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

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

ANTEPROYECTO

Anejo nº23. Plan de Explotación

Zaragoza, marzo de 2019

IDOM TYPSA

ÍNDICE

1. OBJETO Y ALCANCE 7
2. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA INFRAESTRUCTURA 8
3. DEMANDA 8
4. PROPUESTA DE OPERACIÓN 9
4.1. DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL SERVICIO 9
4.2. MODELIZACIÓN 10
4.2.1. Frecuencia 11
4.2.2. Tiempo en paradas 12
4.2.3. Tiempo en itinerario 13
4.2.4. Tiempo en cabecera 15
4.2.5. Tiempo del ciclo completo 16
5. CÁLCULO Y EVOLUCIÓN DE LA FLOTA 17
6. INCORPORACIÓN DE VEHÍCULOS A LA LÍNEA 18
7. CONDICIONANTES DE EXPLOTACIÓN POR EL CRUCE CON LA LÍNEA 1 DEL TRANVÍA DE ZARAGOZA 18
7.1. ESCENARIO 1: TRANVÍAS LLEGAN AL CRUCE SEGÚN HORARIO PREVISTO 18
7.2. ESCENARIO 2: RETRASOS EN LAS LÍNEAS 19
7.3. CONCLUSIONES 19
8. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO 20
8.1. TIPOS DE MANTENIMIENTO 20
8.1.1. Mantenimiento preventivo 20
8.1.2. Grandes revisiones y renovaciones 20
8.1.3. Mantenimiento correctivo 20
8.1.4. Vandalismo y accidentes 20
8.1.5. Limpieza 21
8.2. DIMENSIONAMIENTO DE TALLERES Y COCHERAS 21
8.2.1. Operaciones de mantenimiento 21
8.2.2. Áreas de talleres y cocheras 23
8.3. MANTENIMIENTO DE VÍA 24
8.3.1. Auscultaciones 24
8.3.2. Mantenimiento preventivo 25
8.4. MANTENIMIENTO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS 26
8.4.1. Instalaciones objeto de mantenimiento 26
8.4.2. Medios humanos 26
8.4.3. Mantenimiento preventivo 26
8.4.4. Mantenimiento correctivo 26
8.5. MANTENIMIENTO DE SISTEMAS 26
8.5.1. Señalización tranviaria 26
8.5.2. Señalización viaria 27
8.5.3. Comunicaciones 27
8.6. DIMENSIONAMIENTO DEL PERSONAL 28

8.6.1. Personal de mantenimiento del material móvil ... 28
8.6.2. Agentes de tranvía ... 29
8.6.3. Puesto de mando ... 29
8.6.4. Personal de mantenimiento de las instalaciones fijas ... 29
8.6.5. Personal auxiliar ... 29
8.6.6. Resumen necesidades de personal ... 29
9. COSTES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ... 30
9.1. COSTE DIRECTO ... 30
9.1.1. Coste de personal ... 30
9.1.2. Coste de mantenimiento ... 30
9.1.3. Coste de energía ... 30
9.1.4. Otros costes directos ... 31
9.1.5. Total coste directo ... 31
9.2. COSTE INDIRECTO ... 31
9.3. OTROS COSTES DURANTE LA FASE DE EXPLOTACIÓN ... 31
9.4. TOTAL COSTES DURANTE LA FASE DE EXPLOTACIÓN ... 32
10. PROGRAMA DE GESTIÓN DE LA OPERACIÓN ... 33
10.1. ORGANIGRAMA FUNCIONAL ... 33
10.1.1. Gerencia de explotación ... 33
10.1.2. Área de administración y finanzas ... 33
10.1.3. Marketing y comunicaciones ... 33
10.1.4. Área de operaciones ... 34
10.1.5. Área de mantenimiento ... 34
10.2. CONTRATACIÓN Y FORMACIÓN INICIAL ... 34
10.2.1. Formación inicial ... 34
10.2.2. Formación de los conductores ... 35
10.2.3. Estrategia de formación continua ... 35
11. PLAN DE SEGURIDAD DE LA OPERACIÓN ... 36
11.1. REGLAMENTO PARA LA CIRCULACIÓN ... 36
11.1.1. Introducción ... 36
11.1.2. Procedimiento para circulación sin sistema de señalización ... 37
11.1.3. Normativa para la realización de trabajos y maniobras de corte y reposición de tensión ... 37
11.1.4. Procedimiento de acceso a la plataforma de vía durante el servicio ... 37
11.1.5. Procedimiento de acceso a la zona de lavado ... 37
11.2. FORMACIÓN EN SEGURIDAD ... 37
11.3. AUTOPROTECCIÓN DE LA RED ... 37
11.4. EVALUACIÓN DE RIESGOS ... 40
11.4.1. Introducción ... 40
11.4.2. Riesgos ordinarios ... 40
11.4.3. Riesgos deliberados ... 42
11.5. PLAN DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA DE LOS VIAJEROS ... 42
11.6. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO ... 43
11.6.1. Política de Prevención de Riesgos Laborales ... 43
11.6.2. Desarrollo del Plan de Prevención: ... 44
11.6.3. Formación en Riesgos Laborales ... 44
12. PLAN DE ATENCIÓN Y SERVICIOS A LOS USUARIOS ... 45
12.1. INTRODUCCIÓN ... 45
12.2. PLAN DE PROMOCIÓN DEL SERVICIO ... 45
12.3. SISTEMA INTEGRAL DE INFORMACIÓN Y ATENCIÓN AL CLIENTE: ... 45

13. PLAN DE CALIDAD 46

13.1. PLANIFICACIÓN DE CALIDAD 47

ANEXO 1: MALLAS HORARIAS DE LA LÍNEA ESTE-OESTE EN HORA PUNTA 48

ANEXO 2: MALLAS HORARIAS DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 EN EL CRUCE. ESCENARIO 1 . 51

ANEXO 3: MALLAS HORARIAS DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 EN EL CRUCE. ESCENARIO 2 . 56

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Esquema de vías 10

Ilustración 2. Tiempo cabecera mínimo con doble diagonal antes de la parada 15

Ilustración 3. Tiempo en cabecera 15

Ilustración 4. Tiempo en cabecera mínimo con doble diagonal después de la parada 16

Ilustración 5. Fases del servicio de antención al usuario 45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados del modelo de demanda Año 4 8
Tabla 2. Proyecciones de demanda. % sobre demanda calculada 9
Tabla 3. Frecuencias en horario de invierno 11
Tabla 4. Frecuencias en horario de julio 11
Tabla 5. Frecuencias en horario de agosto 11
Tabla 6. Frecuencias en horario de Navidad y festivos de apertura de comercios 12
Tabla 7. Frecuencias en Fiestas del Pilar 12
Tabla 8. Tiempo recorrido. Avda. Manuel Rodríguez Ayuso - Compromiso de Caspe 13
Tabla 9. Tiempo recorrido. Compromiso de Caspe - Avda. Manuel Rodríguez Ayuso 13
Tabla 10. Tiempo recorrido. Los Enlaces - San José 14
Tabla 11. Tiempo recorrido. San José – Los Enlaces 14
Tabla 12. Tiempos de regulación en cabeceras 16
Tabla 13. Tiempo de ciclo completo por alternativa y servicio 16
Tabla 14. Cálculo de Flota. Año 4 17
Tabla 15. Cálculo de Flota. Año horizonte 17
Tabla 16. Distribución de los retrasos 19
Tabla 17. Operaciones de mantenimiento 21
Tabla 18. Cadencia de mantenimiento 22
Tabla 19. Número de intervenciones de mantenimiento anuales 23
Tabla 20. Porcentaje de mantenimiento en taller 23
Tabla 21. Cálculo de vías necesarias 23
Tabla 22. Carga anual de trabajo en taller 28
Tabla 23. Personal de mantenimiento de material móvil 28
Tabla 24. Resumen dimensionamiento del personal 29
Tabla 25. Resumen de costes de personal 30
Tabla 26. Resumen de evaluación costes de mantenimiento-material por km recorrido 30
Tabla 27. Resumen de costes de mantenimiento-material 30
Tabla 28. Resumen de costes de energía 31
Tabla 29. Resumen de costes directos de operación y mantenimiento 31
Tabla 30. Resumen de costes durante la fase de explotación 32

1. OBJETO Y ALCANCE

El objeto del presente documento es llevar a cabo un plan de operación de la futura línea este-oeste del tranvía de Zaragoza, así como estimar los costes correspondientes a la operación y mantenimiento. El estudio se ha efectuado a partir del análisis de los datos obtenidos en el estudio de demanda, y ha tenido en cuenta las características de la línea 1 del tranvía, así como las posibles afecciones del cruce entre las dos líneas tranviarias a la explotación de la línea 2.

Adicionalmente, se desarrollan las directrices del programa de gestión de la operación, el plan de seguridad de la operación, el plan de atención y servicios a los usuarios y el plan de calidad.

2. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA INFRAESTRUCTURA

A fin de simplificar la comprensión del documento, se efectúa a continuación un resumen con la descripción básica de la infraestructura.

La línea este – oeste comienza en la avenida de Manuel Rodríguez Ayuso, en la glorieta de intersección con la calle Ibón de plan, discurriendo por dicha avenida hasta la glorieta de Los Enlaces, continuando por la avenida de Madrid, girando hacia el norte por la calle Rioja, para girar de nuevo hacia el oeste por la avenida de Navarra. Incorporándose de nuevo a la avenida de Madrid, cruza la plaza de la Ciudadanía hacia la calle Escribá de Balaguer, para posteriormente discurrir por el paseo de María Agustín, el paseo Pamplona y la plaza de Basilio Paraíso. En dicho punto la se produce el cruce con la línea 1 del tranvía, para a continuación incorporarse al paseo de la Constitución, paseo de la Mina y calle Miguel Servet.

Tras el cruce del camino de las Torres, el trazado se bifurca en dos ramales. El primero se dirige hacia el barrio de las Fuentes por la calle Compromiso de Caspe (y retorno por Rodrigo Rebolledo); y el segundo hacia el barrio de San José, discurriendo por la avenida de San José hasta el Canal Imperial de Aragón.

Desde el punto de vista de la explotación, la línea tiene un tramo común desde Los Enlaces hasta la calle Miguel Servet (4,8 km), con una extensión de 1,8 km desde Los Enlaces hacia Valdefierro, dividiéndose en dos ramales de 1,5 km (Compromiso de Caspe) y de 2,0 km de longitud (Ramal San José).

El número total de paradas es de 21, con una distancia media interparadas de aproximadamente 480 metros.

3. DEMANDA

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 son los siguientes:

Tabla 1. Resultados del modelo de demanda Año 4

	VEH. PRIVADO	BUS	TANVÍA L1	TRANVÍA L2
DEMANDA (trayectos año)	263.430.794	73.468.226	30.120.169	19.610.312
RECORRIDO (km/año)	887.100.842	15.017.215	1.337.213	1.038.649

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 este-oeste 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:

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

Tabla 2. 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%

4. PROPUESTA DE OPERACIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL SERVICIO

Tal y como se ha descrito en documentos anteriores, la línea este-oeste del tranvía de Zaragoza es una línea de doble sentido, con un tramo común y dos ramales, en la que están previstas un total de 21 paradas 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 compartidos con otras líneas.

La elección de este modelo de explotación es debido a la tipología del tranvía urbano, en superficie sin túneles ni viaductos y con gran interacción tranvía - peatón y vehículos rodados, lo que hace recomendable que la elección del tipo de explotación sea marcha a la vista, donde 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.

Para adecuar la oferta a la demanda, y optimizar la flota y los kilómetros recorridos, se define una explotación con dos servicios distintos:

- Los Enlaces – Paseo del Canal
- Avenida Manuel Rodríguez Ayuso – Compromiso de Caspe

Se muestra a continuación la disposicion de los aparatos de vía. Se dispone de doble diagonal delante de la paradas terminales de Avenida Manuel Rodríguez Ayuso y San José. En Los Enlaces se dispone de un culatón entre ambas vías para que el vehículo procedente del ramal de San José pueda parar el tiempo de regulación necesario y realizar el cambio de sentido,

dejando así la otras dos vía libres para permitir el paso de los vehículos de la línea Compromiso de Caspe - Avenida de Manuel Rodríguez Ayuso. Mediante esta disposición y la operación propuesta (ver diagrama de marcha y tiempos de itinerario), resulta posible disponer del tiempo de regulación necesario en la parada de Los Enlaces sin interferir en la operación del servicio de San José.

Se disponen también escapes colocados en sentido inverso a la marcha en distintos puntos estatégicos del trazado, con el objetivo de posibilitar la operación degradada en caso de algún incidente / acontecimiento en algún punto del trazado.

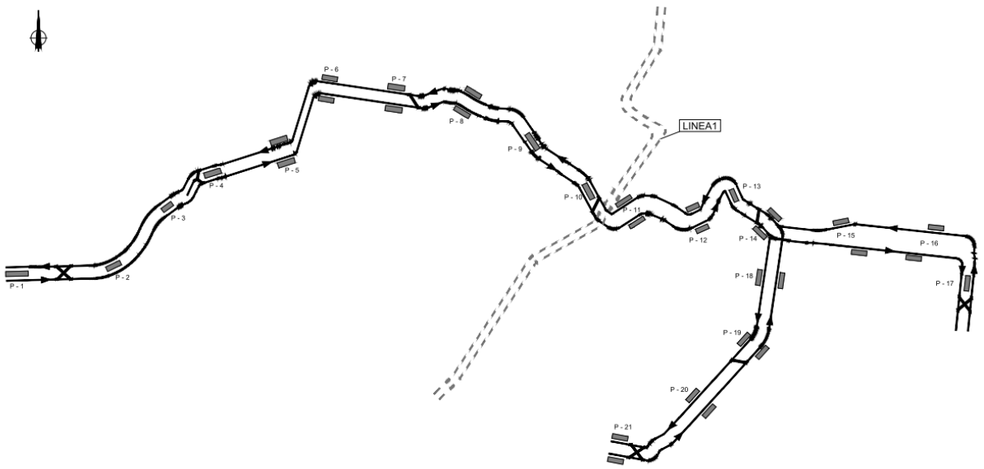


Ilustración 1. Esquema de vías

4.2. MODELIZACIÓN

A través del programa "Opentrack" se ha desarrollado 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. 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.

Para poder tomar como válidos los datos obtenidos de este programa, se calibra el mismo con un factor corrector (real/simulado) de 1,15. 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) y se ha obtenido un coeficiente de relación que proporciona un dato más acertado a la marcha real.

Cabe resaltar que 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.

4.2.1. Frecuencia

La frecuencia de servicios ofrecida está basada, de acuerdo con las directrices establecidas por el Ayuntamiento de Zaragoza, en los datos de operación de la línea 1 y del servicio de autobuses actual, verificando posteriormente que los servicios ofrecidos satisfacen adecuadamente la demanda. 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, en hora punta de 5 minutos en el tramo común (desde Los Enlaces hasta la calle Miguel Servet), similar a línea 1, los que supone una frecuencia de 10 minutos por servicio en hora punta en los ramales de San José y Compromiso de Caspe, y en el tramo entre los Enlaces y la Avenida Manuel Rodríguez.

Se ha establecido una frecuencia mínima en los ramales de 20 minutos, por lo que la frecuencia mínima en el tramo común es de 10 minutos.

Los horarios y frecuencias considerados, similares a los horarios y frecuencias actuales de la línea 1, pero asegurando una frecuencia mínima de 20 minutos en los tamales, han sido los siguientes:

Tabla 3. 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	13:40	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

Tabla 4. 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	14:00	6 min	7,5 min	7,5 min	12 min	15 min	15 min
14:00	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	22:00	6 min	6,5 min	7,5 min	12 min	13 min	15 min
22:00	0:00	7,5 min	7,5 min	7,5 min	15 min	15 min	15 min

Tabla 5. 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	18:30	6,5 min	7,5 min	7,5 min	13 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	22:00	6,5 min	6,5 min	7,5 min	13 min	13 min	15 min
22:00	0:00	7,5 min	7,5 min	7,5 min	15 min	15 min	15 min

Tabla 6. 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 7. 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	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

4.2.2. Tiempo en paradas

Se considera el 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 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.

4.2.3. 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 el 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 factor de corrección (C=1,15) comentado anteriormente, necesarios para obtener el tiempo de itinerario real:

Tabla 8. Tiempo recorrido. Avda. Manuel Rodríguez Ayuso - Compromiso de Caspe

Avda. Manuel Rodríguez Ayuso - Compromiso de Caspe					
Desde	**Hasta**	**TIEMPO DE VIAJE (simulación)**	**TIEMPO (con factor de corrección)**	**TIEMPO PARADA**	**TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA**
P1	P2	0:01:20	0:01:32	0:00:00	0:01:32
P2	P3	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P3	P4	0:00:49	0:00:56	0:00:20	0:01:16
P4	P5	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P5	P6	0:01:05	0:01:15	0:00:20	0:01:35
P6	P7	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P7	P8	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P8	P9	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
P9	P10	0:01:01	0:01:10	0:00:20	0:01:30
P10	P11	0:00:48	0:00:55	0:00:20	0:01:15
P11	P12	0:01:01	0:01:10	0:00:20	0:01:30
P12	P13	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:18
P13	P14	0:00:44	0:00:51	0:00:20	0:01:11
P14	P15	0:01:08	0:01:18	0:00:20	0:01:38
P15	P16	0:00:46	0:00:53	0:00:20	0:01:13
P16	P17	0:01:09	0:01:19	0:00:20	0:01:39
TIEMPO TOTAL		0:15:45	0:18:07	0:05:00	0:23:07
Velocidad comercial neta(km/h)		20,25			

Tabla 9. Tiempo recorrido. Compromiso de Caspe - Avda. Manuel Rodríguez Ayuso

Compromiso de Caspe - Avda. Manuel Rodríguez Ayuso					
Desde	**Hasta**	**TIEMPO DE VIAJE (simulación)**	**TIEMPO (con factor de corrección)**	**TIEMPO PARADA**	**TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA**
P17	P16	0:00:49	0:00:56	0:00:00	0:00:56
P16	P15	0:01:07	0:01:17	0:00:20	0:01:37
P15	P14	0:00:59	0:01:08	0:00:20	0:01:28
P14	P13	0:00:43	0:00:49	0:00:20	0:01:09
P13	P12	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:18
P12	P11	0:01:01	0:01:10	0:00:20	0:01:30
P11	P10	0:00:47	0:00:54	0:00:20	0:01:14
P10	P9	0:01:01	0:01:10	0:00:20	0:01:30
P9	P8	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P8	P7	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P7	P6	0:01:00	0:01:09	0:00:20	0:01:29
P6	P5	0:01:32	0:01:46	0:00:20	0:02:06
P5	P4	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P4	P3	0:00:49	0:00:56	0:00:20	0:01:16
P3	P2	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P2	P1	0:01:11	0:01:22	0:00:20	0:01:42
TIEMPO TOTAL		0:15:42	0:18:03	0:05:00	0:23:03
Velocidad comercial neta (km/h)		20,30			

Tabla 10. Tiempo recorrido. Los Enlaces - San José

Los Enlaces - San José					
Desde	**Hasta**	**TIEMPO DE VIAJE (simulación)**	**TIEMPO (con factor de corrección)**	**TIEMPO PARADA**	**TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA**
P4	P5	0:01:03	0:01:12	0:00:00	0:01:12
P5	P6	0:01:05	0:01:15	0:00:20	0:01:35
P6	P7	0:01:12	0:01:23	0:00:20	0:01:43
P7	P8	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P8	P9	0:00:57	0:01:06	0:00:20	0:01:26
P9	P10	0:01:01	0:01:10	0:00:20	0:01:30
P10	P11	0:00:48	0:00:55	0:00:20	0:01:15
P11	P12	0:01:01	0:01:10	0:00:20	0:01:30
P12	P13	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:18
P13	P14	0:00:42	0:00:48	0:00:20	0:01:08
P14	P18	0:00:47	0:00:54	0:00:20	0:01:14
P18	P19	0:00:52	0:01:00	0:00:20	0:01:20
P19	P20	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P20	P21	0:01:15	0:01:26	0:00:20	0:01:46
TIEMPO TOTAL		0:13:30	0:15:32	0:04:20	0:19:52
Velocidad comercial neta (km/h)					20,24

Tabla 11. Tiempo recorrido. San José – Los Enlaces

San José - Los Enlaces					
Desde	**Hasta**	**TIEMPO DE VIAJE (simulación)**	**TIEMPO (con factor de corrección)**	**TIEMPO PARADA**	**TIEMPO DE VIAJE + TIEMPO DE PARADA**
P21	P20	0:01:07	0:01:17	0:00:00	0:01:17
P20	P19	0:01:02	0:01:11	0:00:20	0:01:31
P19	P18	0:00:53	0:01:01	0:00:20	0:01:21
P18	P14	0:00:46	0:00:53	0:00:20	0:01:13
P14	P13	0:00:43	0:00:49	0:00:20	0:01:09
P13	P12	0:00:50	0:00:58	0:00:20	0:01:18
P12	P11	0:01:01	0:01:10	0:00:20	0:01:30
P11	P10	0:00:47	0:00:54	0:00:20	0:01:14
P10	P9	0:01:01	0:01:10	0:00:20	0:01:30
P9	P8	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
P8	P7	0:00:55	0:01:03	0:00:20	0:01:23
P7	P6	0:01:00	0:01:09	0:00:20	0:01:29
P6	P5	0:01:32	0:01:46	0:00:20	0:02:06
P5	P4	0:00:58	0:01:07	0:00:20	0:01:27
TIEMPO TOTAL		0:13:33	0:15:35	0:04:20	0:19:55
Velocidad comercial neta (km/h)					20,18

Se obtienen velocidades comerciales netas, es decir, contando el tiempo en paradas, pero no el tiempo en cabeceras, de alrededor de 20 km/h. Estos valores se consideran razonables teniendo en cuenta la velocidad comercial de la Línea 1 del Tranvía de Zaragoza (aproximadamente 19 km/h) y la experiencia en otros proyectos de características similares.

4.2.4. 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.

4.2.4.1. Doble diagonal antes de la parada

Esta situación se produce en la última parada de Avenida de Manuel Rodríguez Ayuso, en Los Enlaces y en la última parada del ramal a San José.

