192[2] (32 metros y capacidad de carga 3,5 pas/m^2) para un vehículo de 5 módulos. Se considera un vehículo de reserva por servicio para la realización de operaciones de mantenimiento.

Asimismo, se ha considerado un coeficiente de sobrepunta en hora punta del 20%.

Los resultados obtenidos para cada alternativa, incluyendo el vehículo de reserva, se muestran en las siguientes tablas.

La demanda de año inicio corresponde a la demanda estable estimada para el 4º año de explotación del tranvía, estimado un incremento interanual del 1% los 10 años siguientes y del 0,5% el resto del periodo hasta el final de la concesión, obteniendo así la demanda estimada en año horizonte.

Tabla 29. Cálculo de Flota. Año inicio

ALTERNATIVAS	AÑO 4		
	nº tranvías	km anuales	ocupación tramo más cargado
Alternativas sin extensión			
Alternativa 1	12	855.495	49,8%
Alternativa 2	12	894.555	55,4%
Alternativa 3	12	929.267	54,4%
Alternativa 4	12	890.207	50,6%
Alternativas con extensión			
Alternativa 1A	13	981.015	49,8%
Alternativa 2A	13	1.006.306	55,4%
Alternativa 3A	13	1.041.018	54,4%
Alternativa 4A	13	1.015.727	50,6%

Tabla 30. Cálculo de Flota. Año horizonte

ALTERNATIVAS	AÑO HORIZONTE		
	nº tranvías	km anuales	ocupación tramo más cargado
Alternativas sin extensión			
Alternativa 1	12	855.495	58,1%
Alternativa 2	12	894.555	64,7%
Alternativa 3	12	929.267	63,5%
Alternativa 4	12	890.207	59,1%
Alternativas con extensión			
Alternativa 1A	13	981.015	58,1%
Alternativa 2A	13	1.006.306	64,7%
Alternativa 3A	13	1.041.018	63,5%
Alternativa 4A	13	1.015.727	59,1%

** La frecuencia de la operación en el tramo de la extensión a Ctra. Madrid es de 10 minutos, manteniéndose una frecuencia de 5 minutos en el tramo común.*

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

[2] Fuente: Pliego Concesión Línea 1 del Tranvía de Zaragoza

6. CONDICIONANTES DE EXPLOTACIÓN POR AFECCIONES A LA LÍNEA 1 DEL TRANVÍA DE ZARAGOZA

Para realizar este análisis previo de afección a la operación, se ha partido de los datos de operación de la Línea 1 y de la estimación de frecuencias realizada en el presente estudio de viabilidad de la línea 2.

6.1. ALTERNATIVAS 1 Y 4 (USO COMPARTIDO DE LA CALLE COSO)

La situación en la intersección de las dos líneas sería la siguiente:

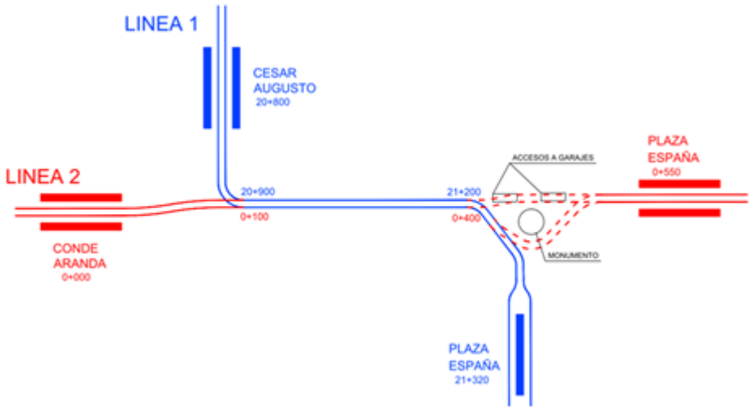

Ilustración 11. Esquema cruce línea 1 con línea 2

A partir de los datos de la malla teórica de la línea 1 del tranvía, aportados por el Ayuntamiento de Zaragoza, se analizan las interferencias en la operación de las líneas 1 y 2 en la calle del Coso para las frecuencias reales de servicio 7 minutos y 5 minutos, así como para una frecuencia de 4 minutos a fin de evaluar la posibilidad de incremento de frecuencia en fases posteriores.

Debe indicarse que las mallas consideradas son teóricas y no incluyen los tiempos de posibles retrasos que se pueden producir en la línea.

6.1.1. FRECUENCIA 7 MINUTOS

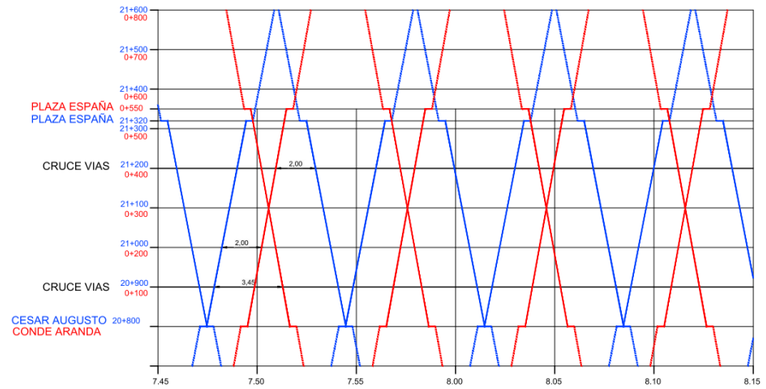

Ilustración 12. Diagrama marcha línea 1 con línea 2. Frecuencia 7 minutos

El tiempo de resguardo que se obtiene entre movimientos incompatibles, es de 2 minutos.

