



**PROYECTO DE SEÑALIZACIÓN VIARIA  
DE LA AMPLIACIÓN DEL TRANVÍA  
DE VITORIA-GASTEIZ A SALBURUA**

**ANEJO 5: IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA**

Proyecto de Señalización Viaria de la ampliación del tranvía de Vitoria-Gasteiz a Salburua  
**-Anejo 5: Implantación del Sistema**

---

## Indice de Capítulos

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
2.	OBJETIVOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRIORIDAD .....	2
3.	ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN .....	3
3.1.	SISTEMA DE DETECCIÓN DEL TRANVÍA .....	3
3.2.	SITUACIÓN DE DETECTORES.....	4
3.2.1.	Detección	4
3.2.2.	Confirmación	5
3.2.3.	Presencia	5
3.2.4.	Rearme	5
3.3.	DISCO VIARIO DEL TRANVÍA.....	5
4.	FUNCIONAMIENTO DE LA PREFERENCIA .....	8
4.1.	INTRODUCCIÓN.....	8
4.2.	TIPOS DE CRUCE. FUNCIONAMIENTO DE LA PREFERENCIA .....	9
4.2.1.	El tranvía circula en una única dirección y dispone de una fase específica en cada uno de los sentidos, siendo esta la misma	10
4.2.2.	El tranvía circula en una única dirección y dispone de una fase específica en cada uno de los sentidos, siendo ésta diferente.	11
4.3.	FUNCIONAMIENTO CON PARADAS INTERCALADAS.....	11
4.4.	FUNCIONAMIENTO ANTE FALLO DE DETECTORES .....	11
4.4.1.	Fallo de un detector	12
4.4.2.	Fallo de dos detectores	14
4.4.3.	Fallo de tres detectores	15
5.	CÁLCULO DE UBICACIÓN DE ESPIRAS.....	17
5.1.	VELOCIDADES DEL TRANVÍA.....	17
5.1.1.	Sentido Florida – Salburua	17
5.1.2.	Sentido Salburua - Florida	18
5.2.	POSICIÓN ESPIRAS: SENTIDO FLORIDA – SALBURUA .....	19
5.2.1.	Cruce 1 Florida – José Lejarreta	19
5.2.2.	Cruce 2 Florida – Jacinto Benavente	21
5.2.3.	Cruce 3 Florida – Vicente Aleixandre	23
5.2.4.	Cruce 4 Florida – Los Astrónomos	24
5.2.5.	Cruce 5 Florida – Budapest - Iliada	26
5.2.6.	Cruce 6 Ilíada – Praga	27
5.2.7.	Cruce 7 Ilíada – Bulevar de Salburua	29
5.2.8.	Cruce 8 Bulevar de Salburua – La Valletta	29
5.2.9.	Cruce 9: Bulevar de Salburua – Nikosia	30
5.2.10.	Cruce 10 Bulevar de Salburua – Varsovia	31
5.2.11.	Cruce 11 Bulevar de Salburua – Portal de Elorriaga	32
5.2.12.	Cruce 12 Bulevar de Salburua – Bruselas	33
5.2.13.	Cruce 13 Bulevar de Salburua – Viena	34
5.2.14.	Cruce 14 Estrasburgo – Paseo Aeródromo – Roma -Juan Carlos I	36
5.2.15.	Cruce 15 Juan Carlos I – Paris	38
5.3.	POSICIÓN ESPIRAS: SENTIDO SALBURUA - FLORIDA.....	38
5.3.1.	Cruce 1 Florida – José Lejarreta	39
5.3.2.	Cruce 2 Florida – Jacinto Benavente	41
5.3.3.	Cruce 3 Florida – Vicente Aleixandre	43
5.3.4.	Cruce 4 Florida – Los Astrónomos	44
5.3.5.	Cruce 5 Florida – Budapest - Ilíada	46
5.3.6.	Cruce 6 Ilíada – Praga	48

Proyecto de Señalización Viaria de la ampliación del tranvía de Vitoria-Gasteiz a Salburua  
**-Anejo 5: Implantación del Sistema**