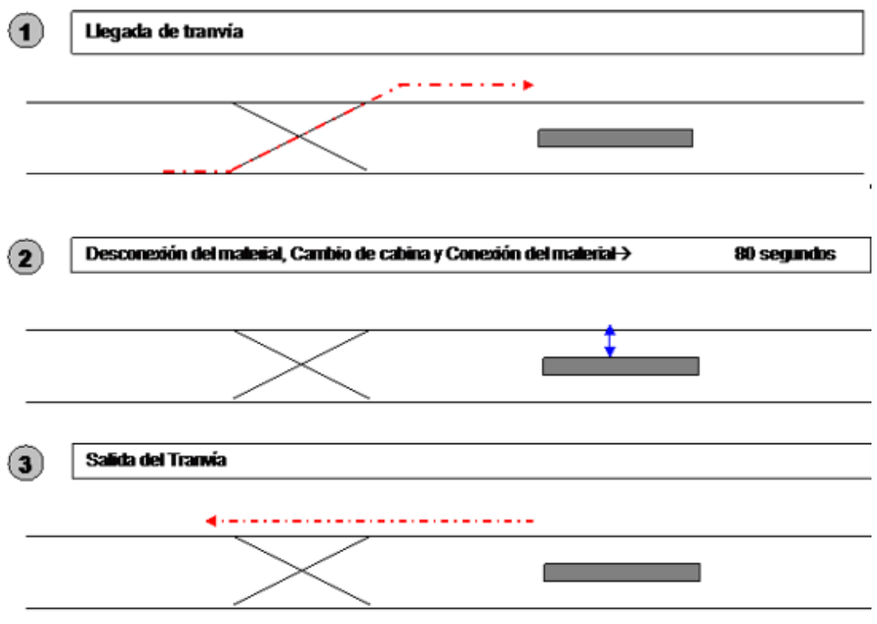


Ilustración 2. Tiempo cabecera mínimo con doble diagonal antes de la parada

El tiempo de cabecera mínimo en este caso es de 80 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:

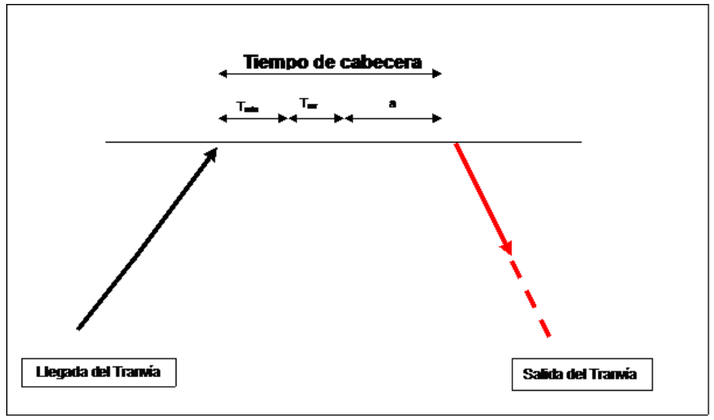


Ilustración 3. Tiempo en cabecera

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 (2 minutos)

Tc tiempo total dado por el gráfico en cabecera.

Es decir, en este caso el tiempo mínimo de cabecera en todos los extremos de la línea con esta disposición debe ser superior a 4 minutos y 20 segundos.

4.2.4.2. Doble diagonal después de la parada

En la parada terminal del Ramal de Compromiso de Caspe se dispone de una doble diagonal después de la parada.

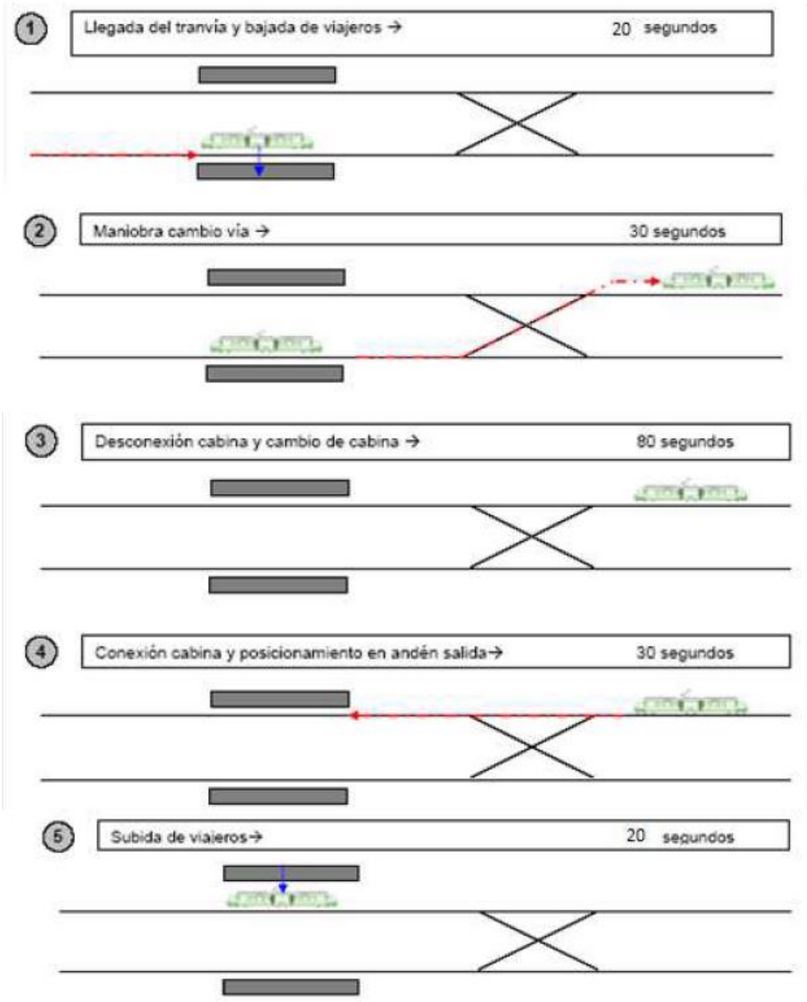


Ilustración 4. Tiempo en cabecera mínimo con doble diagonal después de la parada

En este caso, el tiempo de cabecera mínimo es de 180 segundos, es decir, 3 minutos. A este tiempo habría que añadirle un margen para absorber posibles retrasos, por lo que el tiempo mínimo total en la cabecera de Compromiso de Caspe debería de ser de 5 minutos.

4.2.4.3. Resumen de tiempos en cabeceras

A continuación, se muestran los tiempos en cabecera propuestos para cada terminal de la línea este-oeste:

Tabla 12. Tiempos de regulación en cabeceras

Avda. Manuel Rodríguez Ayuso - Compromiso de Caspe		**Los Enlaces - San José**	
Avda. Manuel Rodríguez Ayuso	Compromiso de Caspe	Los Enlaces	San José
0:06:44	0:07:06	0:05:54	0:04:20

4.2.5. 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 13. Tiempo de ciclo completo por alternativa y servicio

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

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

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 los ramales de San José y Compromiso de Caspe, así como en el tramo entre Los Enlaces y la Avenida Manuel Rodríguez Ayuso.

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)

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. El resultado es que son necesarios 11 tranvías para la explotación, de los cuales 6 se corresponden a los servicios entre Avenida Manuel Rodríguez Ayuso y Compromiso de Caspe y 5 vehículos para el servicio entre Los Enlaces y San José. Además, se consideran 2 vehículos adicionales para reserva y mantenimiento (1 de reserva y 1 de mantenimiento).

Los resultados obtenidos, incluyendo los vehículos de reserva, se muestran en las siguientes tablas. Para el cálculo de los kilómetros recorridos se ha estimado un 5% adicional de kilómetros por ajuste de horarios y se han estimado los kilómetros en vacío provocados por los viajes a cocheras.

La demanda del 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 14. Cálculo de Flota. Año 4

AÑO 4		
nº tranvías	**km anuales**	**Ocupación tramo más cargado**
13	1.038.649	54,4%

Tabla 15. Cálculo de Flota. Año horizonte

AÑO HORIZONTE		
nº tranvías	**km anuales**	**Ocupación tramo más cargado**
13	1.038.649	63,5%

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

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

6. INCORPORACIÓN DE VEHÍCULOS A LA LÍNEA

Se ha realizado anteriormente en el presente documento el cálculo y evolución de la flota teniendo en consideración el horario de funcionamiento, las frecuencias, el tiempo de recorrido, número de paradas y la velocidad comercial. Con todo ello, se obtiene que serán necesarios 13 tranvías de 32 metros, dos de ellos de reserva y mantenimiento, y capacidad de carga 3,5 pas/m$^{2.}$

Para garantizar el correcto funcionamiento y el mejor cumplimiento de horarios y frecuencias establecidos, se definen los siguientes puntos a la hora de gestionar la incorporación de vehículos a la línea:

- A primera hora de la mañana, previo al horario de inicio del servicio, saldrán los trenes necesarios en vacío para estar posicionados en las cabeceras de Avenida Manuel Rodríguez Ayuso, Los Enlaces y Paseo del Canal a la hora de inicio del servicio. Estos kilómetros ya están contemplados en el cálculo de kilómetros anuales realizado previamente en el presente documento, incluido a la hora del cálculo en el 5% de incremento por ajuste horario y en el cálculo de km extras por viajes a cocheras. El resto de las unidades, a primera hora de la mañana, iniciarán su marcha comercial desde la primera parada que se encuentren al salir de cocheras. Durante el recorrido, el tranvía efectuará cuantas paradas estén prescritas, con normalidad, hasta llegar a una de las cabeceras.

- Al entrar en una nueva franja horaria que suponga una menor frecuencia, esta deberá garantizarse en todas las paradas.

- Durante el día, en los momentos de incremento de la frecuencia, se dirigirán los vehículos que sean necesarios a las cabeceras de Avenida Manuel Rodríguez Ayuso, Los Enlaces y Paseo del Canal, de manera que estén posicionados a la hora de salida de sus correspondientes servicios. Los vehículos que se dirijan desde cocheras a la cabecera de la Avda. Manuel Rodríguez Ayuso o a Los Enlaces, iniciarán su marcha comercial desde la primera parada que se encuentren al salir de cocheras para aprovechar así el trayecto para ofrecer servicios. Los vehículos que se dirijan desde cocheras a Paseo del Canal circularán en marcha en vacío dado que este recorrido no es un recorrido de explotación.

- En los momentos de reducción de la frecuencia, a lo largo del día, aquellos vehículos que realicen el recorrido Avda. Manuel Rodríguez Ayuso – Compromiso de Caspe terminarán la explotación en la última parada antes de cocheras, mientras que aquellos que lleguen al Paseo del Canal circularán en vacío desde esta parada hasta las cocheras.

- La regulación de tiempos para cumplir los horarios establecidos se realiza en las cabeceras.

7. CONDICIONANTES DE EXPLOTACIÓN POR EL CRUCE CON LA LÍNEA 1 DEL TRANVÍA DE ZARAGOZA

Un condicionante importante de la operación es el cruce entre las líneas 1 y 2 del tranvía de Zaragoza, especialmente en hora punta, con ambas líneas con frecuencias de 5 minutos. Para realizar el análisis de la afección de este cruce 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 este-oeste, todo ello para la hora punta.

A partir de los horarios de la línea 1 del tranvía, se analizan las interferencias producidas por el cruce de las líneas 1 y 2 para frecuencias de 5 minutos. Se ha realizado una simulación del cruce con OpenTrack, considerando en todo momento prioridad en el cruce para la línea 1. De hecho, se define el cruce de tal manera que la línea 1 no tenga que verse obligada a parar en ningún caso. Los principales parámetros relativos a la simulación se definen igual a como se han definido para la simulación de la línea este-oeste completa. El objetivo de la simulación es obtener las mallas horarias para ambas líneas en las inmediaciones del cruce (ver anexos 2 y 3) y el máximo tiempo de espera de los tranvías de la línea este-oeste en el cruce.

Se realizan simulaciones bajo distintos escenarios de cara a evaluar distintas situaciones que podrían darse en la realidad:

7.1. ESCENARIO 1: TRANVÍAS LLEGAN AL CRUCE SEGÚN HORARIO PREVISTO

Se ejecuta inicialmente un escenario en el que los vehículos llegan al cruce según el horario previsto, sin retrasos.

En este escenario, con frecuencias de 5 minutos para ambas líneas, resulta factible coordinar los horarios de tal manera que ninguna de las dos líneas tenga que esperar en el cruce (ver anexo 2).

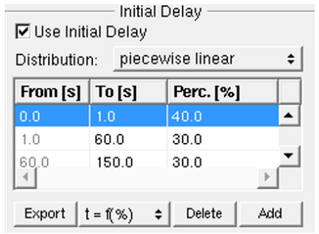
Manteniendo la hipótesis de que los vehículos lleguen al cruce según el horario previsto, pero reduciendo las frecuencias a 4 minutos en ambas líneas, es posible cuadrar los horarios de forma que la línea 1 no tenga que esperar en el cruce y la línea este-oeste sólo se vea afectada en algunos servicios (alrededor de un 10%), y con esperas máximas en el cruce de hasta 1 minuto.

7.2. ESCENARIO 2: RETRASOS EN LAS LÍNEAS

En el segundo escenario de simulación se evalúan las afecciones en el cruce en el caso de que se produzcan retrasos en ambas líneas, es decir, que algunos vehículos lleguen al cruce más tarde que el horario previsto.

Esta situación, que perfectamente puede producirse en la realidad, es imprevisible. Para este escenario se ha definido un retraso medio de 1 minuto y la siguiente distribución de los retrasos, fijándose el retraso máximo en 2,5 minutos:

Tabla 16. Distribución de los retrasos



Dado que los retrasos son impredecibles, se han realizado distintas simulaciones con distintas semillas (“delay scenarios”) para capturar la variabilidad de éstos. Se mantiene en este escenario la condición de que la línea 1 tiene prioridad en todo momento sobre la línea este-oeste y que la primera no debe ver afectada su operación por el cruce.

Los resultados de las simulaciones en este segundo escenario con frecuencias de 5 minutos muestran paradas en el cruce para alguno de los servicios, alcanzando los 2,5 minutos en servicios puntuales (ver anexo 3).

Se realiza también una simulación del segundo escenario, con la misma distribución de los retrasos, pero con frecuencias de 4 minutos. Bajo estas condiciones las afecciones son relevantes, pudiendo llegar a verse afectada también la línea 1, y sobre todo presentando la línea este-oeste continuas paradas en el cruce de hasta 3 minutos, por lo que algunos servicios casi serían alcanzados por los siguientes (ver anexo 3).

7.3. CONCLUSIONES

De esta manera, como se puede observar en las mallas resultado de las simulaciones del cruce en los anexos 2 y 3, no se producen en la línea este-oeste retrasos importantes por el cruce de ambas líneas (tanto para frecuencias de 5 así como para 4 minutos) si los trenes cumplen horarios, y tampoco se producen afecciones importantes por el cruce, aunque el escenario incluya retrasos, si las frecuencias son de 5 minutos en ambas líneas. En este escenario con retrasos, sin embargo, reducir la frecuencia a 4 minutos puede llegar a suponer retrasos de hasta 3 minutos.

Debe indicarse que las mallas consideradas son teóricas, y no se obtendrán datos reales y fehacientes hasta que no se inicie la explotación del tranvía.

8. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

El objetivo básico del mantenimiento es ofrecer al prestador del servicio el nivel de funcionamiento del sistema que le permita alcanzar sus objetivos comerciales, garantizando, en todo momento, la seguridad de funcionamiento. Los servicios prestados deberán garantizar:

- La conservación del sistema tranviario en buen estado de funcionamiento y en unas condiciones que ofrezcan seguridad a los usuarios.
- El mantenimiento de los índices del servicio del sistema.

La filosofía de mantenimiento consiste en buscar en todo momento la prevención y reducción de las probabilidades de fallo. El análisis y el seguimiento de los equipos del sistema tranviario, mediante un sistema informático de gestión, permitirán optimizar los procedimientos de mantenimiento.

8.1. TIPOS DE MANTENIMIENTO

8.1.1. Mantenimiento preventivo

Es el mantenimiento efectuado con la intención de reducir la probabilidad de avería de un sistema o de un equipo. Se distinguen dos tipos de mantenimiento preventivo:

- El mantenimiento preventivo condicional, que se realiza en función de acontecimientos definidos por adelantado.
- El mantenimiento preventivo sistemático, que se realiza según un calendario de vencimientos establecidos según la duración del funcionamiento o del kilometraje recorrido.

Las operaciones de este tipo se ejecutarán por parte del mantenedor de manera compatible con la explotación del sistema, para poder asegurar el cumplimiento de las finalidades señaladas anteriormente.

El mantenimiento preventivo se iniciará según las prescripciones de los proveedores de los sistemas y después se adaptará por el mantenedor de común acuerdo con el operador.

8.1.2. Grandes revisiones y renovaciones

El mantenedor efectuará todas las operaciones de grandes revisiones y renovaciones necesarias para asegurar el cumplimiento de los índices de calidad.

8.1.3. Mantenimiento correctivo

Es el mantenimiento realizado en relación con una avería. Las averías pueden ser de diversos niveles, desde el simple incidente, invisible para los usuarios, hasta la parada total del sistema.

Se distinguen dos tipos de mantenimiento correctivo:

- El mantenimiento correctivo paliativo, que está destinado a permitir que un equipo complete provisionalmente toda o parte de su función.
- El mantenimiento correctivo curativo, que tiene por objeto restablecer un equipo o un estado que le permita cumplir con su función.

La organización del mantenimiento correctivo tendrá como objetivo garantizar la seguridad y limitar al máximo las perturbaciones que puedan afectar a los usuarios.

El mantenedor, podrá efectuar una intervención de mantenimiento correctivo paliativo durante el servicio comercial con la finalidad de reducir la interrupción y, posteriormente, se realizará una intervención de mantenimiento correctivo curativo. Las intervenciones de mantenimiento en línea se habrán de efectuar de acuerdo con el reglamento de operación.

El operador deberá detallar correctamente todas las anomalías observadas por los agentes de la operación, lo que servirá de base para las reparaciones que habrán de realizar.

Operador y mantenedor procederán, con carácter periódico, al examen de las incidencias que hayan producido en el sistema, con la finalidad de determinar a quién corresponde la responsabilidad de solucionarlas.

8.1.4. Vandalismo y accidentes

En caso de vandalismo o accidentes, el mantenedor acordará las formas de proceder con el fin de reducir al mínimo el impacto de los daños, reparando con la mayor urgencia posible cualquier defecto en esta materia.

8.1.5. Limpieza

La limpieza que se ha de llevar a cabo incluye:

- Limpieza interior de los tranvías, que se realizará en la nave de mantenimiento (llamaremos a esta limpieza de ahora en adelante limpieza diaria)
- Limpieza interior semanal profunda (ventanas, polvo en paredes y techo, etc.)
- Limpieza exterior de los tranvías, que se realizará en las instalaciones "ad hoc"
- Limpieza de las paradas, plataforma, talleres, etc.

Las limpiezas técnicas de cada equipo se incluyen dentro de las correspondientes rutinas de mantenimiento preventivo.

8.2. 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 y poder dimensionar las superficies necesarias para realizar la correcta explotación y mantenimiento de la línea este-oeste del tranvía de Zaragoza.El taller se dimensionará para realizar las intervenciones de mantenimiento preventivo y correctivo de las 13 unidades necesarias para dar servicio a la línea del tranvía.

8.2.1. 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 el tipo y la cadencia de las intervenciones las siguientes:

Tabla 17. 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

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	IS/P0	P1	P2	P3	P3/1	P3/2
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

Tabla 18. Cadencia de mantenimiento

	Tipo Intervención	km	Duración de las intervenciones (horas)
Preventivo	IS	2.500	3
	P0	5.000	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

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.

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.

Las intervenciones P3/P3-1/P3-2 se realizan cada 240.000 km - 360.000 km - 720.000 km. En esta intervención se efectúa el desmontaje los siguientes grandes equipos: bogies, compresores, pantógrafos y motores de tracción. En primer lugar habitualmente 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 la siguiente hipótesis:

- km recorridos anuales en el año horizonte: 1.038.649 km.

El número de intervenciones de mantenimiento previstas por año es la siguiente:

Tabla 19. Número de intervenciones de mantenimiento anuales

Tipo Intervención		Pasarela	Torno foso	Levante	Pintura	Total
Preventivo	IS	416				416
	P0	208				208
	P1	70				70
	P2	18				18
	P3	5				5
	P3/1			3		3
	P3/2			2		2
	TORNEADO		35			35
Correctivo	Pintura				175	175
	Pasarelas	210				210
	Levante			24		24
TOTAL		**927**	**35**	**29**	**175**	**1.166**

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 20. Porcentaje de mantenimiento en taller

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

8.2.2. 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.

8.2.2.1. 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 21. 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

8.2.2.2. Zonas Productivas

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.

Laboratorio eléctrico-electrónico

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

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.

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.

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.

8.2.2.3. 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.

8.2.2.4. Necesidad de superficie

Sumando las áreas correspondientes a vías de cocheras, vías de taller, playa de vías, urbanización exterior, accesos, áreas productivas y áreas auxiliares, se ha definido un área de implantación de los talleres y cocheras de 21.800 m^2. Contabilizando los accesos y otras ocupaciones derivadas del movimiento de tierras, el área de ocupación es de 33.070 m^2.

8.3. MANTENIMIENTO DE VÍA

Los trabajos a realizar tratan de asegurar un mantenimiento integral a las instalaciones de vía y obra civil del tranvía. Los trabajos de mantenimiento cubren los siguientes aspectos básicos: auscultaciones, mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.

8.3.1. Auscultaciones

Los aspectos que considerar serán:

- Auscultación de vía: se deberá auscultar todo el trazado de la vía a fin de detectar y controlar una serie de parámetros relativos al menos a desgaste de la vía en curva, desgaste de la vía en recta, estado de carril (suciedad en garganta etc.), geometría de vía, sujeciones a la plataforma tranviaria, soldaduras, corrugaciones y desgaste ondulatorio.

- Auscultación de desvíos: se deberá auscultar los aparatos de vía a fin de detectar y controlar una serie de parámetros relativos al menos a desgaste de los elementos mecánicos del desvío, apriete y holguras de elementos de los aparatos de vía, geometría de los desvíos, estado general de los desvíos (grasa, limpieza, etc.), cota de protección, funcionamiento correcto de los desvíos.