6.1.2. FRECUENCIA 5 MINUTOS

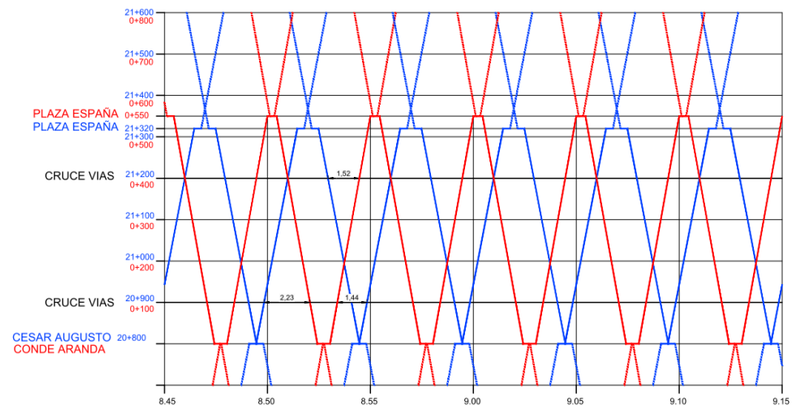

Ilustración 13. Diagrama marcha línea 1 con línea 2. Frecuencia 5 minutos

El tiempo de resguardo que se obtiene entre movimientos incompatibles varía entre 1,44 minutos y 1,52 minutos, siendo el siguiente resguardo de 2,23 min.

6.1.3. FRECUENCIA 4 MINUTOS

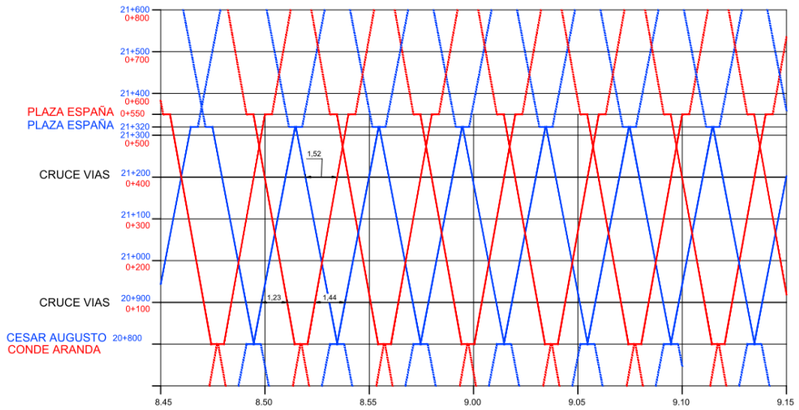

Ilustración 14. Diagrama marcha línea 1 con línea 2. Frecuencia 4 minutos

El tiempo de resguardo que se obtiene entre movimientos incompatibles, varía entre 1,23 minutos y 1,44 minutos, siendo el siguiente resguardo de 1,52 min.

6.1.4. LIMITACIÓN DE FRECUENCIA

El tiempo de resguardo calculado sólo incluye el tiempo de cruce entre tranvías, por lo que a este tiempo habrá que añadirle el tiempo que tarda el tranvía en pasar el cruce y en liberarlo, semafóricamente hablando. Las mallas dibujadas son teóricas, no contemplando el tiempo de posibles retrasos. Estos retrasos pueden ser importantes puesto que el tramo se encuentra en la parte central del trayecto desde ambos extremos en ambas líneas. Además hay que tener en cuenta que en este tramo existen cruces viarios y entradas a garajes, por lo que habrá que incluir la fase semafórica para vehículos privados dentro de este tiempo de resguardo.

Por tanto se considera que el uso compartido de la calle del Coso por Línea 1 y Línea 2 impondría restricciones a posibles incrementos de frecuencia de ambas líneas, estableciéndose como valor máximo teórico de frecuencia 1 tranvía cada 5 minutos. Aún en este caso es posible que una pequeña demora en el ciclo de alguno de los tranvías implique la pérdida de una expedición no recuperable, dado que independientemente de cuál sea la frecuencia del servicio, se establecerá prioridad de paso a una de las líneas.

6.2. ALTERNATIVAS 2 Y 3 (CRUCE EN PLAZA PARAÍSO)

6.2.1. LIMITACIÓN DE FRECUENCIA

En el caso de las alternativas que cruzan la línea 1 en la plaza Paraíso, la afección a la operación de dicha línea se reduce a un cruce de vías simple, por lo que únicamente será necesario adecuar la operación de ambas líneas para evitar que las unidades de las mismas lleguen al cruce al mismo tiempo, por lo que podría llegarse a frecuencias de 1 tren cada 4 minutos sólo condicionadas por las afecciones al vehículo privado.

Ilustración 15. Posible diseño preliminar en Plaza Paraíso

6.2.2. AFECCIÓN AL TRÁFICO PRIVADO

La implantación del tranvía en Pº María Agustín – Plaza Paraíso – Pº de la Constitución implicará una reducción significativa del tráfico rodado en la zona. El tráfico privado se reduce en una media del 15,3% en el caso de la Alternativa 2 y del 13,0% en el caso de la Alternativa 3. Adicionalmente, se reduce en ambos casos hasta un 70% el tráfico de autobús urbano. Ambos factores, combinados con una gestión semafórica adecuada de los movimientos, permitirá proporcionar las frecuencias anteriormente indicadas.

Por otro lado, es importante reseñar que, en función del trazado definitivo de la línea 2 en su cruce con línea 1 en la Plaza Paraíso (en caso de selección de alternativas 2, 2A, 3 ó 3A), es posible que sea necesario la modificación y/o restricción de alguno de los movimientos actualmente permitidos en la plaza.