---

5.3.7.	Cruce 7 Ilíada – Bulevar de Salburua	50
5.3.8.	Cruce 8 Bulevar de Salburua – La Valletta	51
5.3.9.	Cruce 9: Bulevar de Salburua – Nikosia	51
5.3.10.	Cruce 10 Bulevar de Salburua – Varsovia	52
5.3.11.	Cruce 11 Bulevar de Salburua – Portal de Elorriaga	54
5.3.12.	Cruce 12 Bulevar de Salburua – Bruselas	55
5.3.13.	Cruce 13 Bulevar de Salburua – Viena	56
5.3.14.	Cruce 14 Estrasburgo – Paseo Aeródromo – Roma -Juan Carlos I	58
5.3.15.	Cruce 15 Juan Carlos I – Paris	60
5.4.	CABLEADOS .....	60
5.5.	RESUMEN DE UBICACIÓN DE ESPIRAS .....	61

## 1. INTRODUCCIÓN

El objeto de este anejo es describir la funcionalidad del sistema de señalización viaria del Tranvía de Vitoria.

Los contenidos de este análisis son los siguientes:

- Objetivos de la prioridad, donde se detalla la necesidad de instalar un sistema que dote de prioridad al paso del tranvía en los cruces (capítulo 2)
- Arquitectura del sistema de señalización, donde se describe el funcionamiento básico del sistema de señalización viaria implantado para el tranvía (capítulo 3).
- Funcionamiento de la preferencia, estableciendo las pautas de actuación del sistema que dota al tranvía de preferencia en los cruces en situación normal y ante cualquier fallo posible de los diferentes elementos (capítulo 4).

## 2. OBJETIVOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRIORIDAD

La inserción del tranvía en el tramo Florida - Salburua supone un nuevo flujo dentro de la circulación. Del mismo modo que en el resto de los tramos, el tranvía tendrá el objetivo de mantener una frecuencia de paso constante en el tiempo, minimizando las penalizaciones de tiempo a lo largo de su recorrido. Para ello, será necesario dotar al tranvía de prioridad de paso en los cruces con vehículos y/o peatones.

En el tramo existente, en cada uno de los reguladores de los cruces que se ven afectados por el paso del tranvía, se ha instalado un software que modifica el diagrama de fases del cruce para permitir el paso prioritario del tranvía, cuando se realiza una petición al regulador que indica la llegada al cruce de un tranvía. Esta modificación de los diagramas de fase permite asegurar un tiempo mínimo de paso seguro del tranvía en el cruce, respetando unos tiempos mínimos de verde para los movimientos incompatibles con el del tranvía.

El sistema de señalización viaria actual dispone de una serie de funcionalidades que se deberán mantener en la ampliación entre Florida y Salburua:

- **Prioridad de paso del tranvía** frente al resto de vehículos en cada uno de los cruces atravesados, minimizando la afección sobre el tráfico.
- **Monitorización de la preferencia del tranvía**, pudiendo visualizar en tiempo real la situación de los detectores y reguladores asociados al paso del tranvía. Esta aplicación permite la creación de informes y estadísticas para el control y la mejora de la explotación.
- **Fiabilidad ante fallos**, de forma que, si uno de los detectores de la señalización viaria falla y no se activa con el paso del tranvía, el sistema dispone de la lógica necesaria para desencadenar la prioridad del tranvía en el cruce con el mínimo retardo posible.

Con todo esto se consigue implantar el tranvía minimizando el impacto del mismo en los cruces que atraviesa y garantizando una velocidad de marcha y una frecuencia de explotación.

### 3. ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN

En la implantación inicial del tranvía de Vitoria, desde el punto de vista de los movimientos existentes en un cruce se pueden distinguir, de forma esquemática, tres tipos de cruce:

- **Cruces con fase compatible larga** → El tranvía tiene un movimiento compatible en el cruce de duración superior al tiempo de paso del tranvía. De esta forma la integración de la fase de tranvía se realiza haciendo coincidir el verde del movimiento del tranvía con el verde de la fase compatible.
- **Cruces con fase compatible corta** → El tranvía tiene un movimiento compatible en el cruce de duración inferior al tiempo de paso del tranvía. De esta forma la integración de la fase de tranvía en el cruce es un poco más compleja que en el caso anterior y se hace coincidir el verde del movimiento del tranvía con el verde de la fase compatible y se tendrá que alargar la duración de la misma, permitiendo así que el tranvía pueda rebasar el cruce.
- **Cruces sin fase compatible** → En este caso el tranvía no tiene ningún movimiento compatible, con lo que se hace necesario crear una fase específica para que el tranvía pueda rebasar el cruce de forma segura. Esta nueva fase sólo se activa en caso de que vaya a pasar el tranvía.