- Auscultación de obra civil: se deberá auscultar todo el trazado del tranvía sobre los aspectos de obra civil contemplando al menos el estado general plataforma tranviaria (fisuras, movimientos, suciedad etc.), el estado de drenajes de vía, estado de drenajes de aparatos de vía, estado de arquetas, estado de pavimentos, estado de elementos de urbanización la traza tranviaria (bordillos, bolardos etc.).

De las auscultaciones realizadas se rellenarán una serie de estadillos o formularios donde se plasman las operaciones realizadas y los resultados de las mismas con el fin de utilizarlos como seguimiento y base de la programación de las actividades de mantenimiento.

Las periodicidades o frecuencias de auscultación sugeridas son las siguientes:

- Auscultación de vía: trimestral

- Auscultación de desvíos: mensual

- Auscultación de obra civil: trimestral

8.3.2. Mantenimiento preventivo

Independiente de las actuaciones de control de la instalación de acuerdo a su estado, se realizarán una serie de operaciones de mantenimiento periódico sobre las instalaciones. Estas operaciones se realizarán con una periodicidad que en principio viene expresada en este documento pero que, de acuerdo a las circunstancias puede ser diferente (mayor o menor frecuencia). Las operaciones que realizar son:

8.3.2.1. Limpieza de garganta del carril y drenajes

Se deberán de programar revisiones del estado de la plataforma en el tranvía con una periodicidad de al menos una vez cada tres meses para determinar el estado por zonas. Las revisiones realizadas servirán para aumentar la cadencia o disminuir las operaciones de conservación, así como para comprobar otros aspectos ligados a la conservación de la plataforma.

En dichas revisiones trimestrales también se levantarán aleatoriamente una serie de arquetas de drenaje para comprobar el estado de las mismas. De esta forma se revisarán los drenajes con el mismo fin que en las revisiones de la garganta del carril.

Los aspectos relevantes de dichas revisiones se transmitirán con la finalidad de ajustar la cadencia de la limpieza y zonas donde se realice dicha limpieza.

Esta revisión se realizará en horario diurno por una o dos personas recorriendo a pie la traza con vía tranviaria objeto de esta actuación.

8.3.2.2. Limpieza completa de los aparatos de vía

Limpieza completa de aparatos de vía incluidos los elementos de la timonería y los accionamientos eléctricos o en su defecto los elementos de las agujas talonables. Se realizará esta operación sobre los desvíos tranviarios al menos una vez cada semana. En temporadas de lluvias se llevará a cabo con una frecuencia de dos veces por semana de acuerdo al estado de suciedad detectado. La frecuencia oscilará de los desvíos más o menos utilizados

8.3.2.3. Engrase de los elementos móviles

Engrase de los elementos móviles del desvío incluidos los accionamientos. Las periodicidades serán de una vez por semana. Las dos operaciones (limpieza y engrase de elementos móviles) se realizarán a la vez; es decir, una vez por semana a todos los desvíos y dos veces por semana si es necesario en temporada de lluvias.

8.3.2.4. Mantenimiento de los accionamientos

Dependiendo del tipo de accionamiento, las cadencias serán unas u otras respetando como mínimo las indicadas de referencia por los fabricantes de los accionamientos en los manuales de mantenimiento.

Por norma general las operaciones contempladas en periodos menores entre revisiones consisten en inspecciones generales del estado y funcionalidad de la instalación realizando ajustes básicos para verificar el buen estado de funcionamiento. Las operaciones ejecutadas con mayores periodos entre ellas son análisis al detalle del equipo in situ llegando a incluir sustitución de piezas desgastadas o conjuntos funcionales enteros que se desmontarán para su revisión en fábrica.

Las operaciones de mantenimiento son las señaladas por los fabricantes de los accionamientos en los manuales de mantenimiento específicos por cada tipo de accionamiento.

8.4. MANTENIMIENTO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS

8.4.1. Instalaciones objeto de mantenimiento

Las instalaciones de energía objeto de mantenimiento son las siguientes:

- Línea aérea
- Bloques técnicos
- Subestaciones
- Telemando de energía

8.4.2. Medios humanos

El personal asignado a los diferentes mantenimientos estará debidamente cualificado y con la necesaria experiencia para realizar trabajos encomendados. Todo trabajador estará validado como trabador autorizado y en concreto aquel que realice maniobras directas con instalaciones de energía estará adscrito como trabajador cualificado. Asimismo, es necesario que aquellos trabajadores que corten tensión en catenaria tengan la homologación de encargado de trabajos.

Para realizar trabajos en instalaciones eléctricas en subestaciones y bloques técnicos el número mínimo de personas será de dos mientras que el personal adscrito a catenaria (LAT) será de 3 personas (1 conductor maquinaria y 2 operarios).

8.4.3. Mantenimiento preventivo

Junto con el primer preventivo a las instalaciones se realizará un inventario exhaustivo de las instalaciones a mantener. Este inventario se integrará dentro del plan de mantenimiento y corregirá o completará los inventarios existentes.

La primera revisión del preventivo servirá además para la verificación del correcto funcionamiento de las instalaciones y en el caso contrario para corrección de las mismas de acuerdo a lo planteado en el pliego de especificaciones técnicas.

8.4.4. Mantenimiento correctivo

Se entiende por actuaciones de mantenimiento correctivo, todas aquellas actuaciones de reparación de instalaciones o todos aquellos mantenimientos no planificados a realizar a las instalaciones por cuestiones de un fallo en el servicio.

8.5. MANTENIMIENTO DE SISTEMAS

8.5.1. Señalización tranviaria

Dependiendo de la naturaleza de las instalaciones, las operaciones a realizar serán de uno u otro tipo.

Los elementos mínimos a comprobar en el mantenimiento preventivo son los siguientes:

- Señales luminosas. Cada 6 meses.
- Accionamientos eléctricos de aguja. Cada 2 meses.
- Comprobadores de posición de agujas. Cada 2 meses.
- Circuitos de vía. Cada 3 meses.
- Detectores de ejes. Cada 3 meses.
- Enclavamientos. Cada 6 meses.
- Bastidores de mando de enclavamientos. Cada 6 meses.
- Armario de mando de agujas. Cada 6 meses.
- Caja de mando local. Cada 6 meses.
- Caja de conexión y protección de catenaria. Cada 6 meses.
- Unidad IMU en vía y embarcadas. Cada 6 meses.
- Baterías. Cada 3 meses.

– Puesto central hardware y software SGT.

Todos los trabajos de campo se llevarán a cabo por una brigada compuesta por dos técnicos de mantenimiento siendo en ocasiones necesario asegurar los trabajos por tres técnicos de mantenimiento. Para trabajos en gabinete como puesto de mando o cuarto técnico basta con la presencia de un técnico.

Todos los trabajos que se realicen sobre instalaciones de seguridad han de ser previamente notificados al puesto de mando. Se notificará el estado en el que se toma la instalación previa a efectuar una revisión, así como el estado en el que se deja la instalación tras la revisión.

Todos aquellos trabajos cuya manipulación afecte a las instalaciones de seguridad de manera irreversible durante el periodo de circulación de tranvías se han de realizar en periodos nocturnos fuera de la circulación de tranvías. Únicamente se permite este tipo de actuaciones derivadas de una avería o malfuncionamiento.

8.5.2. Señalización viaria

Las operaciones de mantenimiento preventivo incluirán el soporte para la instalación de las modificaciones en el software, base de datos del sistema de regulación de los cruces, nuevas versiones mejoradas del programa de preferencia etc. Todas las revisiones que se realicen a las instalaciones se documentarán de acuerdo a los formularios, tablas o partes de revisiones.

Si durante el transcurso de las revisiones se detectasen fallos en la instalación (parámetros inadecuados, piezas estropeadas o deterioradas etc.) inmediatamente se corregirán los defectos aplicándose en estos casos lo establecido en el capítulo de mantenimiento correctivo.

Todos los trabajos de mantenimiento preventivo de las instalaciones de señalización viaria se realizarán en horario diurno en aquellos periodos donde no se dificulte al tráfico viario ni al tráfico tranviario. Si la realización de los trabajos supone una afección al tráfico tranviario se avisará previamente al puesto de mando para constancia de este.

En cuanto a mantenimiento correctivo, las actividades correspondientes son aquellas que tienen como fin la reparación de averías registradas en las instalaciones. A tal efecto, en el momento en el que se registre una avería por parte del Puesto de Mando se procederá a disponer los medios para la reparación de la misma.

8.5.3. Comunicaciones

Estas revisiones se realizarán a la totalidad de las instalaciones de comunicaciones y la cadencia de las mismas será como mínimo de una vez al año:

– Comprobación funcional de la instalación

– Limpieza de los equipos eliminando polvo y residuos exteriores

– Limpieza de discos duros

– Verificación de las configuraciones a nivel de equipos de campo

– Verificación de las configuraciones a nivel de servidores de gestión

– Apriete de bornas y tarjetas

– Actualización de versiones software de equipos de gestión

– Verificación de las versiones software o firmware de equipos de campo

– Análisis de históricos de alarmas y eventos en los equipos de gestión

– Medición de parámetros de funcionamiento en equipos de campo y confrontación de los mismos con valores de instalación

8.6. 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

8.6.1. Personal de mantenimiento del material móvil

De acuerdo con el número de intervenciones de mantenimiento previstas por año, la carga anual de trabajo en el taller en horas es la siguiente:

Tabla 22. Carga anual de trabajo en taller

	Tipo Intervención	Nº de Intervenciones al año	Duración de las intervenciones (horas)	Nº de trabajadores	Horas al año
Preventivo	IS	416	3	1	1.248
	P0	208	3	1	624
	P1	70	6	1	420
	P2	18	8	2	288
	P3	5	36	2	360
	P3/1	3	72	4	864
	P3/2	2	72	4	576
	TORNEADO	35	8	1	280
Correctivo	Pintura	175	6	2	2.100
	Pasarelas	210	6	3	3.780
	Levante	24	8	3	576
				TOTAL	**11.116**

Para realizar el cálculo del número de trabajadores necesarios para cumplir las 11.116 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 15.880 horas/año (11.116/0,7). Se suponen además 220 días laborables al año y turnos de 8 horas. La siguiente tabla muestra los resultados de la estimación:

Tabla 23. 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
11.116	70%	15.880	220*8=1.760	9

Según la estimación realizada serían necesarias ocho (9) 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 (12) personas.

8.6.2. Agentes de tranvía

Partiendo de que se realizan 69.624 circulaciones anuales (incluido un incremento del 5% por ajuste de horarios) y que para cada circulación se estima una hora de trayecto (ida y vuelta) para el servicio de Avenida Manuel Rodríguez Ayuso – Compromiso de Caspe y de 50 minutos para el servicio de Los Enlaces – San José, se estiman necesarios cincuenta (50) agentes de tranvía. Para el cálculo se han considerado las siguientes hipótesis:

- En un turno promedio se incluyen 6,5 horas de conducción.
- Un conductor trabaja 1.720 horas al año.
- Se considera un 8% de absentismo laboral.

8.6.3. Puesto de mando

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

8.6.4. 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 quince (15) personas de mantenimiento de instalaciones fijas.

8.6.5. 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 veinte (17) personas.

8.6.6. Resumen necesidades de personal

De acuerdo con lo expuesto anteriormente las necesidades de personal son las siguientes:

Tabla 24. Resumen dimensionamiento del personal

Puesto/Área		Nº Personas
Mantenimiento de Material Móvil	Jefe de Taller	*2*
	Mecánicos	*5*
	Eléctricos	*2*
	Tracción	*2*
	Administrativos	*1*
Total Mantenimiento de Material Móvil		**12**
Agentes Tranvía		**50**
Puesto de Mando		**9**
Personal de Mantenimiento de Instalaciones fijas		**15**
Personal auxiliar	Lavado unidades	*4*
	Limpieza instalaciones	*4*
	Inspectores	*5*
	Seguridad	*4*
Total Personal Auxiliar		**17**
TOTAL		**103**

9. 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

9.1. COSTE DIRECTO

9.1.1. Coste de personal

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

Tabla 25. Resumen de costes de personal

PERSONAL		
Cantidad	**Precio unitario**	**Importe anual**
103	40.000,00 €	4.120.000,00 €

9.1.2. Coste de mantenimiento

Para poder establecer estos costes, se ha realizado un análisis de cuáles son estas 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 26. Resumen de evaluación costes de mantenimiento-material por km recorrido

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 recorrido.

Por tanto, los costes de mantenimiento son los siguientes:

Tabla 27. Resumen de costes de mantenimiento-material

	MANTENIMIENTO-MATERIALES		MANTENIMIENTO-MATERIAL MÓVIL		TOTAL MANTENIMIENTO
km anuales	**precio unitario**	**importe anual**	**precio unitario**	**importe anual**	**importe anual**
1.038.649	1,03 €	1.069.808,47 €	1,50 €	1.557.973,50 €	2.627.781,97 €

9.1.3. Coste de energía

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

Tabla 28. Resumen de costes de energía

ENERGÍA TRACCIÓN		
km anuales	**precio unitario**	**importe anual**
1.038.649	0,55 €	571.256,95 €

9.1.4. 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).

9.1.5. Total coste directo

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

Tabla 29. Resumen de costes directos de operación y mantenimiento

PERSONAL	MANTENIMIENTO	ENERGÍA	OTROS COSTES DIRECTOS	TOTAL COSTE DIRECTO O&M
€/año	€/año	€/año	€/año	€/año
4.120.000,00 €	2.627.781,97 €	571.256,95 €	799.759,73 €	8.118.798,65 €

9.2. COSTE INDIRECTO

Se estima un coste indirecto correspondiente al 15% del coste directo, es decir, 1.217.819,80 €.

9.3. OTROS COSTES DURANTE LA FASE DE EXPLOTACIÓN

Adicionalmente se prevé durante la explotación unos costes de asistencia técnica evaluados en un 2% del coste total de operación y mantenimiento, evaluado en 186.732,37 € anuales.

9.4. TOTAL COSTES DURANTE LA FASE DE EXPLOTACIÓN

De acuerdo con lo expuesto anteriormente los costes durante la fase de explotación son los siguientes:

Tabla 30. Resumen de costes durante la fase de explotación

PERSONAL	MANTENIMIENTO	ENERGÍA	OTROS COSTES DIRECTOS	TOTAL COSTE DIRECTO O&M	CD POR KM	TOTAL COSTE INDIRECTO O&M	TOTAL COSTE O&M	COSTE ASIST. TÉCNICA	TOTAL COSTE EXPLOTACIÓN	COSTE POR KM
€/año	€/año	€/año	€/año	€/año	€/km	€/año	€/año	€/año	€/año	€/km
4.120.000,00 €	2.627.781,97 €	571.256,95 €	799.759,73 €	8.118.798,65 €	7,82 €	1.217.819,80 €	9.336.618,45 €	186.732,37 €	9.523.350,82 €	9,17 €

10. PROGRAMA DE GESTIÓN DE LA OPERACIÓN

Al tratarse la línea de Tranvía Este-Oeste de Zaragoza de un sistema de transporte colectivo, se deberá asegurar la conexión y la complementación de las necesidades de transporte de los usuarios en Zaragoza, así como una regulación del servicio, de forma que cubra la demanda de manera óptima. Deberán efectuarse además las tareas de mantenimiento de forma eficaz.

La empresa prestadora del servicio tendrá que disponer del personal necesario, en base a lo expuesto anteriormente en el presente documento, de forma que se garantice el cumplimiento del servicio, cumpliendo por lo tanto con los establecidos itinerarios, frecuencias, horarios, etc.

10.1. ORGANIGRAMA FUNCIONAL

El organigrama funcional se podría dividir en las siguientes áreas generales:

- Gerencia de la explotación.
- Administración y finanzas
- Marketing y comunicaciones
- Operación
- Mantenimiento.

A continuación, se procede a explicar en qué consiste cada una de estas divisiones, así como sus principales funciones:

10.1.1. Gerencia de explotación

Le corresponden a esta área, entre otras, las siguientes funciones:

- Supervisión de las operaciones efectuadas en el resto de áreas, así como la dirección del personal y relaciones laborales. Responsabilidad de la Operación y el Mantenimiento.
- Coordinación operativa de las distintas áreas.
- Gestión y control del taller.
- Proveer información operativa al resto de las áreas que lo soliciten.
- Preparación de los Presupuestos de Explotación anuales.
- Responsable del cumplimiento de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

10.1.2. Área de administración y finanzas

Entre sus principales funciones se encuentran las siguientes:

- Elaborar e integrar los informes que se requieran, en el ámbito de su competencia, e informar a la Dirección del desarrollo y resultados de las acciones a su cargo.
- Gestión continua del personal. Programación, organización y control de los recursos humanos, financieros y materiales.
- Contabilidad de la empresa, aplicando el sistema contable en conformidad con las leyes españolas y europeas.
- Evaluación, selección y contratación de personal, así como programas de formación de personal.
- Adquirir, almacenar y suministrar oportunamente los materiales, mobiliario, equipo, refacciones y artículos en general, necesarios para el correcto funcionamiento.
- Gestión de cobros y pagos, así como la administración de la tesorería para cumplir con dicha gestión.
- Puesta en marcha de los planes estratégicos de gestión para varios años.

10.1.3. Marketing y comunicaciones

- Diseño del plan de marketing.
- Estrategias de Marketing, así como estudios de mejora de la explotación, para lo cual se realizan estudios de mercado y de demanda.

- Control de las campañas y su desarrollo en función de los nuevos objetivos, tanto en medios tradicionales como on-line, para la promoción e información del servicio.
- Relaciones públicas y relación con las asociaciones de vecinos y demás organismos locales.
- Continua innovación, previsión de servicios especiales, preparación de alternativas de servicio. Estudios de mejora de la explotación.

10.1.4. Área de operaciones

- Asegurar el desarrollo operacional, para lo cual se encargará del diseño y gestión de los planes de Producción, cumpliendo el programa de servicios establecidos.
- Administrar los recursos internos de producción, recursos humanos y administración, todo ello coordinado con los directores de los distintos departamentos.
- Planificación de los servicios en función de los horarios y frecuencias establecidas. A su vez, la programación de los servicios en cuanto a la asignación de conductores y vehículos.
- Garantizar la seguridad y control de la calidad del servicio, ya que influye en todas las operaciones.
- Cálculos de fiabilidad y disponibilidad.
- Análisis e informes de incidentes con los usuarios.

10.1.5. Área de mantenimiento

- Planificación de los procedimientos de actuación y propuesta de mejoras.
- Lograr la máxima disponibilidad de la infraestructura.
- Preservar la calidad del servicio y el valor de la estructura, evitando el deterioro prematuro. Para ello, se encargará del diseño y gestión de los Planes de Mantenimiento, tanto de las vías e infraestructura como del suministro de energía, talleres, cocheras y material móvil.
- Para el cumplimiento del anterior punto, se supervisará también la limpieza tanto del material móvil como de las instalaciones fijas.
- Responsable de la fiabilidad y durabilidad de todos los sistemas.
- Minimizar los costos y los periodos de mantenimiento, para lo cual se debe garantizar la relevación de máquinas y equipos en general.
- Escoger y proveer en los plazos necesarios los consumibles y las piezas de recambio necesarias.
- Preparación de estadísticas para su incorporación en normas de mantenimiento.

10.2. CONTRATACIÓN Y FORMACIÓN INICIAL

Una de las claves del éxito desde la puesta en marcha de la explotación depende de la calidad de la formación dada al personal, y su mantenimiento en el tiempo. Por ello, el principal objetivo del plan de formación será la calidad de la misma.

Otros objetivos del plan serán los de garantizar que se dispone del personal necesario y suficiente para la explotación, con los perfiles y conocimientos precisos para una correcta explotación del servicio y una adecuada utilización de los medios e instalaciones.

Existen diferentes modelos de formación al descrito en el presente documento. El adjudicatario de la puesta en marcha y operación del sistema es el que finalmente deberá definir dicho modelo de formación.

10.2.1. Formación inicial

Se impartirá durante el período de construcción de las siguientes formas:

- Formación proporcionada por el personal de la adjudicataria o contratado específicamente para ello.
- Prestada por los proveedores del material móvil y de las instalaciones y equipamientos. Debe estar prevista en los pliegos de condiciones de cada contrato.
- Formación a cargo de organismos locales, como centros de formación profesional, universidades y otras entidades tanto públicas como privadas.

Tras esta fase, el personal más cualificado formará al nuevo personal. La formación del personal de explotación-operación consistirá en módulos de la siguiente tipología: calidad, seguridad, legislación de transportes, informática de explotación, habilitación conducción comercial (conductores), procedimientos de explotación, utilización de equipos de interface con el sistema de explotación, primeros auxilios y socorrismo, captación de ordenanzas y normativa de accesibilidad para personas con movilidad reducida.

10.2.2. Formación de los conductores

Una vez seleccionado el personal de conducción con el perfil adecuado, se procederá a la formación de un número suficiente de personas que garantice que al final se disponga del número necesario de conductores.

La formación de los conductores durará cuatro semanas, entre sesiones teóricas y prácticas. Los objetivos generales son los de proporcionar a los conductores los conocimientos necesarios para realizar una conducción segura y eficaz, con especial atención a la comodidad y seguridad de los viajeros. Los conocimientos que debe adquirir este personal son:

- Conocimiento exhaustivo del material móvil a operar y de su forma de conducción y funcionamiento en situación normal.
- Conocimiento del reglamento de circulación.
- Conocimiento de la forma de actuación en caso de situación degradada.
- Conocimiento de la red de tranvía, itinerarios, servicios, horarios, paradas e instalaciones.
- Conocimiento detallado de los procedimientos de trabajo que se implanten: toma y deje de servicio, documentación a realizar, etc.
- Conocimiento de la puesta en marcha y parada de los vehículos.
- Reflejo de incidencias y acciones para solventar pequeñas averías.
- Conocimiento de la forma de comunicación con el puesto de control central (PCC), así como con los viajeros de los vehículos y los agentes de control.
- Capacitación en ordenanzas y normativa correspondiente a accesibilidad para personas con movilidad reducida

El costo de la habilitación de los conductores será proporcionado por la empresa adjudicataria. Para poder obtener el título será necesario:

- Haber superado las pruebas de selección establecidas, incluyendo las médicas.
- Reunir las condiciones objetivas que se exijan.
- Haber cursado y superado las pruebas del período de formación.