Dicho hecho no se considera relevante al ser el vehículo privado un modo flexible, con posibilidad de establecer rutas alternativas en caso de movimientos no permitidos o tiempos de recorrido elevados por interferencia con el tranvía.

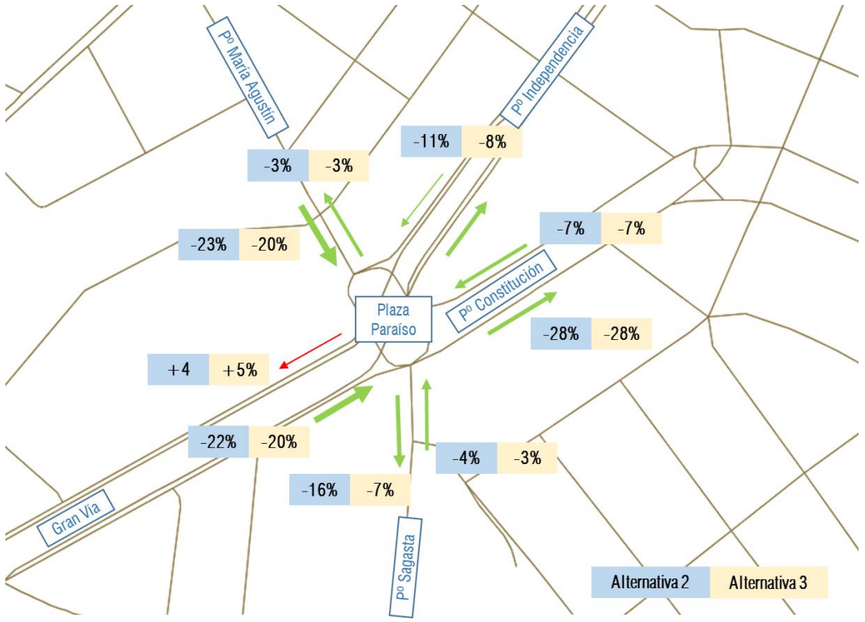

Ilustración 16. Reducción de tráfico privado en Plaza Paraíso. Alternativas 2 y 3

7. DIMENSIONAMIENTO DE TALLERES Y COCHERAS

En este apartado se describen las hipótesis de partida utilizadas para el dimensionamiento de las instalaciones de los talleres y cocheras del tranvía.

El objeto es analizar las necesidades de estacionamiento de tranvías para cada una de las alternativas analizadas dentro del Estudio de Alternativas y poder dimensionar las superficies necesarias para realizar la correcta explotación y mantenimiento de la línea 2 del tranvía de Zaragoza.

El taller se dimensionará para realizar las intervenciones de mantenimiento preventivo y correctivo de las 12/13 unidades necesarias para dar servicio a la línea del tranvía (sin extensión/con extensión).

Debe indicarse que en el caso de las alternativas 2 y 3 sería suficiente con la construcción de una única instalación de talleres-cocheras. En el caso de las alternativas 1 y 4, dado que en determinados periodos del año es previsible que se suspenda el servicio en el tramo de la calle Coso, sería necesario la construcción de unos talleres-cochera y una cochera situadas en extremos distintos de la línea (zona este y zona oeste).

7.1. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

Para definir el tipo de intervención, la cadencia de reparación en kilómetros, la duración y las personas necesarias en las intervenciones de mantenimiento se ha analizado la situación habitual en otras operaciones tranviarias. Tal y como se ha comentado, se realizarán las intervenciones de mantenimiento preventivo, así como el torneado de las ruedas de las unidades y el mantenimiento correctivo. Siendo la carencia de las intervenciones las siguientes:

Tabla 31. Cadencia de mantenimiento

Tipo Intervención	km	Duración de las intervenciones (horas)
IS	2.500	3
P0	500	3
P1	15.000	6
P2	60.000	8
P3	240.000	36
P3/1	360.000	72
P3/2	720.000	72
TORNEADO	30.000	8

Las operaciones a realizar en cada intervención son las siguientes:

Tabla 32. Operaciones de mantenimiento

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	IS/ P0	P1	P2	P3	P3/ 1	P3/ 2
ESTADO GENERAL DEL VEHÍCULO (PRUEBAS)	x	x	x	x	x	x
CAJA						
ESTRUCTURA Y TESTERO	x	x	x	x	x	x
PINTURA Y ROTULADO			x	x	x	x
TESTERO		x	x	x	x	x
FALDONES Y CARENADOS		x	x	x	x	x
ENGANCHE AUTOMÁTICO					x	x
CABINA						
LUNA TESTERO Y VENTANAS LATERALES		x	x	x	x	x
LIMPIAPARABRISAS • LAVAPARABRISAS		x	x	x	x	x
ASIENTO CONDUCTOR		x	x	x	x	x
VENTANAS VIAJEROS				x	x	x
FUELLE INTERCOMUNICACIÓN			x	x	x	x
INTERIORISMO Y DOTACIÓN INTERIOR		x	x	x	x	x
PUERTA ACCESO VIAJEROS		x	x	x	x	x
PUERTA CABINA-PASAJE			x	x	x	x
SISTEMA AIRE ACONDICIONADO SALA DE PASAJEROS		x	x	x	x	x
SISTEMA AIRE ACONDICIONADO CABINA		x	x	x	x	x
BOGIE						
BASTIDOR DEL BOGIE Y TRAVIESA BAILADORA			x	x	x	x
ENLACE CAJA-BOGIE		x	x	x	x	x
EJE MONTADO				x	x	x
CUERPO DE EJE				x	x	x
RUEDA		x	x	x	x	x
DISCO DE FRENO	x	x	x	x	x	x
CAJA DE GRASA		x	x	x	x	x
SUSPENSION PRIMARIA		x	x	x	x	x
SUSPENSIÓN SECUNDARIA		x	x	x	x	x
ARENEROS	x	x	x	x	x	x
ENGRASE DE PESTAÑA	x	x	x	x	x	x
REDUCTOR		x	x	x	x	x
PATÍN ELECTROMAGNÉTICO	x	x	x	x	x	x
INSTALACIÓN NEUMÁTICA		x	x	x	x	x
INSTALACIÓN ELÉCTRICA			x	x	x	x
EQUIPO ELÉCTRICO DE BAJA Y MEDIA TENSIÓN						
BATERIA			x	x	x	x
PUPITRE DE CONDUCCIÓN	x	x	x	x	x	x
ARMARIOS DE BAJA TENSIÓN				x	x	x
ALUMBRADO EXTERIOR				x	x	x
ALUMBRADO INTERIOR	x	x	x	x	x	x
EQUIPO ELÉCTRICO DE ALTA TENSIÓN						
PANTÓGRAFO		x	x	x	x	x
CONVERTIDOR DE TRACCIÓN				x	x	x
COFRE DISYUNTOR					x	x
CONVERTIDOR AUXILIAR			x	x	x	x
MOTOR DE TRACCIÓN			x	x	x	x
PARARRAYOS				x	x	x
RESISTENCIA DE FRENO			x	x	x	x
EQUIPO NEUMÁTICO						
GRUPO MOTOR-COMPRESOR			x	x	x	x
EQUIPO DE DEPURACIÓN DE AIRE			x	x	x	x
PANELES NEUMÁTICOS				x	x	x
EQUIPO NEUMÁTICO EN BOGIES			x	x	x	x
BOCINA Y TIRADOR DE EMERGENCIA	x	x	x	x	x	x
EQUIPO FRENO HIDRÁULICO						
INSTALACIÓN HIDRÁULICA	x	x	x	x	x	x
CENTRAL HIDRÁULICA BOGIE MOTOR			x	x	x	x
CENTRAL HIDRÁULICA BOGIE REMOLQUE			x	x	x	x
ACUMULADOR DE ACEITE			x	x	x	x
UNIDAD DE FRENO (BOGIE REMOLQUE)			x	x	x	x
UNIDAD DE FRENO (BOGIE MOTOR)		x	x	x	x	x
UNIDAD DE CONTROL DE FRENO			x	x	x	x
EQUIPOS DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA	x	x	x	x	x	x
EQUIPOS DE COMUNICACIÓN (SIV Y SAE)			x	x	x	x
SISTEMAS DE CONTROL			x	x	x	x

La cadencia de las intervenciones IS/P0 es cada 2.500 km y 5.000 km para todas las unidades del tranvía. La duración de la revisión IS/P0 es de aproximadamente 3 horas, y se realiza en su totalidad en el foso de revisión de unidades. Casi todas las revisiones, pruebas y medidas se realizan con la unidad en marcha, y son necesarias 2 personas generalmente para realizar la totalidad de la revisión.

La intervención P1 se realiza cada 15.000 km para todas las unidades de tranvía. La duración de la revisión es de 6 horas y se puede dividir en 3 partes principales. Una primera revisión con la unidad en marcha que dura 30 minutos aproximadamente que se realiza en el foso de revisión. La siguiente parte de la revisión se realiza con la unidad en parado. Estas revisiones se realizan en el foso de revisión. Por último, hay una serie de revisiones, controles y puestas en marcha que se realizan principalmente con la unidad en marcha.

La intervención P2 se realiza cada 60.000 km para todas las unidades del tranvía. La duración de la revisión es de 8 horas o una jornada de trabajo y al igual que la P1 se puede dividir en 3 partes principales, que además se llevan a cabo en los mismos tipos de vía. En primer lugar se realizan una serie de controles con la unidad en marcha en el foso de revisión. Tras esto, se

somete a la unidad a una serie de revisiones en parado. Estas revisiones se realizan en el foso de revisión. Por último, hay una serie de revisiones, controles y puestas en marcha que se realizan principalmente con la unidad en marcha.

Intervención P3/P3-1/P3-2, se realizan cada 240.000 km - 360.000 km - 720.000 km. En esta intervención se realiza el desmontaje los siguientes grandes equipos: bogies, compresores, pantógrafos y motores de tracción. En primer lugar normalmente se realiza el desmontaje de los bogies y la sustitución por unos ya revisados. Para el desmontaje, la unidad pasa primero por el foso de revisión para soltar ciertas piezas. Tras esto, la unidad se lleva a las vías de levante donde se desmontan los bogies de la unidad y se montan bogies revisados. El siguiente paso es trasladar la unidad al foso de revisión donde se desmontan los compresores y los pantógrafos. En paralelo a la revisión de los compresores y los pantógrafos se realizan controles y revisiones en el foso de revisión. Una vez montados los equipos se procede a la puesta en marcha de la unidad.

El cálculo del número de intervenciones de mantenimiento preventivo se ha basado, para el cálculo de coste de explotación por km, en las siguientes hipótesis:

- La asignación de unidades al taller para intervenciones de mantenimiento preventivo de 12 Uds.
- km recorridos anuales en el año horizonte 900.000 km ya que la carga de trabajo es casi idéntica para todas las alternativas.