En cada uno de los cruces atravesados se hace necesario instalar un software que permita modificar los diagramas de fase para asegurar la prioridad de paso del tranvía, cuando éste realiza la petición de paso al sistema de regulación del tráfico en cada cruce (regulador).

De acuerdo, al criterio establecido por el Servicio de Tráfico del Ayuntamiento de Vitoria, todos los cruces del tramo Florida-Salburua serán tipificados como cruce con fase específica para el tranvía. El regulador podrá realizar la transición a la fase específica del tranvía desde cualquiera de las fases semafóricas del cruce y podrá retornar desde la fase tranviaria a cualquiera de las fases del cruce.

Para poder realizar el aviso de llegada y pedir la prioridad de paso, se instalan en la vía unos detectores.

#### 3.1. SISTEMA DE DETECCIÓN DEL TRANVÍA

Como ya se ha indicado anteriormente, es necesario que se realice una petición de paso desde el tranvía al sistema de regulación del tráfico en el cruce. Para poder realizar esta petición, se instalarán unos detectores en diferentes puntos de la plataforma tranviaria. De esta forma, se tratará de que la distancia entre estas detecciones a la velocidad media

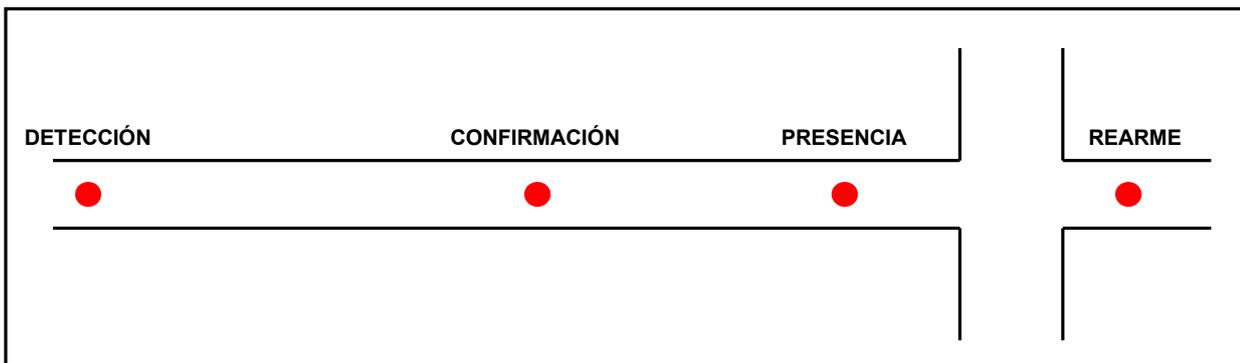
de recorrido del tranvía implique un tiempo que sea suficiente para que el regulador de tráfico pueda darle paso libre cuando éste llegue a las inmediaciones del cruce.

En el tramo Florida - Salburua, el tranvía circulará por plataforma exclusiva, por lo que, para su detección, se utilizarán espiras inductivas de detección de masa metálica. Las dimensiones de la espira vienen determinadas por la propia vía, ya que el ancho máximo de la misma es de un metro. Las espiras se conectarán al regulador a través de un detector electromagnético instalado en el propio regulador de cruce, que tendrá la capacidad para conectarse hasta cuatro espiras inductivas.

### 3.2. SITUACIÓN DE DETECTORES

Para conseguir minimizar el efecto del paso del tranvía sobre la circulación de vehículos del cruce garantizando a su vez la prioridad de paso, se utilizan cuatro puntos de detección, estando tres de ellos antes de la intersección y otro una vez rebasada la misma.