Con carácter previo a la puesta en servicio de la explotación, se realizarán lo que se denomina pruebas de marcha en blanco. Para efectuar estas operaciones será imprescindible haber formado al menos a la mitad de los conductores necesarios para la puesta en servicio del sistema.

10.2.3. Estrategia de formación continua

El personal que trabajará durante la fase de explotación será objeto de un proceso de formación continua en el que está involucrado todo el personal.

La actividad formativa se iniciará con una acción previa al inicio de la actividad de cada miembro de la organización, que continuará en un programa de formación continua.

Al no requerirse formación específica en algunos casos para el acceso a estos puestos, el programa formativo de la propia adjudicataria adquiere una gran trascendencia para garantizar la capacitación profesional de los trabajadores en plantilla.

Serán objeto de formación especializada los conductores, oficiales y operarios de mantenimiento.

La adjudicataria presentará un plan de formación de cada uno de los puestos de trabajo en el que se detallará:

- El perfil del puesto.
- Los conocimientos previos exigibles.
- El contenido y duración de la acción formativa inicial y el contenido de los cursos de reciclaje que habrán de realizar.

La adjudicataria se compromete a que el plan de formación continua del personal de explotación sea diseñado para cumplir con el plan de aseguramiento de la calidad y el de seguridad y que contemple los objetivos de una mejor y más segura

prestación del servicio, cumpliendo siempre con los parámetros de fiabilidad, regularidad, disponibilidad e imagen comercial requeridos.

11. PLAN DE SEGURIDAD DE LA OPERACIÓN

El plan de seguridad es el documento que define las reglas y acciones necesarias para el análisis y la actuación ante los posibles riesgos a los que se verá sometido el tranvía.

Deberá ser presentado por la operadora a la Administración para que pueda ser aprobado un mes antes del comienzo de funcionamiento del sistema. A la hora de elaborar el Plan de seguridad, existen diferentes puntos imprescindibles para garantizar la seguridad en una línea de tranvía:

- Reglamento para la circulación.
- Formación de los trabajadores.
- Autoprotección de la red.
- Evaluación de riesgos y prevención
- Plan de seguridad y vigilancia de los viajeros

El plan de seguridad de cualquier sistema debe estar concebido considerando todos los parámetros y elementos que intervienen en su realización a fin de que su interrelación sea adecuada dentro de la formación y especificidad de cada uno de ellos.

Por ello el plan de seguridad del tranvía tendrá presente el conjunto de elementos que se relacionan a continuación: los pasajeros, el personal propio y ajeno, el público en general (incluidos no usuarios), el material móvil, las infraestructuras e instalaciones, los sistemas de señalización y otros medios de operación y mantenimiento del sistema.

11.1. REGLAMENTO PARA LA CIRCULACIÓN

11.1.1. Introducción

Las normas de circulación para garantizar la seguridad en la circulación, así como los métodos operativos, deberán ser establecidos por la empresa proveedora del servicio en los siguientes documentos, los cuales regularán situaciones particulares y serán emitidos y difundidos:

- Reglamento de Circulación.

- Consignas y órdenes.
- Planes de formación.

El equipo del director técnico de explotación elaborará el reglamento para la circulación, que tiene como finalidad regular la circulación de los tranvías desde su puesta en servicio, garantizando así la seguridad en las circulaciones tanto durante la fase de explotación como en la de mantenimiento, así como en las incidencias que pudieran surgir durante la explotación de la línea. La elaboración y aprobación del reglamento para la circulación se elaborará y aprobará durante el proceso de construcción.

El reglamento de circulación deberá contemplar a su vez la regulación de los diferentes procedimientos operativos. Deberá incluir, por lo tanto:

11.1.2. Procedimiento para circulación sin sistema de señalización

Procedimiento para la circulación ante incidencias que repercutan en el sistema de señalización, de forma que contemple la posibilidad de la circulación de los tranvías sin señalización ni telefonemas.

11.1.3. Normativa para la realización de trabajos y maniobras de corte y reposición de tensión

Regulará el procedimiento para la solicitud de corte y restablecimiento de tensión en la catenaria durante la realización de trabajos de mantenimiento y resolución de incidencias que ocupen la zona de peligro eléctrico durante la fase de explotación.

11.1.4. Procedimiento de acceso a la plataforma de vía durante el servicio

El reglamento de circulación regulará el procedimiento para la solicitud de ocupación y desocupación de la vía durante la realización de trabajos de mantenimiento y resolución de incidencias que obliguen a la ocupación de la zona de seguridad durante la fase de explotación.

11.1.5. Procedimiento de acceso a la zona de lavado

Durante la fase de explotación, será necesaria la realización de trabajos de lavado que exigen que el vehículo se mueva a velocidad reducida. El tranvía podrá utilizar cualquiera de los dos tipos de máquinas de lavado existentes en el mercado. El contratista de la operación deberá realizar el manual de operación de la máquina de lavado.

- Lavado estático: el tranvía está quieto y se mueve la máquina de lavar.
- Lavado mixto: el tranvía se detiene para que se laven los testeros y el tranvía avanza a ritmo que se lavan los laterales del vehículo. La velocidad de lavado máxima es de 0,5 – 2 Km/h.

11.2. FORMACIÓN EN SEGURIDAD

Los trabajadores, especialmente los conductores, deberán recibir información y formación sobre los riesgos a los que están expuestos y sobre las medidas y actividades de prevención y protección aplicables. Dicha formación se planificará como resultado de la evaluación de riesgos y se basará en los procedimientos de trabajo establecidos. La formación se impartirá de forma continuada.

Es conveniente que sean consultados sobre las actuaciones preventivas y aquellas cuestiones que puedan afectar a su seguridad.

Todo el personal de la empresa deberá conocer y comprender el Plan de Prevención existente, de forma que, en caso de verse afectado por un procedimiento descrito en el mismo, tenga acceso a él. Por ello, el plan deberá ser de acceso a todos los trabajadores. La implantación del plan de prevención exige por lo tanto la formación inicial del personal y una dotación de medios humanos, materiales y económicos para cumplir dicho objetivo.

El plan de prevención en riesgos laborales estará formado por el conjunto de acciones de formación adaptadas a la función que cada empleado tiene en el organigrama de la empresa prestadora del servicio.

11.3. AUTOPROTECCIÓN DE LA RED

La empresa prestadora del servicio deberá de desarrollar y mantener un plan de autoprotección siguiendo las directrices del REAL DECRETO 393/2007, de 23 de marzo.

El plan de autoprotección de la red deberá tener como objetivo fundamental la prevención y la planificación de las líneas de actuación en situación de grave riesgo, catástrofe o calamidad pública que pudieran presentarse, así como la de proteger y socorrer la vida de las personas y sus bienes.

El plan tratará de establecer el conjunto general de normas y acciones preestablecidas tendentes a conseguir que cualquier accidente que pudiera derivarse en una emergencia, sea controlado lo más rápidamente posible, para que su incidencia sea mínima sobre la seguridad de las personas, medio ambiente y bienes.

Para conseguirlo debe lograrse la coordinación, en tiempo y lugar, en caso de emergencia, de las personas afectadas y de los medios de protección existentes, de tal manera que se usen eficazmente para lograr:

- Una rápida evacuación de las dependencias.
- El control de la emergencia.
- La limitación de los daños materiales.

Por ello se establecen unos procedimientos que el personal del tranvía debe realizar en respuesta a un hecho que resulte en disminución de la seguridad intrínseca del sistema, heridos, o daños materiales. Se asignan responsabilidades y se establecen medios de comunicación interior y con los servicios de ayuda exterior.

Todo el plan responderá a una estructura lógica de desarrollo de las diferentes fases en la emergencia:

- Conocimiento de la incidencia.
- Valoración de la emergencia.
- Comunicación.
- Actuaciones

Tal y como dicta el REAL DECRETO 393/2007, de 23 de marzo, el Plan de Autoprotección contendrá al menos los siguientes puntos:

- **CAPÍTULO 1**: Identificación de los titulares y del emplazamiento de la actividad
    - Dirección de emplazamiento. Denominación de la actividad, nombre y/o marca. Teléfono y Fax.
    - Identificación de los titulares de la actividad. Nombre, dirección postal, teléfono y fax.
    - Nombre del Director del Plan de Autoprotección y del director del plan de actuación en emergencia. Dirección postal, teléfono y fax.
- **CAPÍTULO 2:** Descripción detallada de la actividad y su medio físico, para lo cual se acompañará la documentación escrita al menos de un plano de situación que comprenda el entorno próximo y en el que figuren los accesos, comunicaciones, etc… y planos descriptivos de todas las plantas de edificios, instalaciones y áreas donde se realiza la actividad. La documentación escrita será la siguiente:
    - Descripción de cada una de las actividades desarrolladas objeto del Plan.
    - Descripción del centro o establecimiento e instalaciones donde se desarrollen las actividades objeto del plan.
    - Clasificación y descripción de usuarios.
    - Descripción del entorno urbano, industrial o natural.
    - Descripción de los accesos y condiciones de accesibilidad para la ayuda externa.
- **CAPÍTULO 3**: Inventario, análisis y evaluación de riesgos. Deberán tenerse en cuenta al menos aquellos riesgos regulados por normativas sectoriales. Se acompañará la documentación escrita de almenos planos de ubicación por plantas de todos los elementos o instalaciones de riesgo, tanto propios como del entorno. La documentación escrita comprenderá:
    - Descripción y localización de los elementos, instalaciones, procesos de producción etc. Que puedan originar una situación de emergencia o influir de forma desfavorable en el desarrollo de la misma.
    - Identificación, análisis y evaluación de los riesgos propios de la actividad y riesgos extremos que pudieran afectar.e.
    - Identificación y cuantificación de las personas afecta o ajenas a la actividad que tengan acceso a las áreas donde se desarrolla la misma.
- **CAPÍTULO 4**: Inventario y descripción de las medidas y medios de autoprotección.
    - Inventario y descripción de las medidas y medios que dispone la entidad para controlar los riesgos detectados, enfrentar las situaciones de emergencia y facilitar la intervención de los Servicios Externos de Emergencias.

- Medidas y medios disponibles en aplicación de disposiciones específicas en materia de seguridad.

Se deberá completar la documentación escrita con al menos:

- Planos de ubicación de los medios de autoprotección.
- Planos de recorridos de evacuación y áreas de confinamiento, reflejando el número de personas a evacuar.
- Planos de compartimentación de áreas o sectores de riesgo.

– **CAPÍTULO 5:** Programa de mantenimiento de instalaciones. Se acompañará al menos de un cuadernillo de hojas numeradas donde queden reflejadas las operaciones de mantenimiento e inspecciones de seguridad realizadas.

- Descripción del mantenimiento preventivo de las instalaciones de riesgo que garantiza el control de las mismas.
- Descripción del mantenimiento preventivo de las instalaciones de protección.
- Realización de las inspecciones de seguridad de acuerdo a la normativa vigente.

– **CAPÍTULO 6**: Plan de actuación ante emergencias. Definir las acciones a desarrollar para el control inicial de las emergencias, garantizándose la alarma, evacuación y socorro.

- Identificación y clasificación de las emergencias, en función del tipo de riesgo, gravedad y ocupación y medios humanos.
- Procedimientos de actuación ante emergencias:
  - Detección y alerta.
  - Mecanismos de alarma.
  - Mecanismos de respuesta frente a la emergencia.
  - Evacuación y/o confinamiento.
  - Prestación de las primeras ayudas.
  - Modos de recepción de las ayudas externas.
- Identificación y funciones de las personas y equipos que llevarán a cabo los procedimientos de actuación de emergencias.
- Identificación del responsable de la puesta en marcha del plan de actuación ante emergencias.

– **CAPÍTULO 7**: Integración del plan de autoprotección en otros de ámbito superior.

- Protocolos de notificación de la emergencia.
- Coordinación entre la dirección del Plan de Autoprotección y dirección del Plan de Protección Civil donde se integre el Plan de Autoprotección.
- Formas de colaboración de la Organización de Autoprotección con los planes y las actuaciones del sistema público de Protección Civil.

– **CAPÍTULO 8**: Implantación del Plan de Autoprotección.

- Identificación del responsable de la implantación del Plan.
- Programa de formación y captación para el personal con participación activa en el Plan de Autoprotección.
- Programa de información general para los usuarios.
- Señalización y normas para la actuación de visitantes.
- Programa de dotación y adecuación de medios materiales y recursos.

– **CAPÍTULO 9**: Mantenimiento de la eficacia y actualización del Plan de Autoprotección.

- Programa de reciclaje de formación e información.
- Programa de sustitución de medios y recursos.
- Programa de ejercicios y simulacros.

- Programa de revisión y actualización de toda la documentación que forma parte del Plan de Autoprotección.
- Programa de auditorías e inspecciones.

– **ANEXO I**: Directorio de comunicación.

- Teléfonos del personal de emergencias.
- Teléfonos de ayuda exterior.
- Otras formas de comunicación.

– **ANEXO II**: Formularios para la gestión de emergencias.

– **ANEXO III:** Planos.

11.4. EVALUACIÓN DE RIESGOS

11.4.1. Introducción

Se debe realizar una evaluación de riesgos con el fin de desarrollar las medidas para mantener bajo observación o evitar las situaciones de riesgo potencial y daños que pudieran darse. Tras la identificación y correspondiente evaluación de los principales riesgos, se acomete a la eliminación o reducción de los riesgos, empleando para ello acciones preventivas.

El plan de seguridad que oferte el futuro licitante deberá incluir por lo tanto la evaluación de riesgos pertinente, siendo ésta resultado de la combinación de análisis de riesgos existentes en un sistema de tranvía extraídos de la experiencia de proyectos similares, y el análisis de riesgos particulares que presenta la explotación del entorno en particular de la Línea este-oeste del Tranvía de Zaragoza.

Mediante la evaluación de los riesgos se analizan, identifican y evalúan las condiciones de riesgo, según los diferentes parámetros que aparecen. Con la identificación y evaluación de los principales riesgos se acomete la primera alternativa racional en su tratamiento. Es decir, la eliminación o reducción de los riesgos a través de medidas de prevención y/o protección.

Las acciones preventivas se establecen preferentemente antes de que se produzca una incidencia, pero también como consecuencia de la experiencia adquirida tras el análisis de las mismas.

En resumen, en el documento se contemplarán los siguientes temas:

– 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.

– Hacer un seguimiento de las acciones de seguridad previstas y de los riesgos del sistema a lo largo de la vida del sistema.

Los riesgos pueden englobarse dentro de los siguientes grupos:

– Factor humano: supone el 70-90% de la responsabilidad en un accidente. Estos pueden deberse a exceso de velocidad, cansancio, alcohol, distracciones…

– Factor vehículo: hace referencia a la antigüedad y condiciones en las que se encuentra el vehículo.

– Factor vía y condiciones climáticas: conservación y señalización, así como condiciones meteorológicas adversas como lluvia, nieve, viento etc.

– Factor entorno: riesgos particulares del entorno.

Además, existen riesgos tanto de tipo deliberado como ordinarios. A continuación, se describen más detalladamente los riesgos asociados a cada uno de ellos.

11.4.2. Riesgos ordinarios

Son aquellos que se producen de forma espontánea o por el azar. Pueden asociarse a alguna de las siguientes características:

– Descarrilamiento

- Por avería de la vía.
- Por velocidad excesiva.

- Por inestabilidad.
- Por maniobra de aguja incorrecta.

– Colisión
  - Con otros tranvías:
    - Colisión de frente.
    - Colisión por detrás.
    - Colisión por un sentido incorrecto de la marcha.
  - Con obstáculos:
    - Con vehículos no ferroviarios: coches…
    - Con obstáculos sobre la vía pertenecientes al sistema.
    - Con obstáculos fijos

– Caída de pasajeros que no sea como consecuencia de las anteriores:
  - En el tranvía durante el movimiento del mismo.
  - En el tranvía durante las operaciones normales de trasbordo o espera.
  - En el tranvía, andén o vía durante evacuación.
  - En la vía desde el tranvía debido al movimiento o evacuación.

– Caída de un peatón, ciclista o trabajador sobre la vía.

– Riesgos de circulación.

– Arrastre de un pasajero debido al atrapamiento o enganchamiento en la puerta.

– Choque de pasajeros con elementos agresivos:
  - Pasajeros en el tranvía con equipaje, equipamientos u otros objetos.
  - Contra equipamientos de estación
  - Pasajeros en estación o en vía ocasionados por un tranvía u otro vehículo.

– Atrancamiento de pasajeros:
  - Con las puertas de tranvía, durante trasbordo o evacuación.
  - Con equipamientos del servicio, en estación o vía.
  - De sillas de ruedas, bicis… con las puertas del tranvía durante trasbordo o evacuación.

– Aplastamiento de un pasajero en estación o un peatón en línea.

– Riesgos de la naturaleza o catastróficos:
  - Inundación.
  - Viento.
  - Caída de rayo.
  - Hundimientos, asientos, deslizamiento de taludes.
  - Caída de piedras o bloques a la vía.
  - Terremoto.

– Riesgos de tipo físico-químico:
  - Incendios en material rodante.
  - Incendios en proximidades.

  - Incendio y/o presencia de humo en puntos singulares.
  - Explosión.
- Electrocución
  - Por circulación de corriente en la línea.
  - Por un equipamiento fijo de baja tensión.
- De tipo social: pánico…
- Riesgos de tipo técnico
  - Inutilización del material
  - Equipos electrónicos
  - Fallos de suministro
- Riesgos medio-ambientales: degradación del medio ambiente o escapes no controlados
  - Asfixia o sofocación por la presencia de gas o de humo en el tranvía.
  - Asfixia o sofocación como consecuencia de la presencia de sustancia peligrosa emisora de gas en la estación.
  - Asfixia o sofocación como consecuencia de la presencia de gas o de humo en la estación.
  - Escape de productos nocivos.
- Riesgos particulares del entorno.

11.4.3. Riesgos deliberados

Son aquellos que provienen de actuaciones intencionadas de provocación de daños. Se distinguen los siguientes:

- Hurtos y robos.
- Agresiones
- Apedreamiento y colocación de obstáculos sobre la vía.
- Vandalismo
- Intrusiones no autorizadas.
- Suicidio y homicidio.
- Ataque químico
- Sabotaje
- Otros hechos antisociales.

11.5. PLAN DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA DE LOS VIAJEROS

El plan de Seguridad y Vigilancia de los viajeros servirá como herramienta básica de prevención y de respuesta ante las incidencias debidas a los riesgos deliberados, determinados en el análisis de riesgos.

Tal y como se ha comentado previamente, los riesgos deliberados son aquellos que provienen de actuaciones intencionadas de provocación de daños. Alguno de los principales riesgos asociados son hurtos y robos, vandalismo, terrorismo, suicidio etc.

El objetivo del plan de seguridad es mejorar la calidad del servicio y reforzar la seguridad en el tranvía. Colaborar en el mantenimiento del equipamiento público, facilitar la utilización del transporte en el tránsito de personas viajeras, personas con movilidad reducida, respetar la prioridad, optimizar el espacio y evitar actitudes que puedan comprometer la seguridad.

Para facilitar el uso del sistema tranviario de personas con movilidad reducida se incorporan en los diseños las siguientes particularidades:

- Personas con movilidad reducida (sillas de rueda, carritos, muletas, etc.):
  - Rampas de acceso a paradas con pendientes inferiores al 8%

- Anchura mínima de paso de 1,30 metros en parada y 1,60 metros en vereda.
- Desnivel de acceso del andén de la parada al vehículo inferior a 2 milímetros y distancia libre en horizontal de 3 milímetros.
- Espacio reservado dentro del tranvía habilitado con cinturones de seguridad para impedir caídas.
- Pulsador de petición de descenso del tranvía que alerta al conductor de la bajada de personas con movilidad reducida.

– Personas con visión reducida o nula

- Diseño de pieza demarcadora visual en toda la traza del tranvía que indica el ingreso en la plataforma tranviaria.
- Diseño de pieza de borde de andén podo-táctil para evitar caídas.
- Diseño de instalaciones de compraventa de billetes adaptada a personas invidentes.
- Diseño del tranvía y las instalaciones con una variedad cromática que permita apreciar los elementos a las personas con visibilidad reducida.
- El tranvía está provisto de señales acústicas.

– Personas con audición reducida o nula.

- Las paradas se encuentran iluminadas mediante la tecnología LED.
- Existen paneles informativos con nombres de paradas.
- El tranvía está provisto de señales luminosas

11.6. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

La empresa prestadora del servicio tendrá que desarrollar, establecer e implementar un sistema de gestión de prevención de riesgos laborales basándose en la legislación nacional y comunitaria aplicable.

El plan contendrá la estructura organizativa, las responsabilidades, las prácticas, los procedimientos y los recursos necesarios para llevar a cabo la política de prevención de riesgos de la empresa. También incluirá la documentación necesaria (procedimientos e instrucciones) así como los mecanismos de implantación del mismo.

11.6.1. Política de Prevención de Riesgos Laborales

La política de prevención de riesgos tendrá que estar basada en la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo en orden a mejorar el nivel de protección de la seguridad y la salud de los trabajadores.

La política de prevención tendrá que estar basada en los siguientes principios básicos:

– Constituirá un proceso de mejora continua.

– Se integrará en el sistema de gestión, partiendo de su política empresarial y en todas aquellas actuaciones que puedan tener consecuencias sobre la seguridad y la salud.

– Se definirán funciones y responsabilidades en todos los niveles jerárquicos,

– Se facilitará la información, formación y participación de todos los trabajadores en la actividad preventiva

Los objetivos principales del plan de prevención de riesgos laborales se pueden resumir en:

– Declaración la política de prevención de la empresa y recoger la estructura soporte que garantice su aplicación.

– Definir los requisitos generales que deberá establecer la empresa para garantizar la implantación y el funcionamiento del plan de prevención.

– Definir las responsabilidades y las funciones, en materia de seguridad, de todos los niveles jerárquicos de la empresa.

– Establecer los mecanismos adecuados para asegurar el cumplimiento de la normativa y reglamentación vigente en materia de prevención de riesgos laborales.

– Presentar e informar sobre el nivel de prevención alcanzado, así como de los objetivos y metas propuestos.