El número de intervenciones de mantenimiento previstas por año y la carga de trabajo en días correspondiente es la siguiente:

Tabla 33. Carga de trabajo de mantenimiento (días)

Tipo Intervención		Pasarela	Torno foso	Levante	Pintura	Total
Preventivo	IS	70				70
	P0	35				35
	P1	23				23
	P2	8				8
	P3	9				9
	P3/1			14		14
	P3/2			9		9
	TORNEADO		16			16
Correctivo	Pintura				42	42
	Pasarelas	51				51
	Levante			6		6
TOTAL		**195**	**16**	**28**	**42**	**281**

Para el análisis de las intervenciones de mantenimiento correctivo se ha partido de los datos de otras operaciones de tranvía que revelan la siguiente distribución en la carga de trabajo del taller:

Tabla 34. Porcentaje de mantenimiento en taller

Tipo matenimiento		% carga de trabajo en taller
Preventivo		65%
Correctivo	Pintura	15%
	Pasarelas	18%
	Levante	2%

7.2. ÁREAS DE TALLERES Y COCHERAS

Para el análisis de las distintas áreas de taller necesarias se han distinguido 3 categorías:

- Vías: comprende el dimensionamiento de los diferentes tipos de vía que se encuentran en el nuevo taller.
- Zonas productivas: se incluyen en este apartado todas las zonas productivas que no están incluidas en el apartado de vías
- Áreas auxiliares o no productivas: oficinas, vestuarios, aseos, salas de instalaciones, residuos, etc.

7.2.1. VÍAS DE TALLERES

Para el dimensionamiento de las vías se ha considerado que se trabajan 220 días al año en mantenimiento preventivo y 365 días al año en mantenimiento correctivo. El resultado de vías necesarias es el siguiente:

Tabla 35. Cálculo de vías necesarias

Nº de vías necesarias	
Pasarelas	0,80
Levante	0,10
Torno	0,10
Pintura	0,10
Lavado	1,00

Del cálculo anterior se deduce que la carga de trabajo en el taller es bastante pequeña por lo tanto con las instalaciones mínimas necesarias para el mantenimiento es más que suficiente. Es decir:

- Una vía de pasarelas
- Una vía de levante
- Una vía para el torneado de las ruedas
- Una vía de pintura
- Una vía de lavado y recarga de los areneros

7.2.2. ZONAS PRODUCTIVAS

7.2.2.1. Zona de revisión/reparación de equipos

La mayor parte de las tareas de mantenimiento (preventivo/correctivo) se realizarán directamente sobre la unidad en las distintas vías del taller. Por tanto, en el taller se preverá una zona para las revisiones y reparaciones de menor entidad. Esta zona estará equipada con bancos de trabajo, alguna máquina herramienta (torno-esmeril), elementos de manipulación (puente-grúa, grúa pescante, etc.) que permita colocar cualquier equipo (pantógrafo, convertidor, etc.) sobre caballetes.

Se preverá a su vez una zona de revisión de bogies. Esta zona permitirá la revisión de un bogie y estará equipada con algún sistema para poder realizar actuaciones por debajo del bogie.

7.2.2.2. Laboratorio eléctrico-electrónico

El laboratorio eléctrico-electrónico es un espacio destinado a la revisión/reparación de los componentes electrónicos del tranvía (tarjetas, etc.).

7.2.2.3. Almacén de materiales para mantenimiento de material móvil

Los materiales almacenados en el taller presentarán una primera división en dos grandes grupos en función de su propiedad, fabricante del material móvil o explotador de la línea.

- Materiales del fabricante de material móvil: los materiales propiedad del fabricante de material móvil son principalmente referencias de pequeño tamaño.
- Materiales del explotador de la línea: los materiales propiedad del explotador son referencias de mayor tamaño y valor y comprenden el parque de repuestos del tranvía.

7.2.2.4. Almacén de instalaciones fijas

Debido a la incertidumbre existente en la gestión y almacenamiento de los materiales, se considera conveniente destinar un espacio para el almacenamiento de las instalaciones fijas de aproximadamente 300 m^2.

7.2.2.5. Dimensionamiento de zonas productivas

El dimensionamiento final de las áreas productivas se definirá en mayor detalle una vez determinada la parcela concreta, así como su configuración. En la fase de estudio que nos encontramos, se considera necesario destinar al menos 600 m^2 para estas instalaciones.

7.2.3. ÁREAS AUXILIARES

Las zonas auxiliares son los espacios que hay que reservar dentro del taller para toda una serie de instalaciones y maquinaria que dan apoyo a las áreas o zonas productivas descritas en los puntos anteriores. Las zonas auxiliares se han clasificado en:

- Zona para estacionamiento de máquinas de limpieza y mantenimiento
- Zona para estacionamiento y ubicación de medios de manipulación
- Residuos
- Puesto de Mando
- Oficinas
- Puesto de control de producción y fichado
- Vestuarios y aseos
- Zonas comunes: comedor, sala de descanso, etc.
- Cuartos técnicos.

El dimensionamiento final de las áreas auxiliares, se definirá en mayor detalle una vez determinada la parcela, así como su configuración. En la fase de estudio que nos encontramos, se considera necesario destinar al menos 800 m^2 para estas instalaciones.

7.2.4. RESUMEN NECESIDAD DE SUPERFICIE

Sumando las áreas correspondientes a vías de cocheras, vías de taller, playa de vías, urbanización exterior, áreas productivas y áreas auxiliares, se estima necesaria una superficie mínima necesaria para la implantación de los talleres y cocheras de al menos 15.000-18.000 m^2 (en función de la forma de la parcela) en el caso de una única instalación de talleres-cocheras. En el caso de necesidad de dos instalaciones independientes sería necesaria una parcela de 15.000 m^2 para talleres y cocheras y otra parcela de 5.000 m^2 de cocheras para mitad de la línea y edificio multiusos.