De manera esquemática podemos ver la ubicación de cada uno de ellos:



#### 3.2.1. Detección

Este detector es el primero en activarse. Está situado a una distancia tal de la intersección que permite al regulador mover las fases del cruce de manera segura para garantizar el paso del tranvía a su llegada al cruce. Esta distancia tiene que ser tal que el tiempo que tarde el tranvía en llegar al siguiente punto de detección sea igual o superior a la suma de tiempos mínimos de verde de las fases incompatibles (incluso tiempos de transiciones).

$$\text{Distancia detección - confirmación} = V_{\text{media}} * (\sum t_{\text{min fases incompatibles}} + \sum t_{\text{transición}})$$

En la ampliación entre Florida y Salburua, como todos los cruces tendrán fase específica del tranvía, el tiempo mínimo de fases incompatibles se corresponderá con el mayor valor del tiempo mínimo asignado a cada fase y sus correspondientes tiempos de transición.

### 3.2.2. Confirmación

Este segundo detector se sitúa en un punto desde el cual el tranvía pueda ver el disco (semáforo) del cruce y a una distancia tal de la intersección que le permita frenar con seguridad en caso de que el disco indique que no está permitido el paso.

Para la ubicación de este detector se tiene en cuenta una serie de datos, como son:

- El tiempo de reacción del conductor (3 segundos)
- La velocidad de circulación del tranvía en cada una de las zonas (estando ésta limitada no sólo por la explotación sino también por los parámetros de diseño de la plataforma tranviaria).
- Distancia de frenado necesaria para cada una de las velocidades a las que circula el tranvía. Esta distancia está condicionada por las características del material móvil.

$$\text{Distancia confirmación - presencia} = V_{\text{media}} * (\text{Tiempo reacción}) + \text{Distancia frenado}$$

### 3.2.3. Presencia

Este tercer detector se sitúa a pie de cruce, a aproximadamente 5 metros antes de la posición del disco tranviario. Desde este punto, el conductor del tranvía puede ver perfectamente la señal, en caso de que se encuentre en su posición de parado. Con la activación de este detector, se confirma al regulador que el tranvía va a atravesar el cruce, con lo que a partir de este momento se asegura que la fase de tranvía dura al menos el tiempo de paso del tranvía.

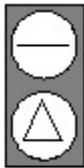
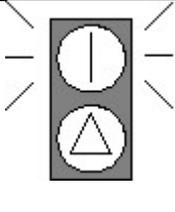
### 3.2.4. Rearme

Este cuarto y último detector del cruce se sitúa justo una vez que el tranvía rebasa la intersección, aproximadamente 5 metros después. De esta forma el regulador de tráfico conoce el momento en el que puede desencadenar el ámbar del cruce y pasar a verde las fases no compatibles con el movimiento del tranvía, ya que éste ha abandonado la intersección.

## 3.3. DISCO VIARIO DEL TRANVÍA

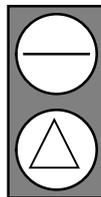
El aspecto del disco viario del tranvía consiste en dos focos de LEDs blanco. El de arriba dispone de una barra horizontal (significado de rojo o no pasar) y otra vertical (significado de verde o paso libre), mientras que el foco inferior dispone de un triángulo, cuyo encendido implica la activación del sistema.

Los diferentes estados de este disco viario del tranvía son los siguientes:

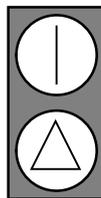
			
Sistema en reposo. Paso Prohibido	Sistema de detección activo. Paso Prohibido	Sistema de detección activo. Paso permitido.	Sistema de detección activo Anuncia cambio a paso prohibido

A continuación, se va a describir, cómo a medida que los diferentes detectores del cruce se van activando, varía el aspecto de la señal viaria del tranvía (situada a pie de la intersección).