– Servir de vehículo para la formación, la calificación y la motivación del personal respecto a la prevención de riesgos laborales.

11.6.2. Desarrollo del Plan de Prevención:

Para el desarrollo del plan de prevención se distinguirá entre las siguientes acciones:

- ORGANIZACIÓN: La empresa prestadora del servicio tendrá que aportar la estructura organizativa necesaria para un correcto sistema de prevención de riesgos laborales, determinando las funciones y responsabilidades de toda la organización en esta materia.

- IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS: Es la actividad central del sistema a partir de la cual se establecerá la planificación preventiva para el control de los riesgos. Esta evaluación quedará debidamente documentada. Los riesgos serán clasificados en función de los estándares establecidos para poder priorizar las medidas para su eliminación o reducción. Para más información ver el anterior apartado "Evaluación de riesgos".

- PLANIFICACIÓN DE LAS ACTIVIDADES PREVENTIVAS: Una vez identificados y evaluados los riesgos se planificarán las actividades preventivas para su debido control.

  - Medidas/Actividades para eliminar o reducir los riesgos. Establecer objetivos, plazos, medios y estrategias. Aquellos riesgos que no puedan ser eliminados deberán ser minimizados, priorizando la protección colectiva frente a la individual.

  - Información, formación y participación de los trabajadores. Formación sobre los riesgos a los que están expuesto y medidas y actividades de prevención y protección.

  - Actividades para el control de las condiciones de trabajo y la actividad de los trabajadores. Se establecerán una serie de actividades para el control de los riesgos existentes o previsibles.

  - Actuaciones frente a cambios previsibles. La empresa tendrá previstas una serie de actuaciones en orden a controlar los riesgos previsibles cuando se produzcan cambios.

- IMPLANTACIÓN DEL PLAN DE PREVENCIÓN: llevar a la práctica todo lo planeado en las fases anteriores. La existencia del plan de prevención debe ser conocida por todo el personal de la empresa prestadora de servicio. Su implantación exige la formación inicial del personal y una dotación de medios con el fin de acometer adecuadamente los objetivos y acciones previstas.

11.6.3. Formación en Riesgos Laborales

Uno de los objetivos de la empresa prestadora del servicio tendrá que ser tener una actitud preventiva en todos sus empleados. En este sentido, se tendrá que prever la formación en prevención de riesgos laborales a toda la línea jerárquica de la empresa

El plan de prevención en riesgos laborales estará formado por el conjunto de acciones de formación adaptadas a la función que cada empleado tiene en el organigrama de la empresa prestadora del servicio.

Para más información, ver el anterior punto de "Formación en seguridad".

12. PLAN DE ATENCIÓN Y SERVICIOS A LOS USUARIOS

12.1. INTRODUCCIÓN

La red de tranvías debe convertirse en pieza fundamental de la imagen de la ciudad de Zaragoza, además de resultar cada vez más competitiva y atrayente de nuevos usuarios. Por ello, el prestador del servicio tendrá que diseñar y proporcionar un servicio al cliente que cumpla sus expectativas y sea capaz de satisfacer la cambiante demanda.

Con el fin de que el servicio de atención y servicio al usuario sea de la mayor calidad posible, se establecen una serie de puntos objetivo, los cuales se pueden integrar dentro de las siguientes fases genéricas:

Ilustración 5. Fases del servicio de antención al usuario

Tanto el sistema de información como el de atención al viajero y el plan de promoción del servicio se basarán en un conocimiento lo más exacto posible de los viajeros. Anuncios, mensajes en diferentes soportes dirigidos a las necesidades de los viajeros. La estrategia de marketingy comunicación se orientará a promover el tranvía como alternativa de transporte para los viajeros. Con el fin de atender estas necesidades, la empresa prestadora del servicio elaborará un sistema integral de servicio al viajero de alto nivel, con los siguientes componentes:

- Imagen de marca.
- Cultura empresarial orientada al servicio al cliente.
- Completo y atractivo servicio de suministro de información.

El Plan de Atención y Servicio a los usuarios tratará los siguientes aspectos entre otros:

12.2. PLAN DE PROMOCIÓN DEL SERVICIO

El operador desarrollará una estrategia de comunicación para promocionar el nuevo sistema de transporte para la ciudad, con un triple objetivo:

- Crear una matriz de opinión favorable, incluso antes de que se inicien las obras.
- Potenciar el uso de la red de Tranvía de Zaragoza, es decir, captación de usuarios.
- Fidelizar al usuario.

En esta estrategia se desarrollarán puntos tales como:

- Análisis de viajeros potenciales.
- Mensajes.
- Estrategia de comunicación.
- Soportes de comunicación.
- Gabinete de prensa.
- Dinamzación de los puntos de venta de títulos.

12.3. SISTEMA INTEGRAL DE INFORMACIÓN Y ATENCIÓN AL CLIENTE:

Se propone desarrollar una estrategia de atención e información a clientes con un doble objetivo:

- Suministrar datos suficientes a los clientes del sistema sobre el servicio, tanto en régimen normal como en caso de incidencias, para que su uso resulte cómodo y atractivo.

- Centralizar y analizar las reclamaciones que realicen los usuarios del Tranvía de Zaragoza, con vistas a una mejora continuada del servicio prestado.

En su definición se habrán de tratar aspectos como:

- Planteamiento del sistema.
- Identidad corporativa.
- Personal (formación, manuales de servicio…)
- Sistema de información al cliente.
- Atención al cliente.
- Control de fraude.
- Atención a PMR.
- Tratamiento de objetivos perdidos.
- Plan de marketing.

El plan de atención y servicios deberá atender también a los uniformes del personal de la empresa.

13. PLAN DE CALIDAD

La calidad en el servicio al cliente es uno de los puntos primordiales que se deben cumplir dentro de la explotación del transporte público. Es el factor estratégico más importante para lograr los objetivos de explotación, ya que ayuda a mantenerse entre las opciones de preferencia de los usuarios y a ser competentes con otros medios de transporte.

El Sistema de Calidad a implementar deberá basarse en los objetivos definidos junto con la Administración contratante en función de los niveles de calidad existentes y las expectativas de los clientes.

Los responsables de la explotación del sistema deberán definir una política, así como la importancia de dicho servicio al cliente, para poder estructurar adecuadamente la forma más óptima de llevarlo a cabo, así como marcar unos objetivos con el fin de ofrecer un servicio que se ajuste a la calidad exigida por los clientes. Para ello, el sistema de calidad se apoyará en los siguientes aspectos básicos:

- Satisfacción de las necesidades del cliente durante toda la vida del contrato y los niveles de calidad requeridos por la Administración contratante y los exigidos por el cliente.
- Fomento del trabajo en equipo y de comunicación tanto interna como externa.
- Fomento de la profesionalización en el desarrollo de las competencias del personal, normas de actitud y de conducta.
- Liderazgo de la calidad de servicio dentro del sector de transporte de viajeros mediante la aportación de recursos, mejorando así la competitividad.
- Procesos de mejora continua.

La política de calidad se desarrollará con la ayuda de un sistema que asegurará el cumplimiento y la revisión de los procedimientos específicos que se definirán sobre la base de la satisfacción de las expectativas de los clientes del servicio y de la administración titular, sistema con que se podrá involucrar todo el personal y las empresas asociadas dentro de un sistema de calidad total.

El sistema de calidad que se implantará contemplará, entre otras, las siguientes actuaciones:

- Definición junto con la administración contratante de unos objetivos progresivos, teniendo en cuenta las expectativas de los clientes, los niveles de calidad existentes, las áreas de mejora potenciales así como las limitaciones de naturaleza legal, política, técnica…
- Medición del nivel de prestación.
- Puesta en marcha de acciones correctoras.
- Evaluación de la percepción por el cliente de la calidad producida.

Para garantizar el correcto funcionamiento del Sistema de Calidad, el prestador del servicio deberá:

- Garantizar la calidad de servicios en base a las especificaciones de la Administración Contratante y las exigencias de los usuarios.
- Certificación del Sistema de Gestión de Calidad de acuerdo a las normas ISO 9001 y ISO 14001.
- Definición del Sistema de Gestión de Calidad de acuerdo a la norma UNE-EN 13.816. Representa la exigencia del cumplimiento de normas y especificaciones particulares para el servicio de transporte público para viajeros

Dichas certificaciones, además de certificar los procesos de prestación del servicio, orientan al cliente sobre los procesos de calidad y aseguran los procesos críticos que mayor impacto tengan en el cliente.

Además, este sistema de calidad, tendrá en cuenta las exigencias legales y/o de las referidas normas, incluyendo, documentos de gestión, manual de calidad y medioambiente, así como los respectivos procedimientos generales y específicos, modos operatorios, planos de auditorías, validación de los aspectos medioambientales, monitorización de procesos, entre otros.

El Sistema de Calidad incluirá los siguientes aspectos:

- Preparación de planes de calidad.
- Adquisición de los medios necesarios para alcanzar la calidad requerida.
- Aseguramiento de la compatibilidad en la prestación de servicios, los procedimientos de inspección y la documentación aplicable.
- Identificación y preparación de los registros de calidad.
- Actualización de las técnicas de control de calidad y de inspección cuando sea necesario.

13.1. PLANIFICACIÓN DE CALIDAD

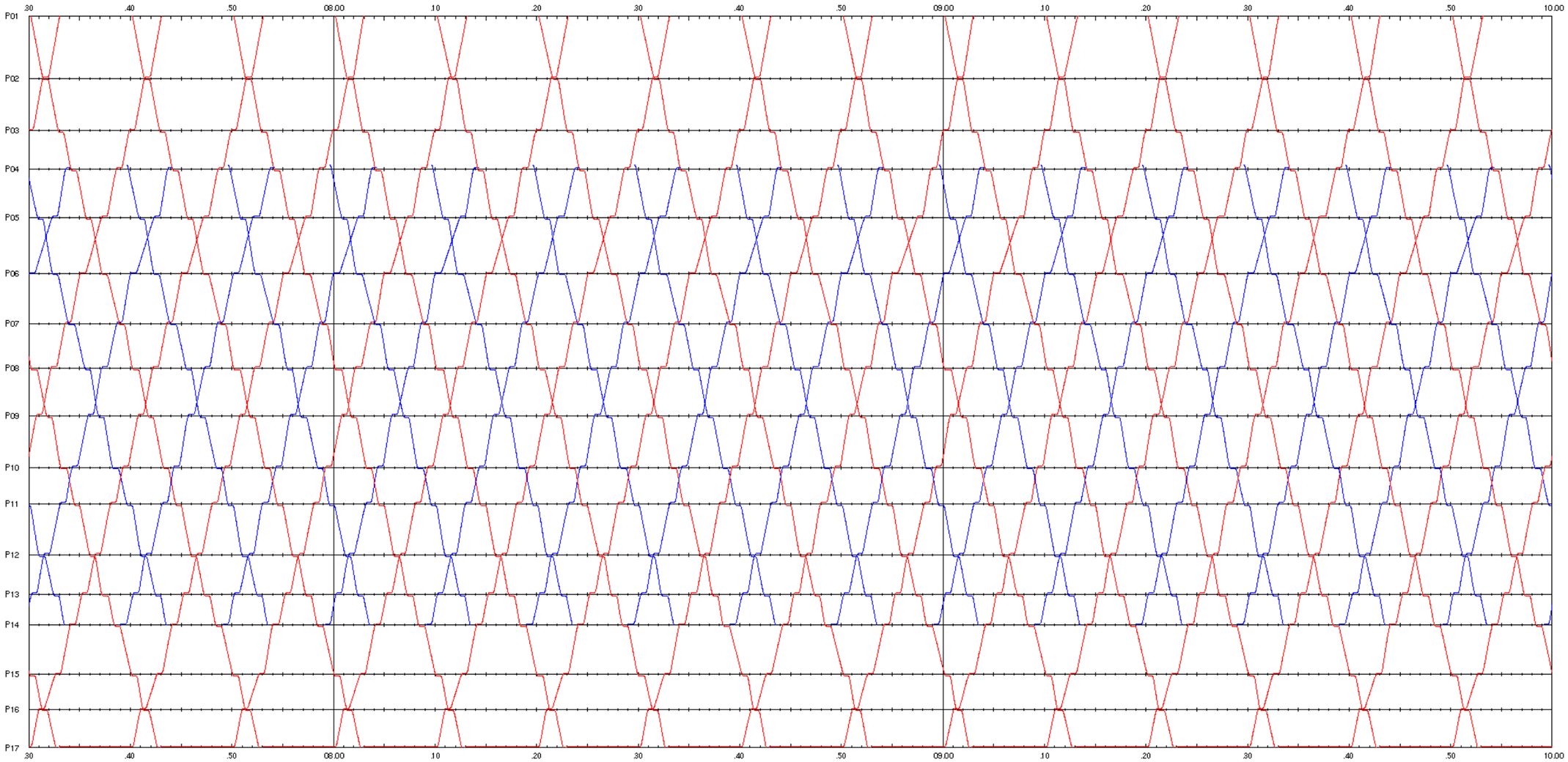
La preparación de los planes de calidad seguirá los siguientes puntos:

- Identificación y adquisición de los medios de control, procesos, equipos (incluyendo los de inspección), instalaciones, recursos y conexiones que puedan ser necesarios para conseguir la calidad requerida.
- Aseguramiento de la compatibilidad en la prestación de servicios, los procedimientos de inspección y la documentación aplicable.
- Actualización de las técnicas de control de la calidad y de inspección, cuando sea necesario, incluyendo el desarrollo de nuevos métodos.
- Identificación de las verificaciones adecuadas en las etapas convenientes de la prestación del servicio, y aclaración de los criterios de aceptación para todas las características y requisitos, incluidos los que contengan algún elemento subjetivo.
- Identificación y preparación de los registros de calidad.

ANEXO 1: MALLAS HORARIAS DE LA LÍNEA ESTE-OESTE EN HORA PUNTA

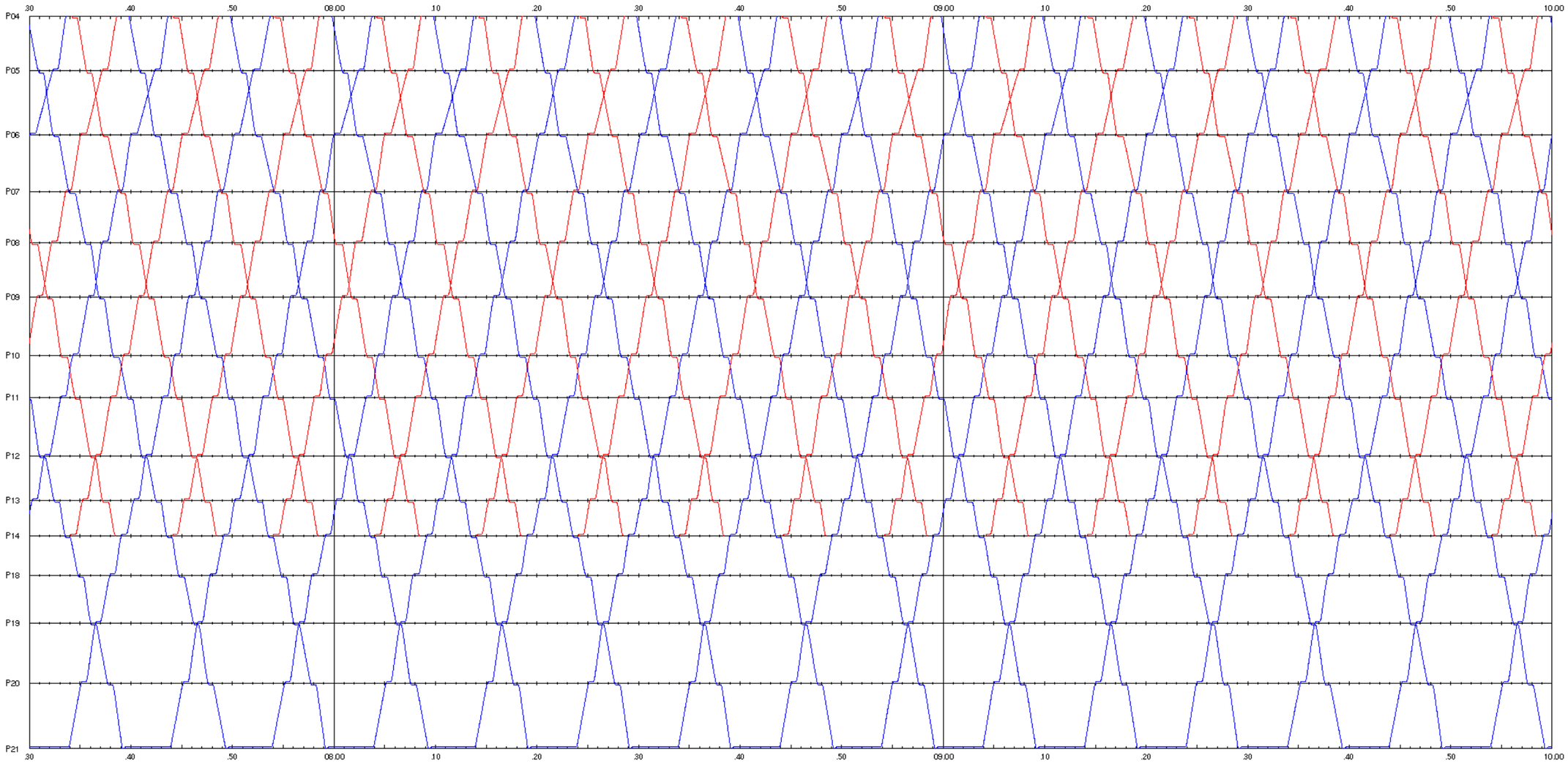
AVENIDA MANUEL RODRÍGUEZ AYUSO - RAMAL DE COMPROMISO DE CASPE (7:30 - 10:00)

P01 - P17



TRAMO COMÚN Y RAMAL DE SAN JOSÉ (7:30 - 10:00)