Las alternativas 1, 4, 1A y 4A, dado que durante las fiestas del Pilar se suprime el servicio en el tramo de la calle Coso, requieren de la construcción de dos zonas de cocheras situadas en lados opuestos del tramo sin servicio. No así en el caso de las alternativas 2, 3, 2A y 3A, en las que es suficiente una única instalación.

7.3. DIMENSIONAMIENTO DEL PERSONAL

Se ha realizado una estimación del personal que desempeñará su trabajo en las instalaciones. Se ha dividido el personal que hará uso de las instalaciones en 5 categorías o grupos:

- Personal dedicado al mantenimiento de Material Móvil
- Agentes de Tranvía
- Puesto de Mando
- Personal de Mantenimiento de Instalaciones Fijas
- Personal auxiliar, que se subdivide en:
  - Personal de Limpieza de material móvil: dedicado tanto a la limpieza interna y externa de unidades
  - Personal de Limpieza de las instalaciones (oficinas, vestuario, etc.)
  - Personal de Seguridad

7.3.1. PERSONAL DEL MATERIAL MÓVIL

El cálculo de las necesidades de material móvil afecta principalmente al dimensionamiento de los vestuarios, ya que la zona de oficinas se compone básicamente de despachos, zona de trabajo para administrativos y salas de reuniones para los jefes de taller, administrativos, y personal de mantenimiento de las instalaciones fijas.

La estimación de personal de material móvil, se ha realizado por dos métodos distintos pero partiendo de unas mismas hipótesis:

- Para el puesto de Jefe de Taller no se ha realizado análisis alguno, por considerarse independiente de la carga de trabajo asociada al taller.
- El puesto administrativo no se ha incluido en el análisis ya que se considera que las tareas administrativas pueden llevarse a cabo con una persona.

La estimación del número de intervenciones anuales se realiza a partir del tiempo necesario para realizar cada intervención y el número de trabajadores que participan (evaluado para 12 unidades), y se ha hallado la carga de trabajo anual en horas de las operaciones de mantenimiento.

Tabla 36. Carga anual de trabajo en taller (12 unidades)

	Tipo Intervención	Nº de Intervenciones al año	Duración de las intervenciones (horas)	Nº de trabajadores	Horas al año
Preventivo	IS	70	3	1	209
	P0	35	3	1	105
	P1	23	6	1	140
	P2	8	8	2	128
	P3	9	36	2	648
	P3/1	14	72	4	3.888
	P3/2	9	72	4	2.592
	TORNEADO	16	8	1	124
Correctivo	Pintura	42	6	2	481
	Pasarelas	51	6	3	911
	Levante	6	8	3	135
				TOTAL	**9.359**

Para realizar el cálculo del número de trabajadores necesarios para cumplir las 9.359 horas de trabajo efectivo sobre las unidades, se ha estimado un coeficiente de productividad del 70%, lo que significa que el 30% del tiempo los operarios se dedican a otras tareas, tales como ordenar almacén, etc. Bajo esta hipótesis el número de horas de trabajo anual real asciende a 13.370 horas/año (9.359/0,7). La siguiente tabla muestra los resultados de la estimación:

Tabla 37. Personal de mantenimiento de material móvil

Horas trabajo efectivo al año	Coeficiente de productividad	Horas totales de trabajo al año	Horas al año trabajadas por operario	Nº de personas necesarias
9.359	70%	13.370	220*8=1.760	8

Según la estimación realizada serían necesarias ocho (8) personas para las operaciones de mantenimiento. Si a este número se le suman los dos (2) Jefes de Personal y un (1) Administrativo se obtiene un total de once (11) personas. Para el dimensionamiento final de personal se ha tener que en cuenta algunas ocasiones, a causa de incidencias puntuales y necesidades específicas, para las operaciones de mantenimiento pueden necesitarse refuerzos de personal.

En el caso de extensión hasta la glorieta de intersección Ctra. de Madrid/Ronda Ibón de Plan, sería necesario un (1) operario adicional.

7.3.2. AGENTES DE TRANVÍA

Partiendo de que se realizan 70.248 circulaciones anuales y que cada circulación se estima una hora de trayecto (ida y vuelta), se estiman necesarios cuarenta y ocho (48) agentes de tranvía.

En caso de extensión a la glorieta de intersección Ctra. de Madrid/Ronda Ibón de Plan serían necesarios ocho (8) agentes adicionales.

7.3.3. PUESTO DE MANDO

Para el puesto de mando se han estimado necesarias nueve (9) personas para cubrir todos los turnos.

7.3.4. PERSONAL DE MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES FIJAS

Se ha considerado que el personal de mantenimiento de las instalaciones fijas es similar al existente en las instalaciones de otros tranvías similares, por lo que deberá reservarse un espacio para trece (13) personas de mantenimiento de instalaciones fijas, incrementándose en dos (2) personas adicionales en el caso de extensión de la línea.

7.3.5. PERSONAL AUXILIAR

El personal auxiliar se divide básicamente entre el personal de lavado de las unidades, personal de limpieza de las instalaciones (oficinas/vestuarios), inspectores y personal de seguridad, con un total de dieciséis (16) personas para las alternativas 1 y 2 y de veintidós (22) para las alternativas 1 y 4. En el caso de extensión de la línea sería necesaria una (1) persona adicional.