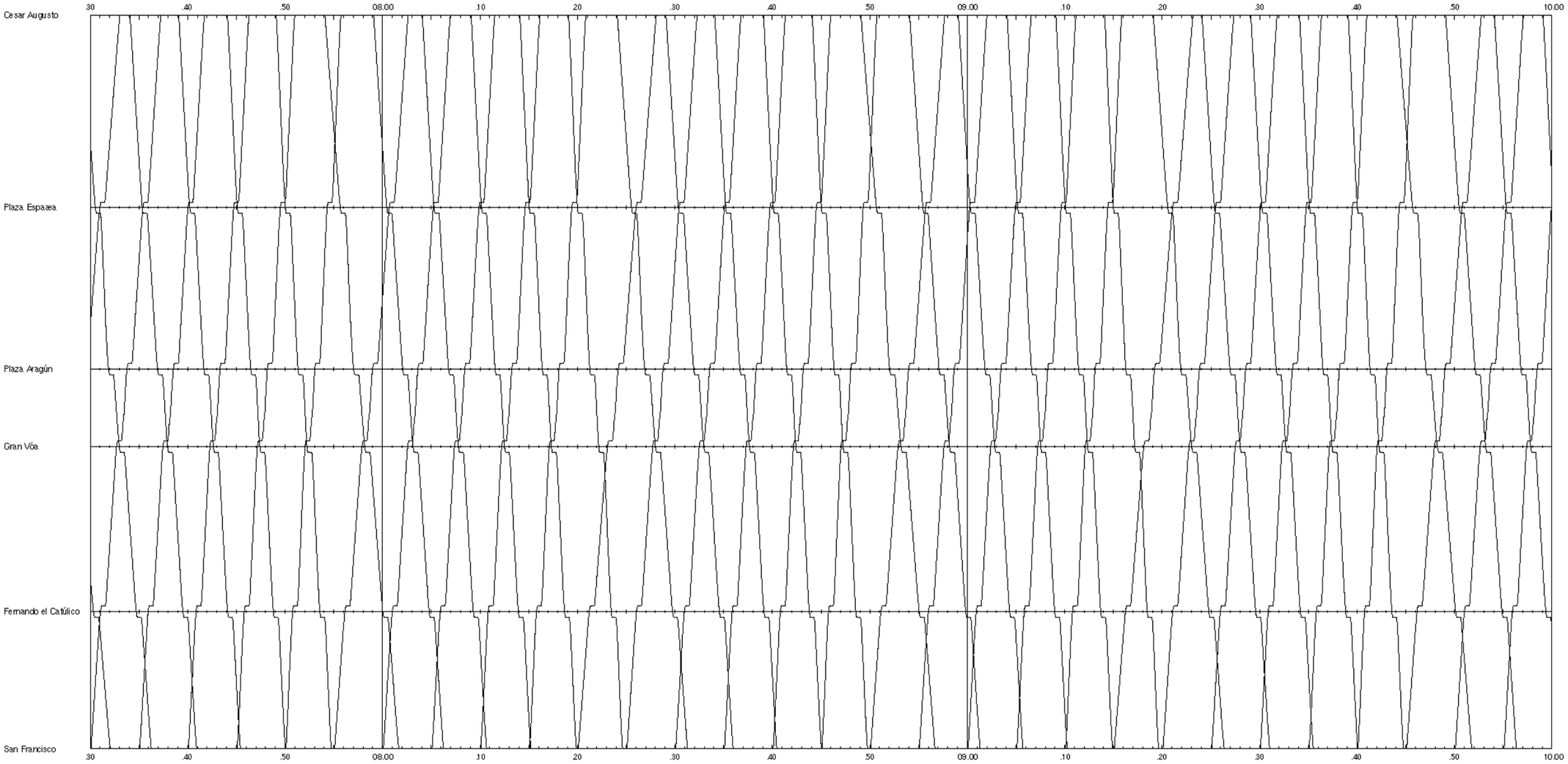
P04 - P21



ANEXO 2: MALLAS HORARIAS DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 EN EL CRUCE. ESCENARIO 1

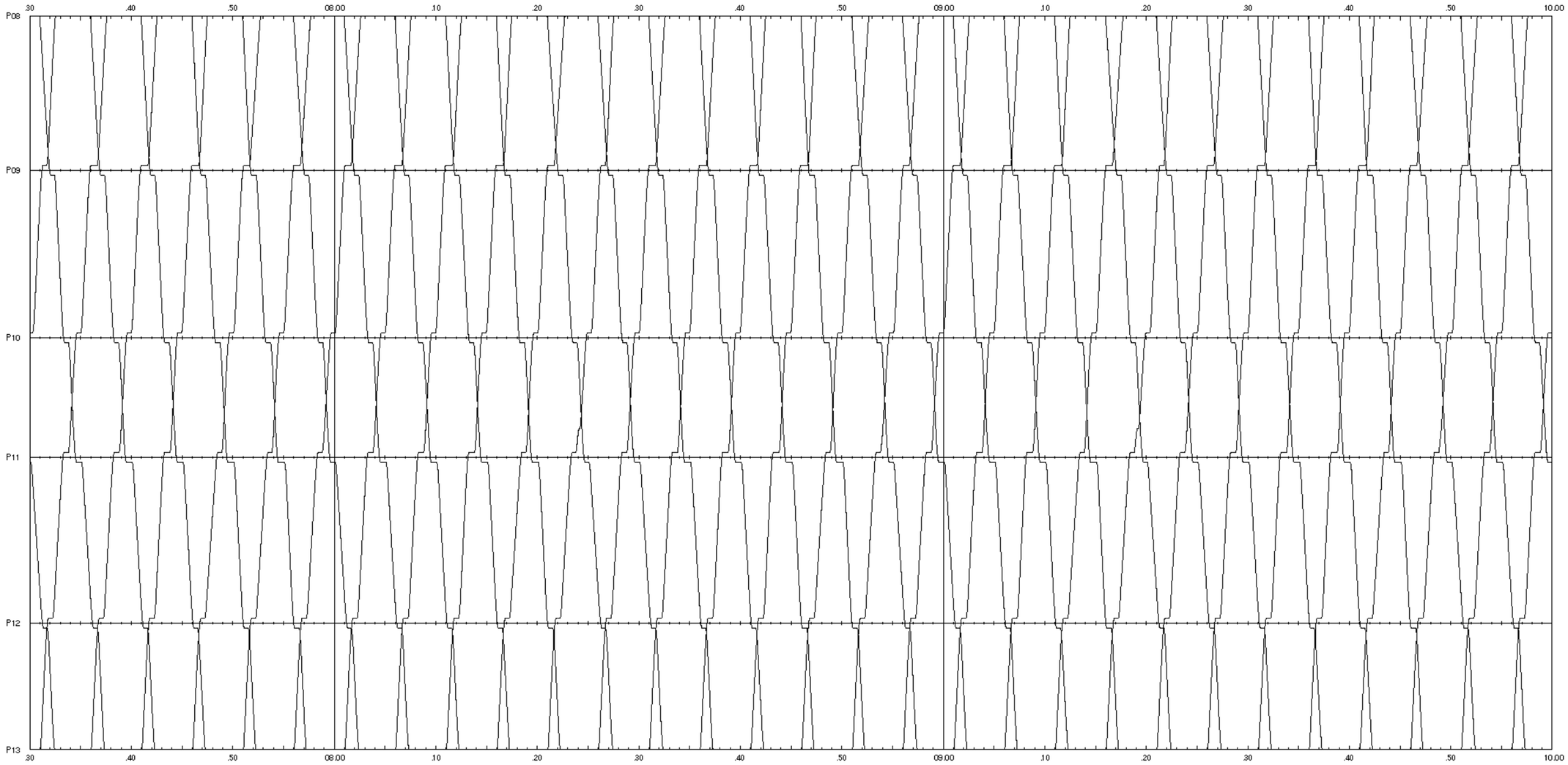
Línea 1. Escenario 1. Frecuencias de 5 minutos.

Cesar Augusto - San Francisco



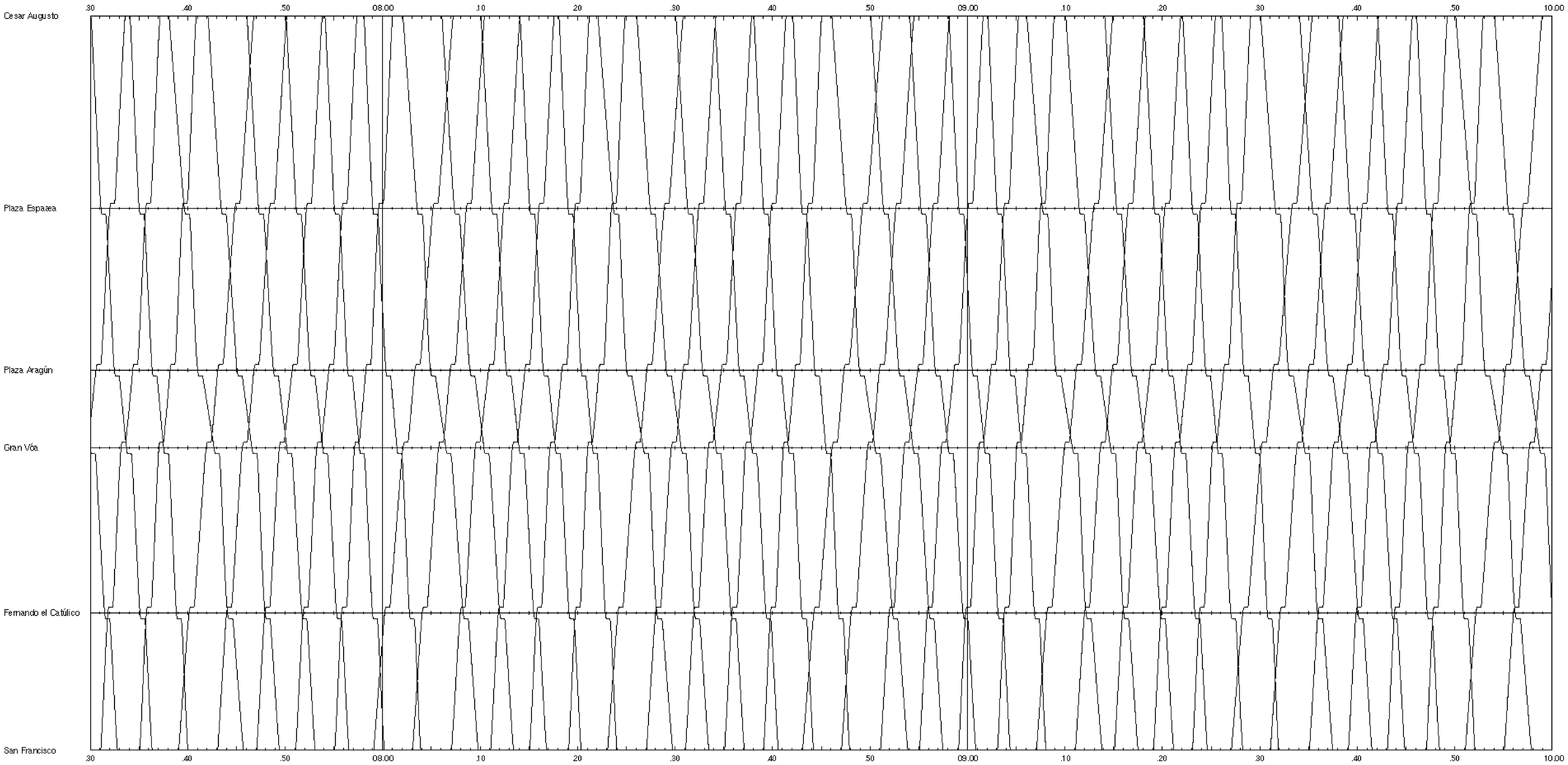
Línea este-oeste. Escenario 1. Frecuencias de 5 minutos.

P08 - P13



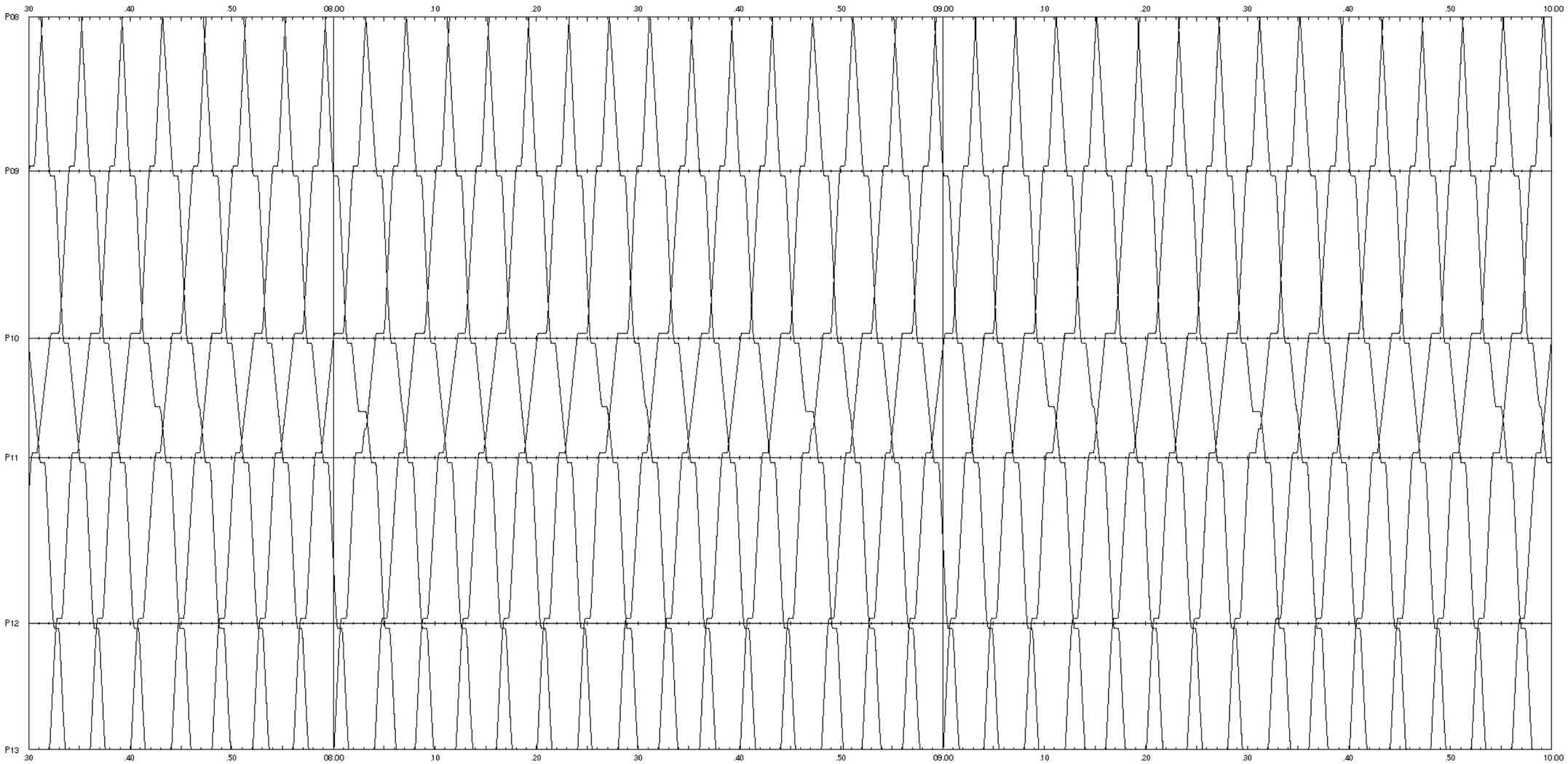
Línea 1. Escenario 1. Frecuencias de 4 minutos.

Cesar Augusto - San Francisco



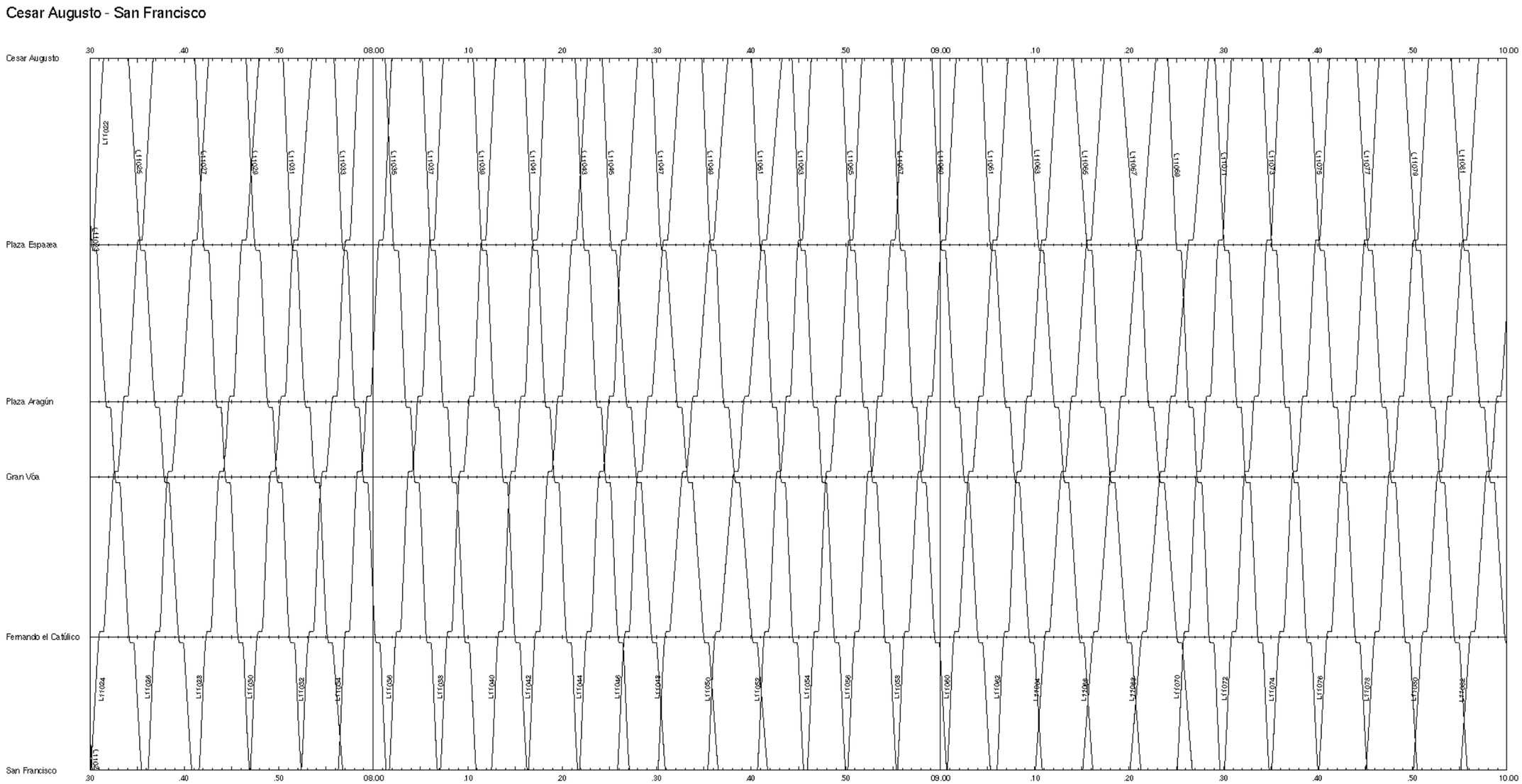
Línea este-oeste. Escenario 1. Frecuencias de 4 minutos.

P08 - P13



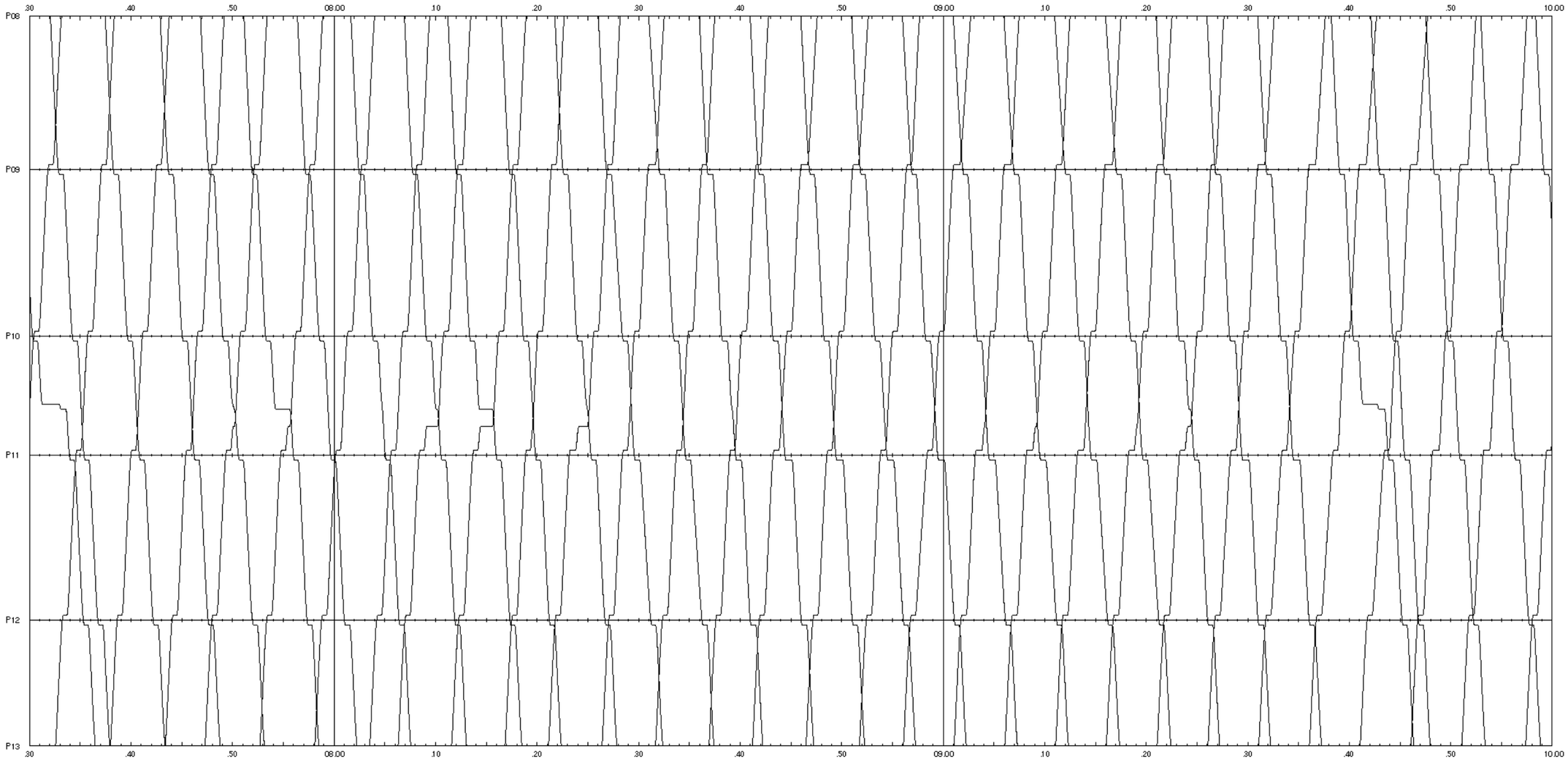
ANEXO 3: MALLAS HORARIAS DE LAS LÍNEAS 1 Y 2 EN EL CRUCE. ESCENARIO 2

Línea 1. Escenario 2. Frecuencias de 5 minutos. Semilla ("Delay scenario") 1



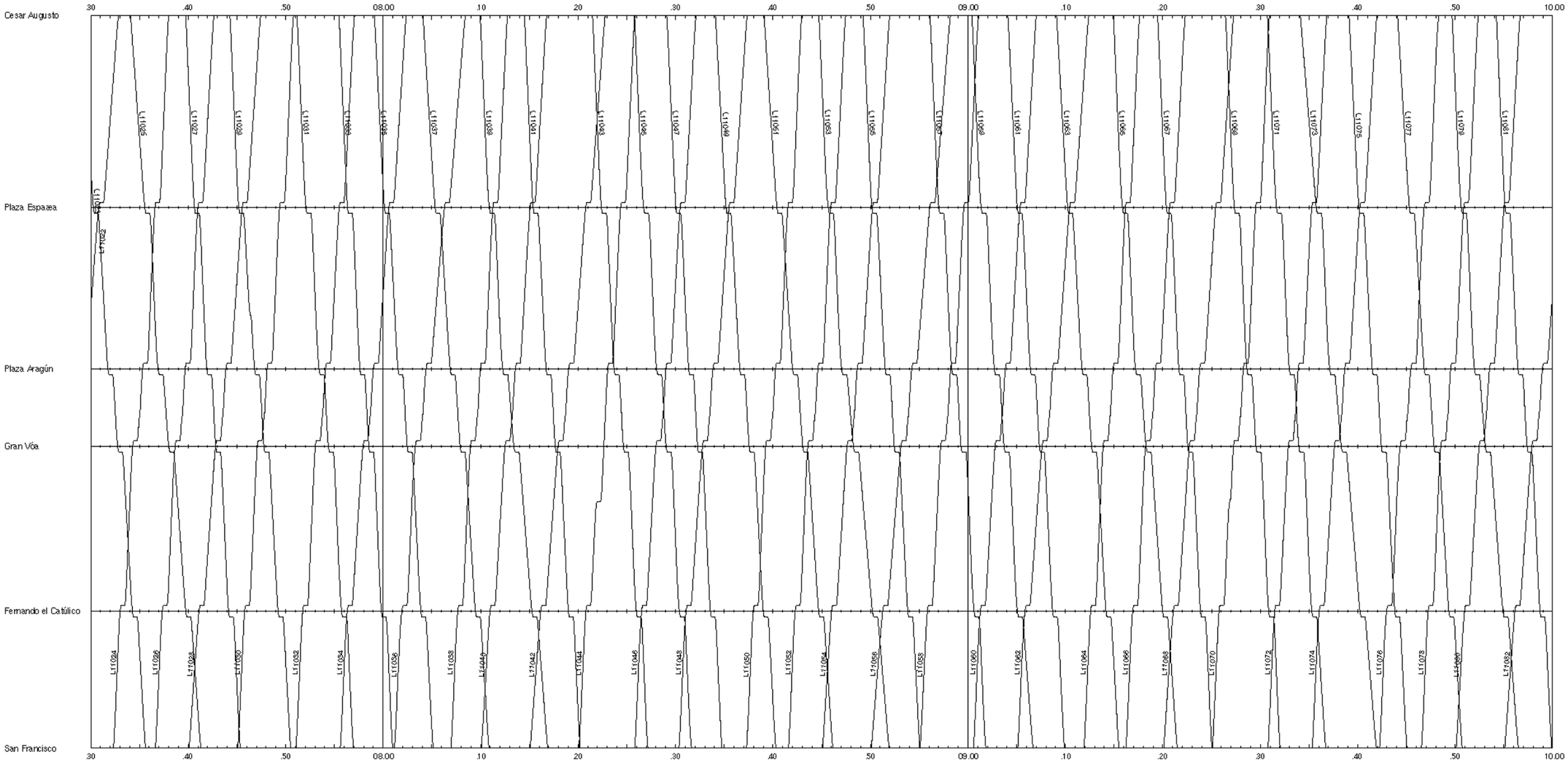
Línea este-oeste. Escenario 2. Frecuencias de 5 minutos. Semilla ("Delay scenario") 1

P08 - P13



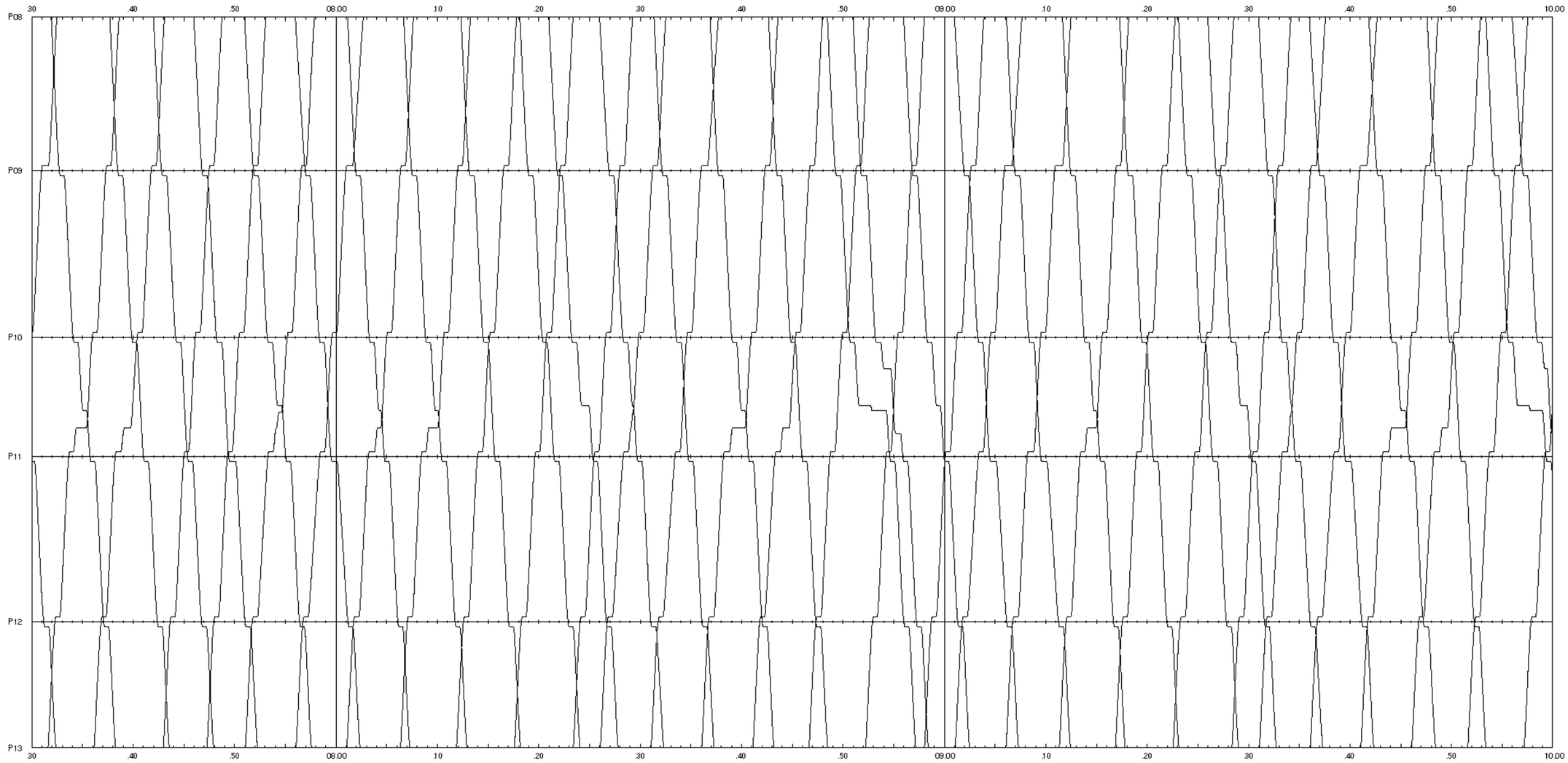
Línea 1. Escenario 2. Frecuencias de 5 minutos. Semilla ("Delay scenario") 15

Cesar Augusto - San Francisco



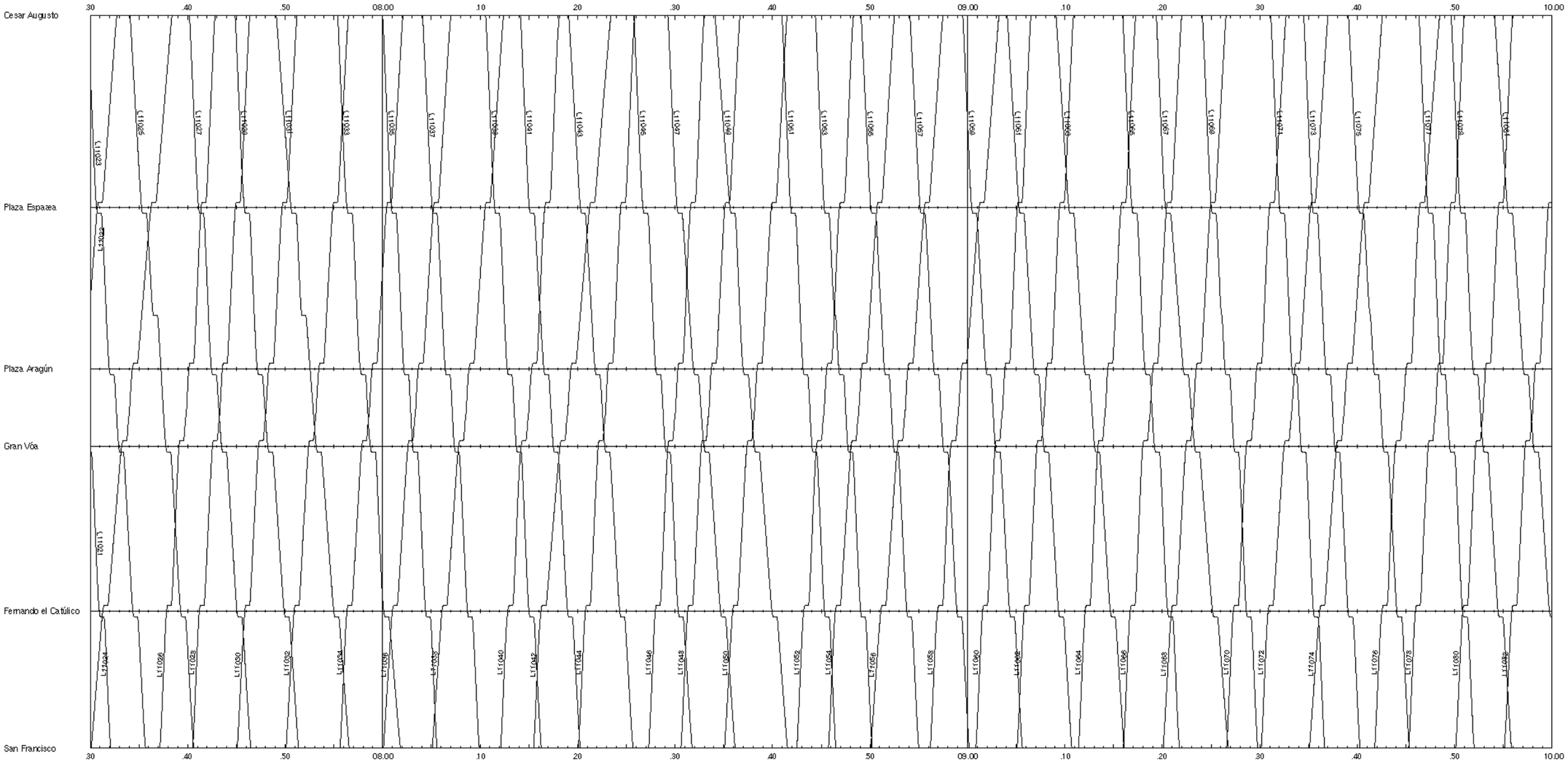
Línea este-oeste. Escenario 2. Frecuencias de 5 minutos. Semilla ("Delay scenario") 15

P08 - P13



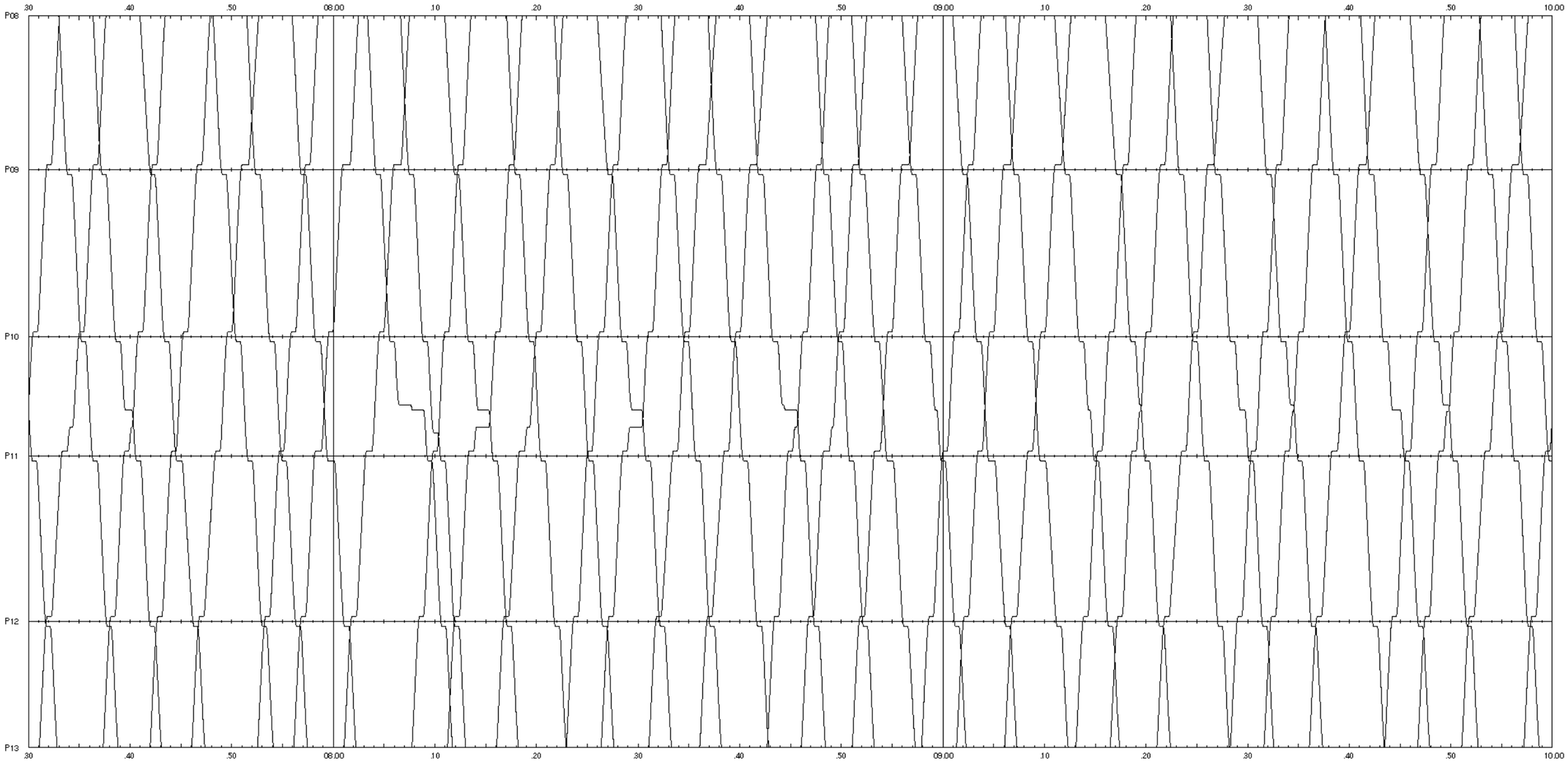
Línea 1. Escenario 2. Frecuencias de 5 minutos. Semilla ("Delay scenario") 28

Cesar Augusto - San Francisco



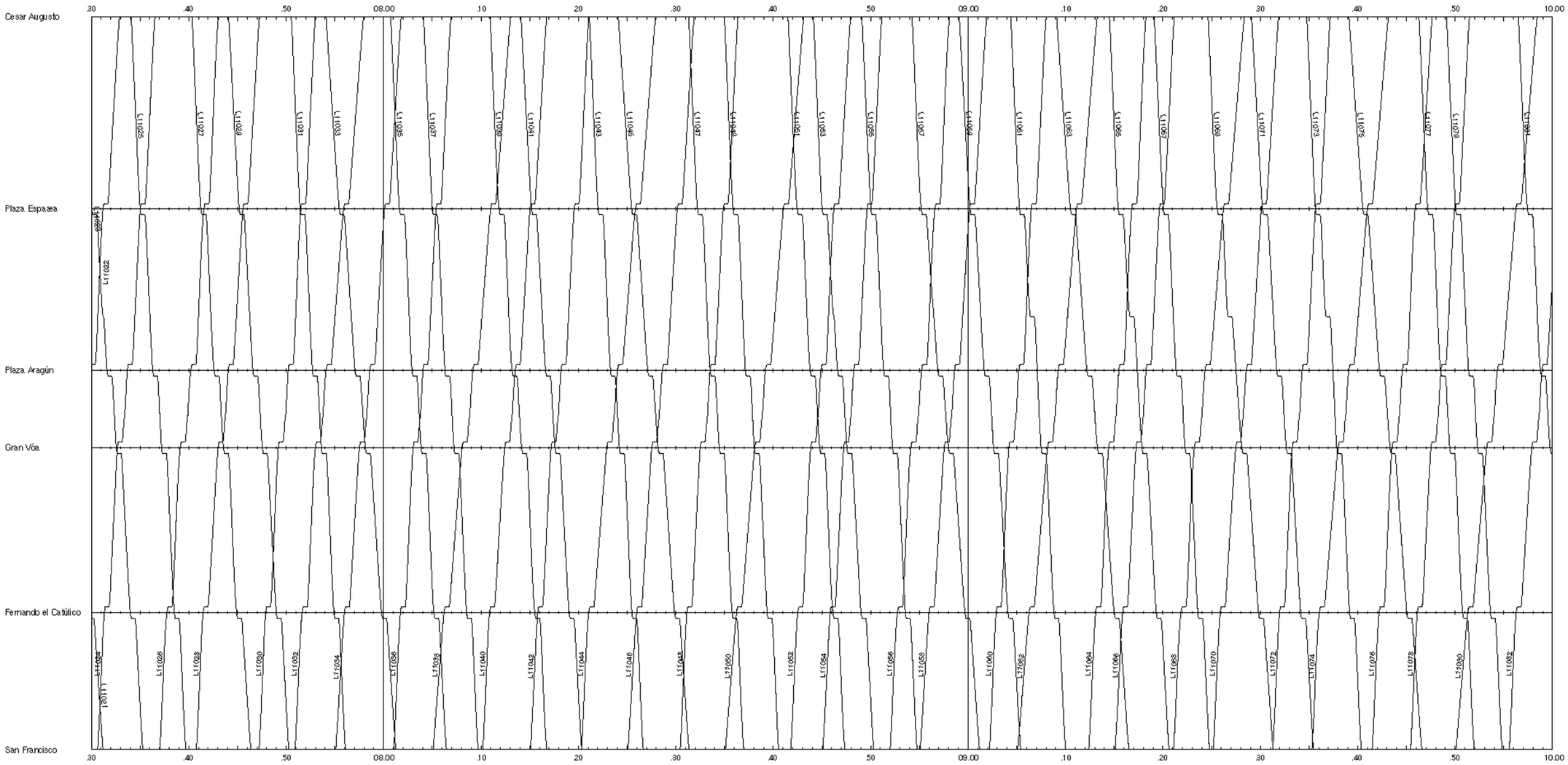
Línea este-oeste. Escenario 2. Frecuencias de 5 minutos. Semilla ("Delay scenario") 28

P08 - P13



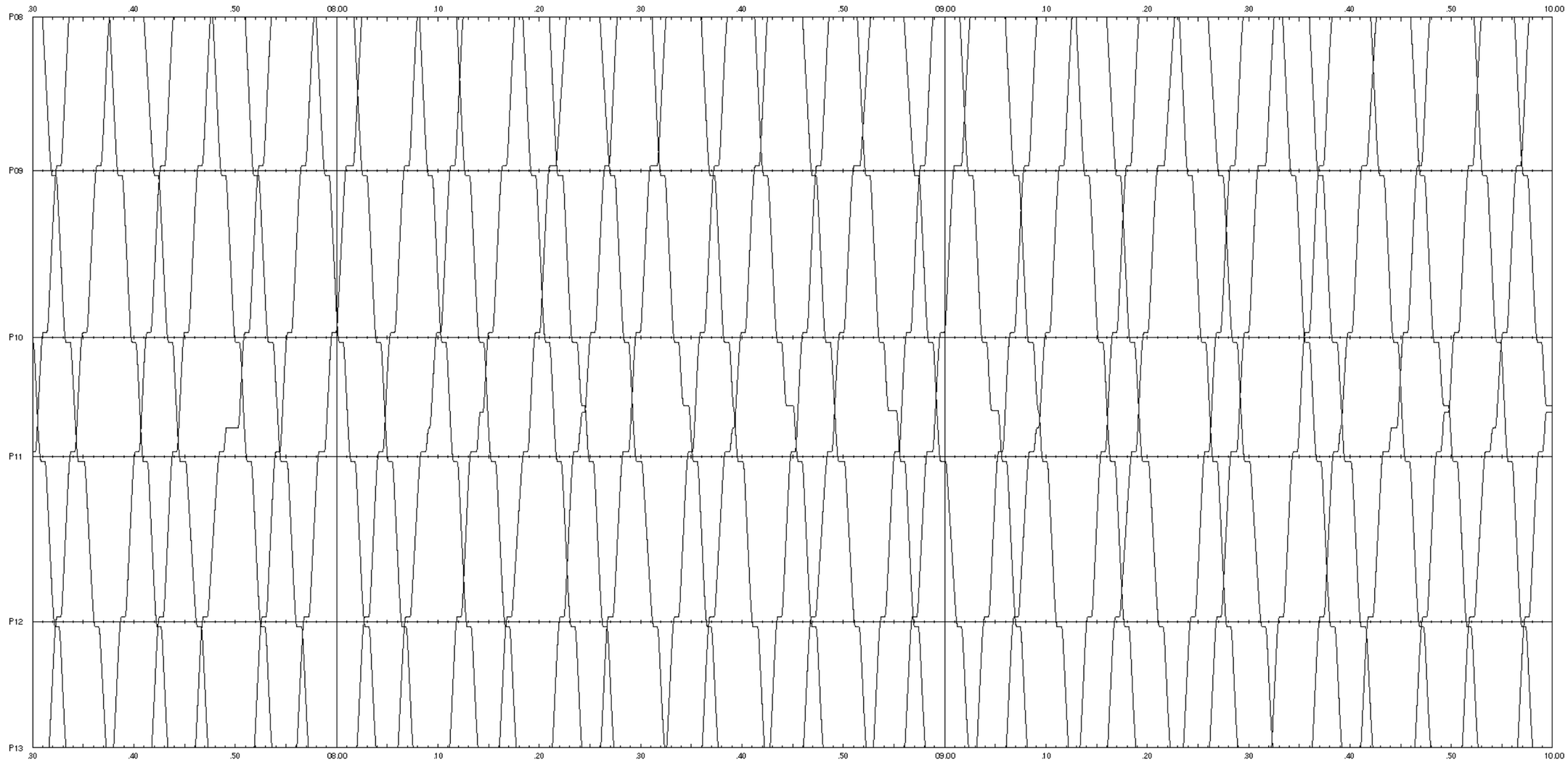
Línea 1. Escenario 2. Frecuencias de 5 minutos. Semilla ("Delay scenario") 43