7.3.6. RESUMEN NECESIDADES DE PERSONAL

De acuerdo con lo expuesto anteriormente las necesidades de personal para cada una de las alternativas son las siguientes:

Tabla 38. Resumen dimensionamiento del personal

Puesto/Área		Nº Personas			
		Alternativas 1 y 4	Alternativas 2 y 3	Alternativas 1A y 4A	Alternativas 2A y 3A
Mantenimiento de Material Móvil	Jefe de Taller	*2*	*2*	*2*	*2*
	Mecánicos	*4*	*4*	*5*	*5*
	Eléctricos	*2*	*2*	*2*	*2*
	Tracción	*2*	*2*	*2*	*2*
	Administrativos	*1*	*1*	*1*	*1*
Total Mantenimiento de Material Móvil		**11**	**11**	**12**	**12**
Agentes Tranvía		**48**	**48**	**56**	**56**
Puesto de Mando		**9**	**9**	**9**	**9**
Personal de Mantenimiento de Instalaciones fijas		**13**	**13**	**15**	**15**
Personal auxiliar	Lavado unidades	*4*	*4*	*4*	*4*
	Limpieza instalaciones	*6*	*4*	*6*	*4*
	Inspectores	*4*	*4*	*5*	*5*
	Seguridad	*8*	*4*	*8*	*4*
Total Personal Auxiliar		**22**	**16**	**23**	**17**
TOTAL		**103**	**97**	**115**	**109**

8. COSTES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Para poder analizar los costes imputables a la operación y mantenimiento, se hace hincapié en aquellos que son más característicos de este servicio, como son:

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

Debe reseñarse que todos los costes reflejados en el presente anexo son antes de la aplicación del impuesto sobre el valor añadido (I.V.A.).

8.1. COSTE DIRECTO

8.1.1. COSTE DE PERSONAL

Se establece para todas las alternativas un coste medio por persona de 40.000 €/año. Por tanto, el coste anual en personal de operación para cada alternativa es el siguiente:

Tabla 39. Resumen de costes de personal por Alternativa

	PERSONAL		
ALTERNATIVA	**Cantidad**	**Precio unitario**	**Importe anual**
Alternativas sin extensión			
Alternativa 1	103	40.000,00 €	4.120.000,00 €
Alternativa 2	97	40.000,00 €	3.880.000,00 €
Alternativa 3	97	40.000,00 €	3.880.000,00 €
Alternativa 4	103	40.000,00 €	4.120.000,00 €
Alternativas con extensión			
Alternativa 1A	115	40.000,00 €	4.600.000,00 €
Alternativa 2A	109	40.000,00 €	4.360.000,00 €
Alternativa 3A	109	40.000,00 €	4.360.000,00 €
Alternativa 4A	115	40.000,00 €	4.600.000,00 €

8.1.2. COSTE DE MANTENIMIENTO

Para poder establecer estos costes, se ha realizado un análisis de cuáles son estos ratios en la explotación de la línea 1 de Zaragoza y de los tranvías de Bilbao y Vitoria para extraer los costes de materiales y reposiciones y de las horas de mano de obra necesarias.

Dado que todas las alternativas analizadas tienen unas características muy similares, se ha efectuado un análisis de costes de mantenimiento / materiales de vía, señalización y comunicaciones, energía y otros auxiliares para un recorrido medio de 1.000.000 km/año a fin de determinar un precio medio por km.

Tabla 40. Resumen de evaluación costes de mantenimiento-material por km

CONCEPTO	Cantidad	Precio Unitario	Importe total anual
Vía	1	400.000 €	400.000 €
Señalización	1	200.000 €	200.000 €
Comunicaciones	1	180.000 €	180.000 €
Energía	1	200.000 €	200.000 €
Auxiliar (limpieza,seguridad, etc.)	1	50.000 €	50.000 €
COSTE TOTAL			**1.030.000 €**
COSTE POR KM recorrido	1.000.000		**1,03 €**

A este precio debe añadirse los costes de mantenimiento y reposiciones del propio material móvil, evaluado en 1,50 €/km.

Por tanto, los costes de mantenimiento por alternativas son los siguientes:

Tabla 41. Resumen de costes de mantenimiento-material por alternativa

		MANTENIMIENTO-MATERIALES		MANTENIMIENTO-MATERIAL MÓVIL		TOTAL MANTENIMIENTO
ALTERNATIVA	**km anuales**	**precio unitario**	**importe anual**	**precio unitario**	**importe anual**	**importe anual**
Alternativas sin extensión						
Alternativa 1	855.495	1,03 €	881.159,64 €	1,50 €	1.283.242,19 €	2.164.401,82 €
Alternativa 2	894.555	1,03 €	921.391,39 €	1,50 €	1.341.832,11 €	2.263.223,50 €
Alternativa 3	929.267	1,03 €	957.144,78 €	1,50 €	1.393.900,16 €	2.351.044,94 €
Alternativa 4	890.207	1,03 €	916.913,03 €	1,50 €	1.335.310,23 €	2.252.223,26 €
Alternativas con extensión						
Alternativa 1A	981.015	1,03 €	1.010.444,94 €	1,50 €	1.471.521,75 €	2.481.966,69 €
Alternativa 2A	1.006.306	1,03 €	1.036.495,22 €	1,50 €	1.509.459,06 €	2.545.954,28 €
Alternativa 3A	1.041.018	1,03 €	1.072.248,61 €	1,50 €	1.561.527,10 €	2.633.775,72 €
Alternativa 4A	1.015.727	1,03 €	1.046.198,33 €	1,50 €	1.523.589,80 €	2.569.788,13 €

8.1.3. COSTE DE ENERGÍA

El coste de energía de tracción y paradas está evaluado en 0,55 €/km. Por tanto, el coste de consumo energético para cada una de las alternativas es el siguiente:

Tabla 42. Resumen de costes de energía por alternativa

	ENERGÍA TRACCIÓN		
ALTERNATIVA	**km anuales**	**precio unitario**	**importe anual**
Alternativas sin extensión			
Alternativa 1	855.495	0,55 €	470.522,14 €
Alternativa 2	894.555	0,55 €	492.005,11 €
Alternativa 3	929.267	0,55 €	511.096,73 €
Alternativa 4	890.207	0,55 €	489.613,75 €
Alternativas con extensión			
Alternativa 1A	981.015	0,55 €	539.557,98 €
Alternativa 2A	1.006.306	0,55 €	553.468,32 €
Alternativa 3A	1.041.018	0,55 €	572.559,94 €
Alternativa 4A	1.015.727	0,55 €	558.649,59 €

8.1.4. OTROS COSTES DIRECTOS

Se estiman unos costes directos de explotación no evaluados del 25% sobre los costes de mantenimiento y energía. Dicho ratio está basado en experiencias anteriores de operación tranviaria y corresponden a aquellas operaciones no pautadas y/o planificadas (imprevistos).

8.1.5. TOTAL COSTE DIRECTO

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, el coste directo de la operación y mantenimiento de cada alternativa es el siguiente:

Tabla 43. Resumen de costes directos de operación y mantenimiento por alternativa

ALTERNATIVA	RESUMEN					
	PERSONAL	MANTENIMIENTO	ENERGÍA	OTROS COSTES DIRECTOS	TOTAL COSTE DIRECTO O&M	CD POR KM
	€/año	€/año	€/año	€/año	€/año	€/km
Alternativas sin extensión						
Alternativa 1	4.120.000,00 €	2.164.401,82 €	470.522,14 €	658.730,99 €	7.413.654,95 €	8,67 €
Alternativa 2	3.880.000,00 €	2.263.223,50 €	492.005,11 €	688.807,15 €	7.324.035,76 €	8,19 €
Alternativa 3	3.880.000,00 €	2.351.044,94 €	511.096,73 €	715.535,42 €	7.457.677,08 €	8,03 €
Alternativa 4	4.120.000,00 €	2.252.223,26 €	489.613,75 €	685.459,25 €	7.547.296,27 €	8,48 €
Alternativas con extensión						
Alternativa 1A	4.600.000,00 €	2.481.966,69 €	539.557,98 €	755.381,17 €	8.376.905,83 €	8,54 €
Alternativa 2A	4.360.000,00 €	2.545.954,28 €	553.468,32 €	774.855,65 €	8.234.278,25 €	8,18 €
Alternativa 3A	4.360.000,00 €	2.633.775,72 €	572.559,94 €	801.583,91 €	8.367.919,57 €	8,04 €
Alternativa 4A	4.600.000,00 €	2.569.788,13 €	558.649,59 €	782.109,43 €	8.510.547,15 €	8,38 €

8.2. COSTE INDIRECTO

Se estima un coste indirecto similar en cada grupo de alternativas, correspondiente al 15% del coste directo promedio de las alternativas del grupo, evaluado en 1.115.349,90 € anuales en el caso de las alternativas sin extensión, y 1.255.861,91 € anuales para las alternativas con extensión.

8.3. OTROS COSTES DURANTE LA FASE DE EXPLOTACIÓN

Adicionalmente se prevé durante la explotación unos costes de asistencia técnica evaluados en un 2% del coste promedio de las alternativas del grupo, evaluado en 171.020,32 € anuales en el caso de las alternativas sin extensión y 192.565,49 € anuales para las alternativas con extensión.

8.4. TOTAL COSTES DURANTE LA FASE DE EXPLOTACIÓN

De acuerdo con lo expuesto anteriormente los costes durante la fase de explotación para cada una de las alternativas, antes de la aplicación del impuesto sobre el valor añadido (I.V.A.), son los siguientes:

Tabla 44. Resumen de costes durante la fase de explotación por alternativa

ALTERNATIVA	RESUMEN					
	TOTAL COSTE DIRECTO O&M	TOTAL COSTE INDIRECTO O&M	TOTAL COSTE O&M	COSTE ASIST. TÉCNICA	TOTAL COSTE EXPLOTACIÓN	COSTE POR KM
	€/año	€/año	€/año	€/año	€/año	€/km
Alternativas sin extensión						
Alternativa 1	7.413.654,95 €	1.115.349,90 €	8.529.004,85 €	171.020,32 €	8.700.025,17 €	10,17 €
Alternativa 2	7.324.035,76 €	1.115.349,90 €	8.439.385,66 €	171.020,32 €	8.610.405,98 €	9,63 €
Alternativa 3	7.457.677,08 €	1.115.349,90 €	8.573.026,98 €	171.020,32 €	8.744.047,30 €	9,41 €
Alternativa 4	7.547.296,27 €	1.115.349,90 €	8.662.646,17 €	171.020,32 €	8.833.666,49 €	9,92 €
Alternativas con extensión						
Alternativa 1A	8.376.905,83 €	1.255.861,91 €	9.632.767,74 €	192.565,49 €	9.825.333,23 €	10,02 €
Alternativa 2A	8.234.278,25 €	1.255.861,91 €	9.490.140,16 €	192.565,49 €	9.682.705,65 €	9,62 €
Alternativa 3A	8.367.919,57 €	1.255.861,91 €	9.623.781,47 €	192.565,49 €	9.816.346,97 €	9,43 €
Alternativa 4A	8.510.547,15 €	1.255.861,91 €	9.766.409,06 €	192.565,49 €	9.958.974,55 €	9,80 €