Cesar Augusto - San Francisco



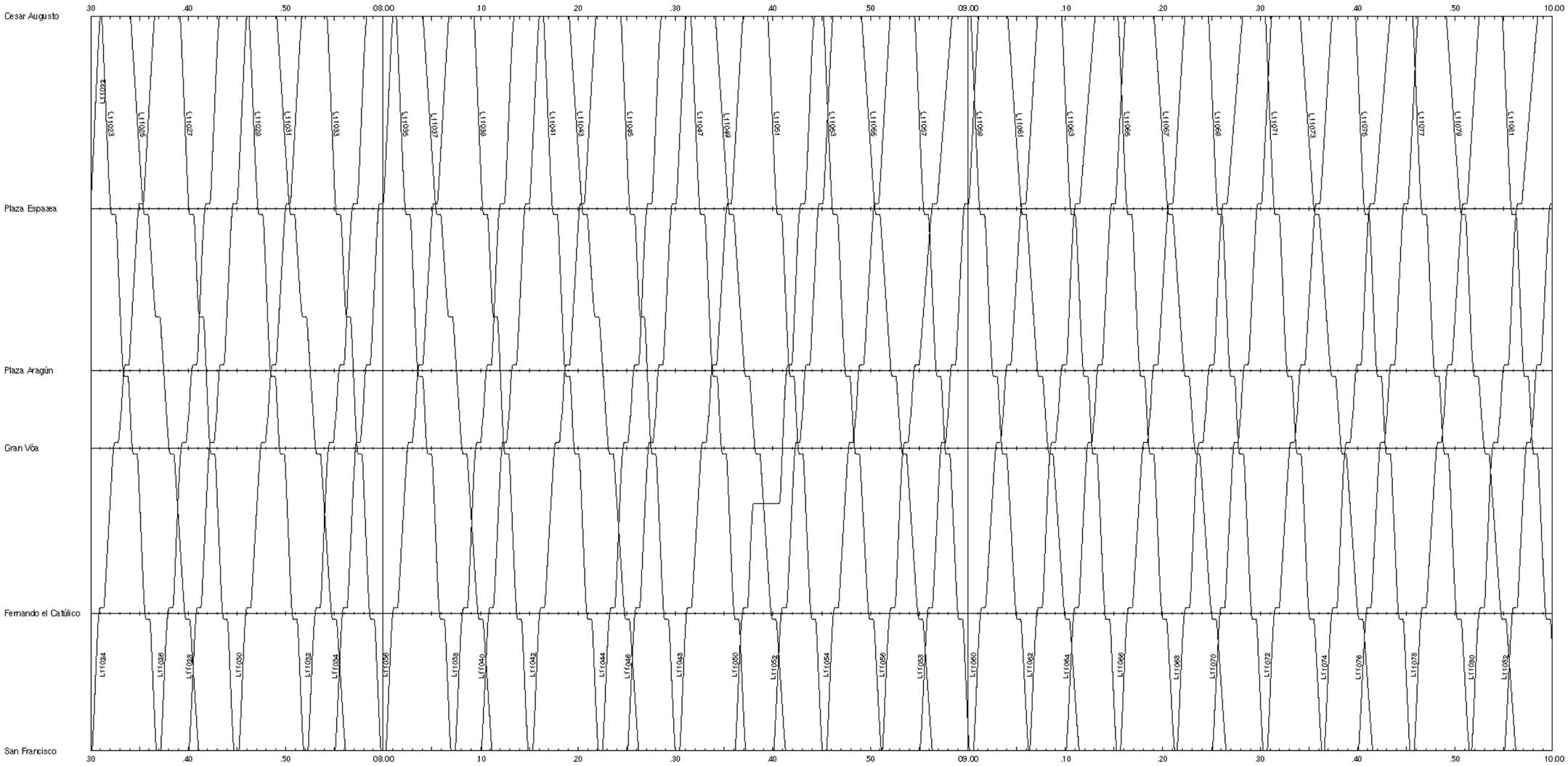
Línea este-oeste. Escenario 2. Frecuencias de 5 minutos. Semilla ("Delay scenario") 43

P08 - P13



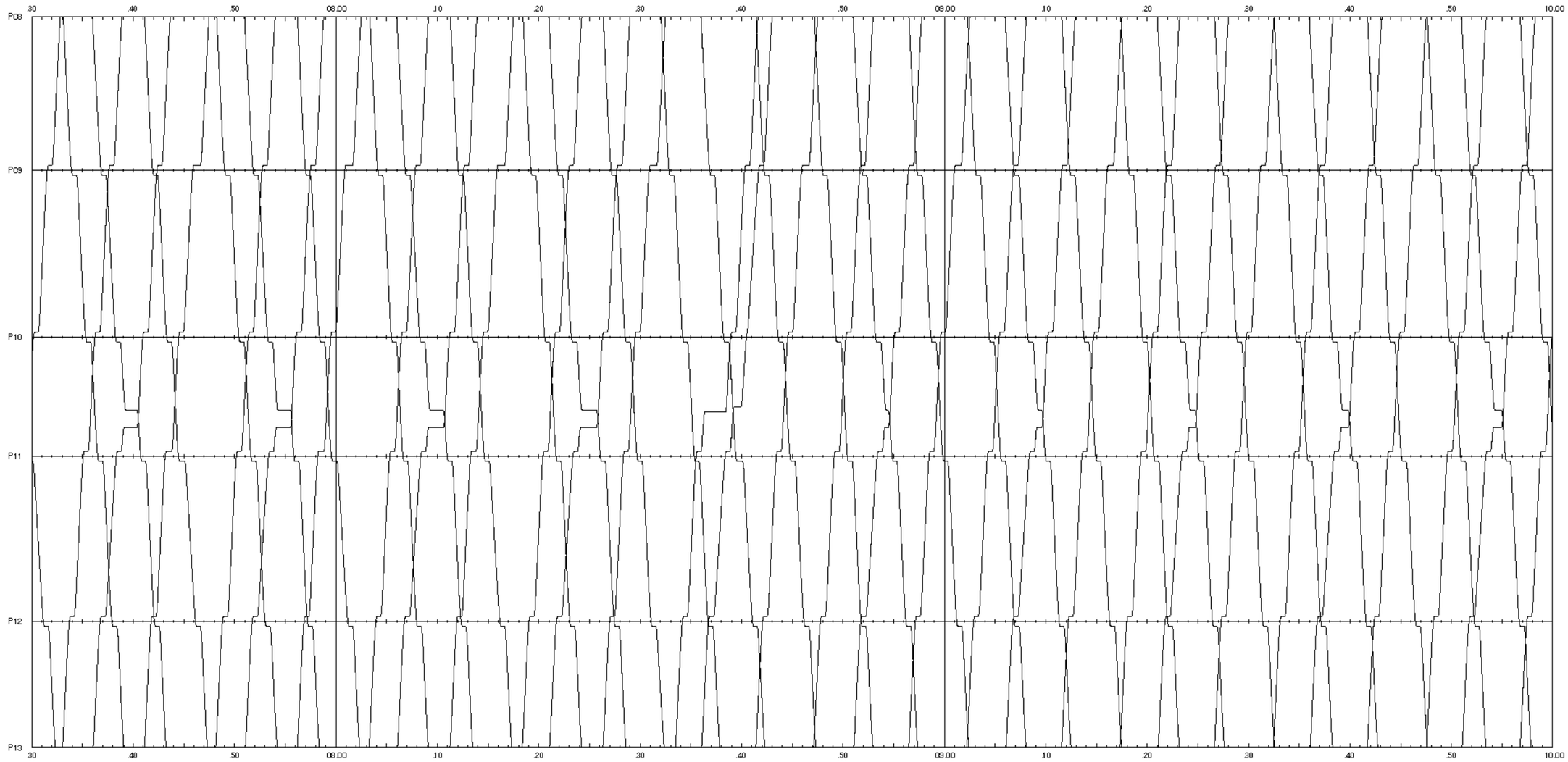
Línea 1. Escenario 2. Frecuencias de 5 minutos. Semilla ("Delay scenario") 61

Cesar Augusto - San Francisco



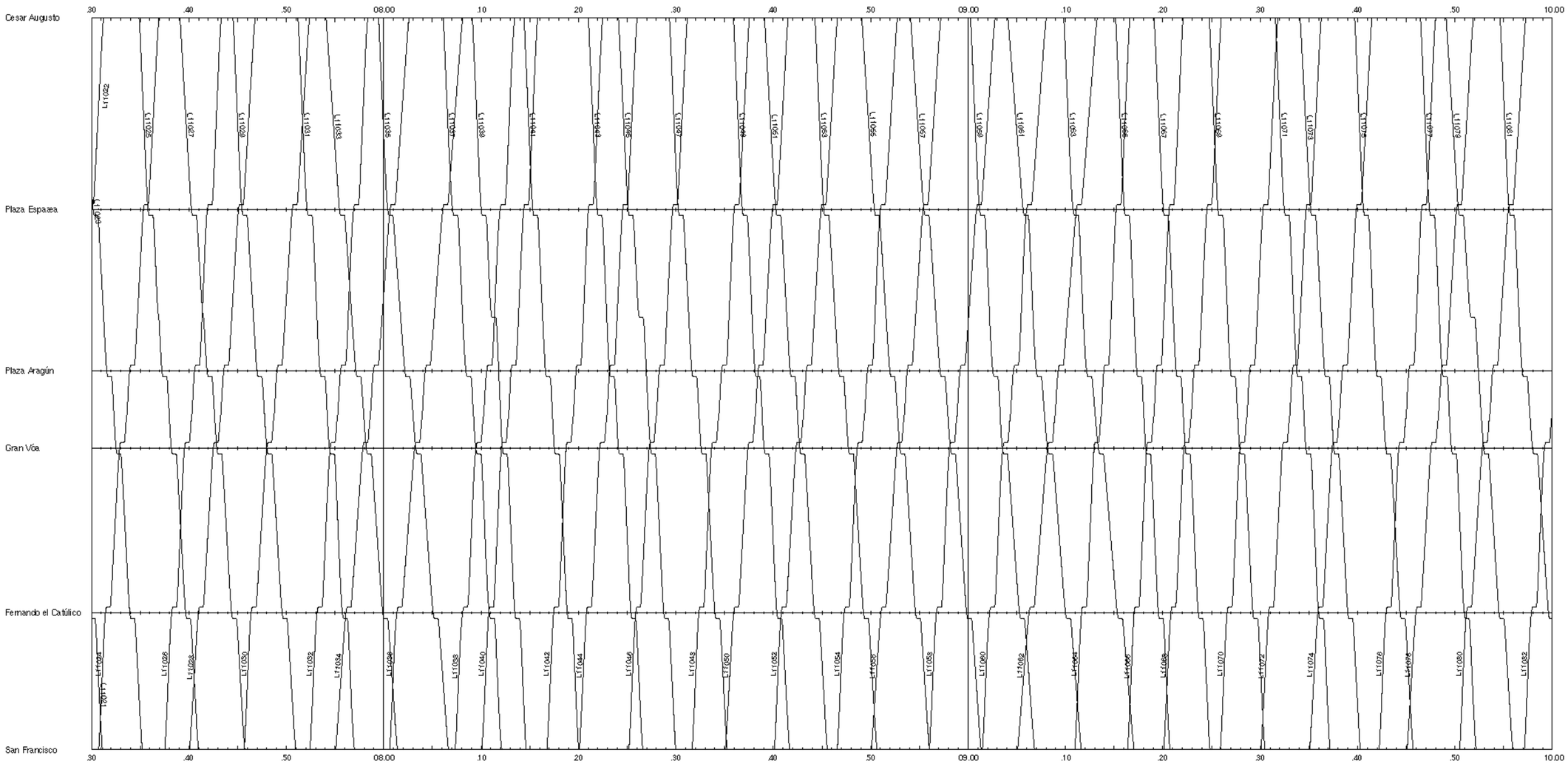
Línea este-oeste. Escenario 2. Frecuencias de 5 minutos. Semilla ("Delay scenario") 61

P08 - P13



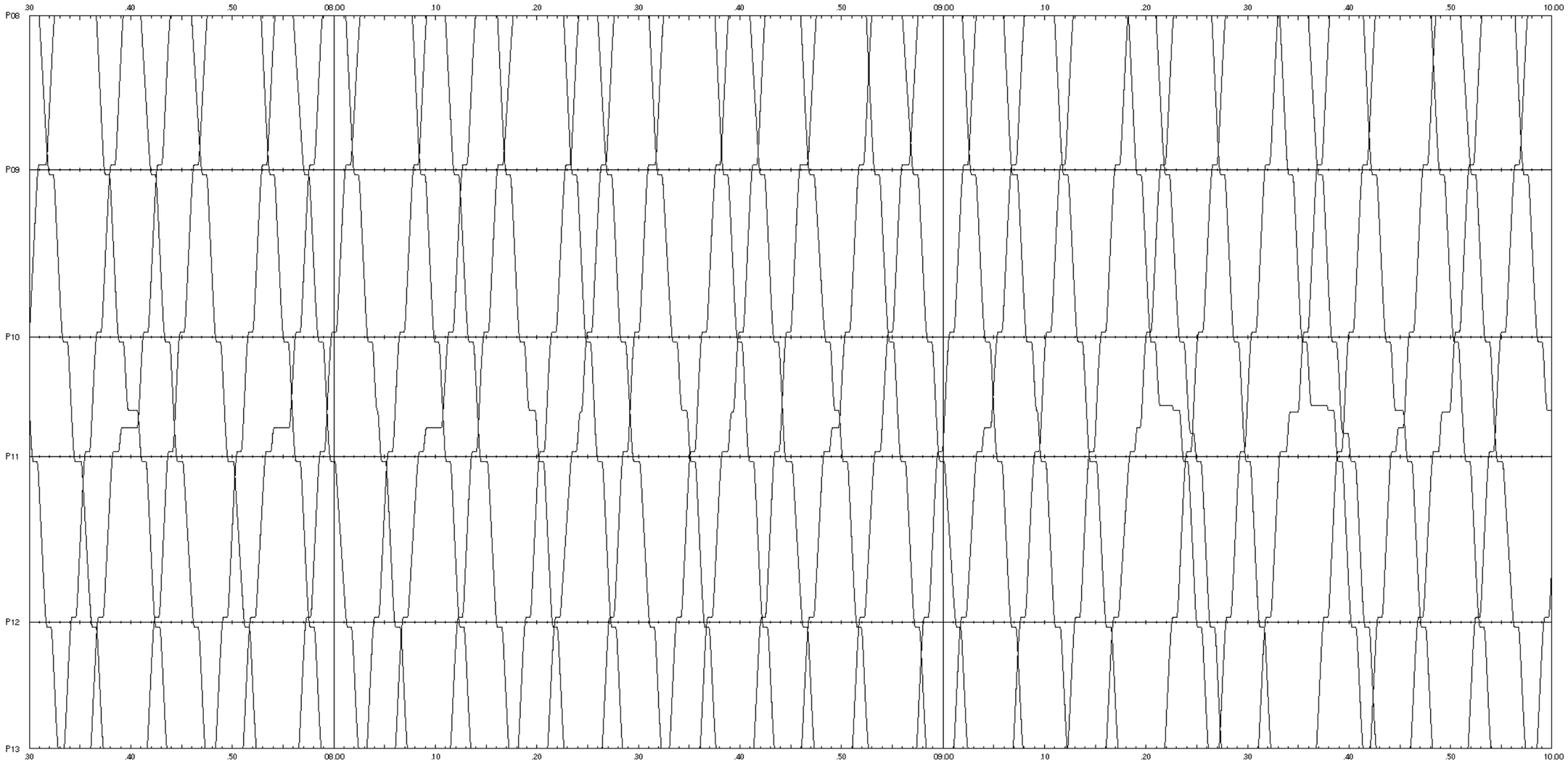
Línea 1. Escenario 2. Frecuencias de 5 minutos. Semilla ("Delay scenario") 90

Cesar Augusto - San Francisco



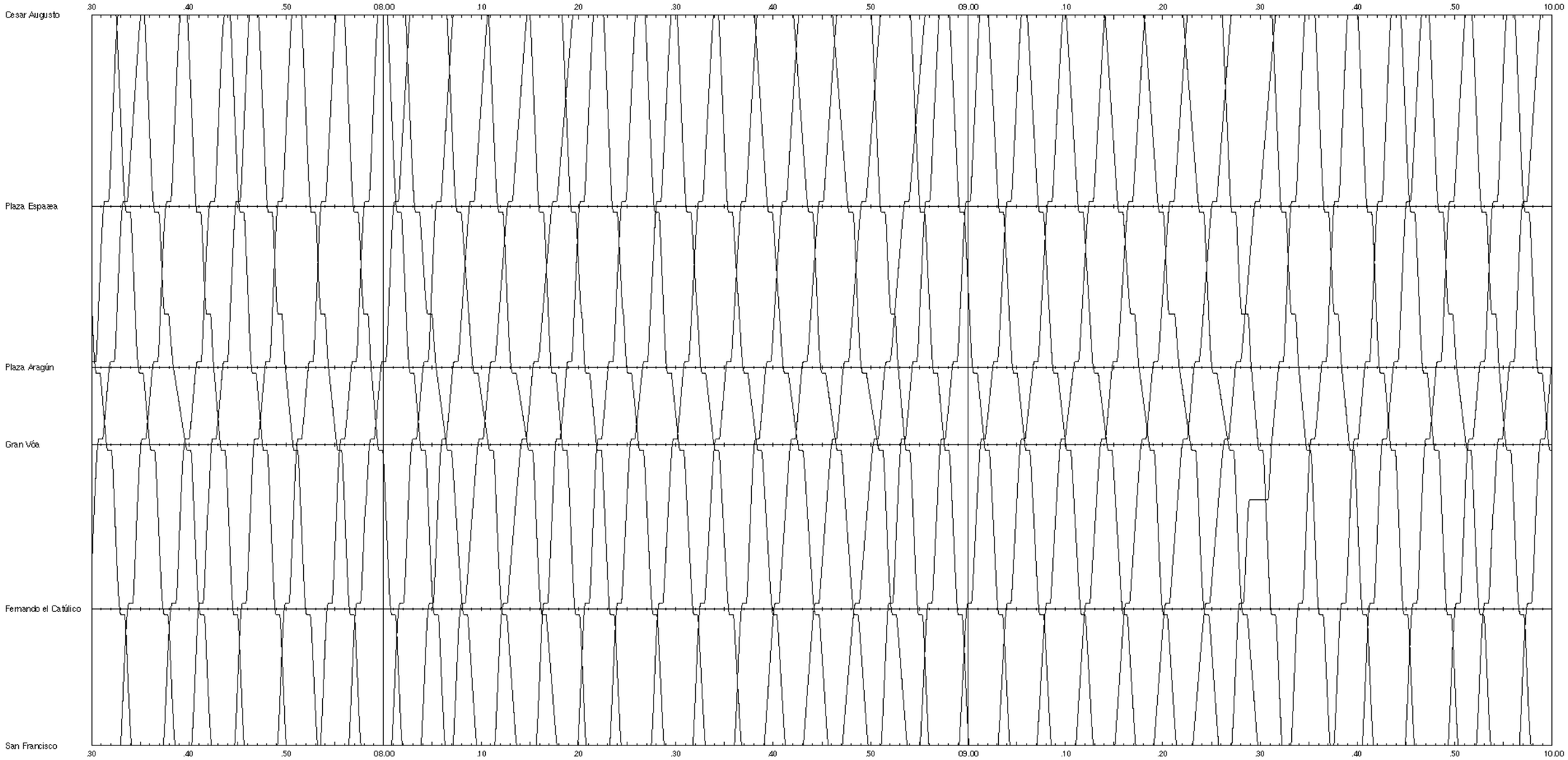
Línea este-oeste. Escenario 2. Frecuencias de 5 minutos. Semilla ("Delay scenario") 90

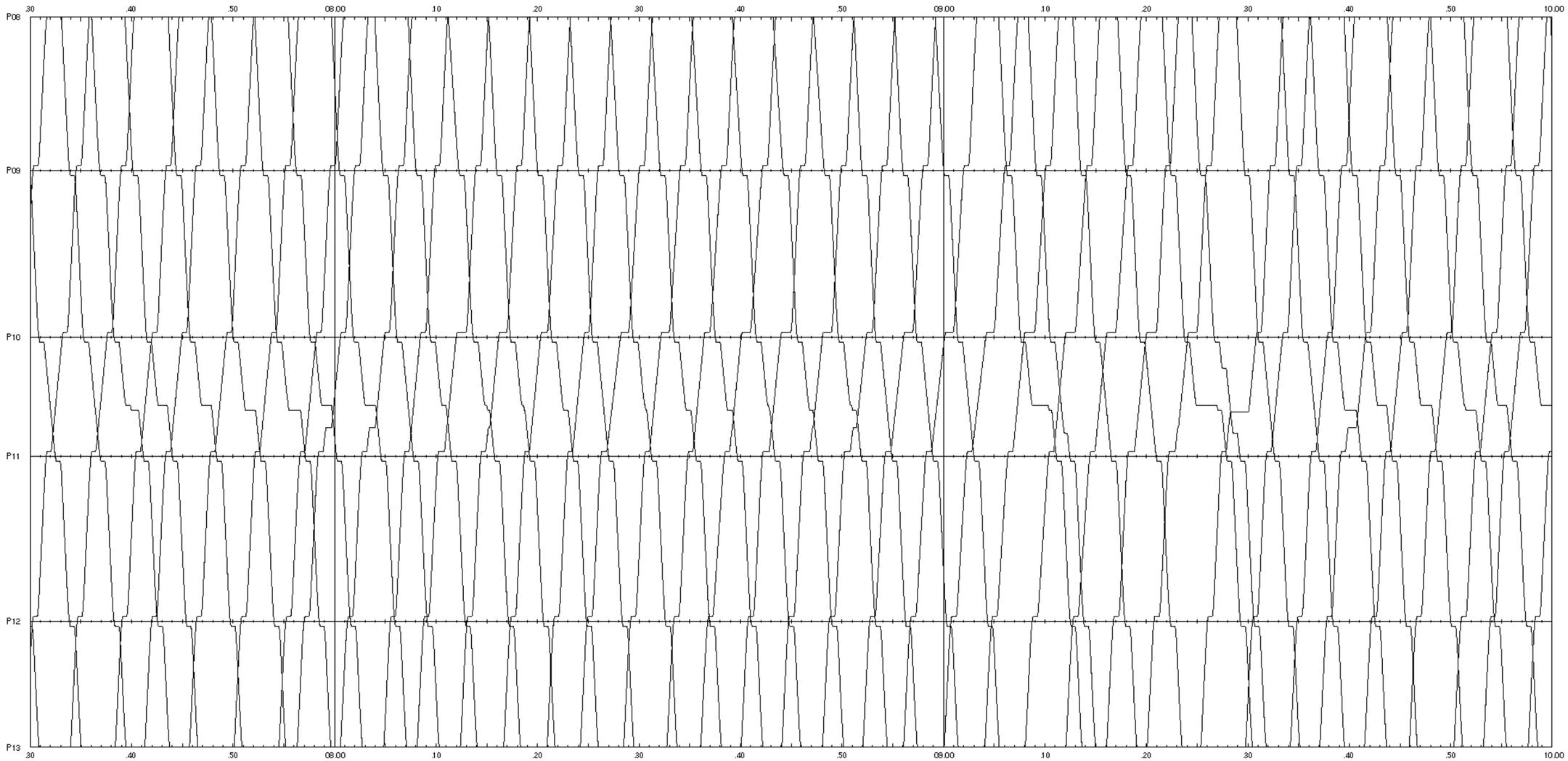
P08 - P13



Línea 1. Escenario 2. Frecuencias de 4 minutos. Semilla ("Delay scenario") 1

Cesar Augusto - San Francisco



Línea este-oeste. Escenario 2. Frecuencias de 4 minutos. Semilla ("Delay scenario") 1

P08 - P13