Cuando el tranvía pasa por el punto donde se ubica la **detección**, el regulador comienza a realizar las operaciones pertinentes para poder gestionar la petición del paso del tranvía, de tal modo que cuando éste llegue al punto de confirmación pueda tener paso libre. Aunque desde este punto el conductor del tranvía no puede ver el disco viario, éste cambia al activarse el punto de detección, a situación de Sistema activo:



Una vez que el tranvía pase por el punto de **confirmación**, el conductor del tranvía ya puede ver el aspecto que presenta la señal viaria del tranvía. En ese momento el aspecto de la misma debe indicar que el sistema está activo (triángulo encendido) y paso libre (barra vertical):



En caso de que el regulador aún no le haya podido dar "verde" a la fase del tranvía (disco viario en misma posición que en el punto de detección, triángulo encendido y barra horizontal), éste tiene distancia suficiente para frenar con seguridad, tal y como se ha descrito anteriormente.

Proyecto de Señalización Viaria de la ampliación del tranvía de Vitoria-Gasteiz a Salburua  
**- Anejo 5: Implantación del Sistema**

Justo antes de entrar en la intersección, se activa el detector de **presencia**. El aspecto de la señal del tranvía es el mismo, triángulo encendido y barra vertical. De esta forma el regulador conoce el momento exacto en el que el tranvía entra en el cruce. A partir de este momento garantiza un tiempo de paso mínimo, el que tarda el tranvía en atravesar la intersección. Se deberá garantizar el tiempo de paso tanto de las unidades cortas como de las unidades largas. Una vez que el tranvía pasa por este punto y al de tres segundos, el aspecto del disco pasa a ámbar y luego a reposo:

Al pisar presencia	Al de tres segundos de pasar por presencia	Situación de reposo

Cuando el tranvía pisa **rearme**, el regulador del cruce dará paso al resto de las fases del cruce. La señal tranviaria permanecerá en estado de reposo, tal y como estaba después del ámbar desencadenado al de tres segundos de activarse presencia.

## 4. FUNCIONAMIENTO DE LA PREFERENCIA

### 4.1. INTRODUCCIÓN

Tal y como se ha descrito anteriormente, el funcionamiento normal de la prioridad permite activar la prioridad del tranvía desde el punto de detección, para que el aspecto de la señal viaria del tranvía sea el de permitir el paso cuando éste llegue a confirmación y lo mantenga así hasta que se active el detector de rearme.

A continuación, se va a describir la funcionalidad de la que disponen los reguladores de tráfico en los cruces que sean atravesados por la plataforma tranviaria, pudiendo gestionar las peticiones de paso del tranvía con prioridad.

Se describen no sólo las diferentes situaciones de las intersecciones afectadas, sino también la forma de actuar de estos reguladores ante el fallo de alguno de los detectores.

Previamente es necesario, a partir de la información de la situación de detectores explicada en los puntos anteriores, definir los siguientes parámetros:

<b>Tiempo de paso (TP)→</b>	Tiempo que tarda el tranvía en atravesar la intersección, desde que el testero invade el cruce hasta que éste comienza a abandonarlo.
<b>Tiempo de verde del tranvía (TV)→</b>	Tiempo que la fase del tranvía debe estar en verde, en teoría, desde que éste pisa confirmación hasta que se activa el detector de rearme.
<b>Tiempo mínimo fase no compatible con el tranvía →</b>	Es el tiempo de verde de las fases no compatibles con el tranvía a respetar en cada uno de los cruces atravesados por la plataforma tranviaria.
<b>T<sub>D-C</sub> →</b>	Tiempo que tarda el tranvía desde que activa el detector de detección hasta que pasa por confirmación. Se calcula en función de la velocidad media a la que circula el tranvía en las diferentes zonas, si bien se ha tenido también en cuenta tramos en los que el tranvía pueda estar circulando con movimiento uniformemente acelerado/decelerado. Este tiempo ha de ser igual al mayor de los tiempos mínimos del resto de las fases del cruce más los tiempos de las transiciones, tal y como se ha explicado anteriormente.

<b><math>\Delta T_{D-C} \rightarrow</math></b>	Ventana de tiempo en la que el regulador esperará que se active el detector de confirmación una vez que ha recibido la petición desde el punto de detección.
<b><math>T_{C-P} \rightarrow</math></b>	Tiempo que tarda el tranvía desde que activa el detector de confirmación hasta que pasa por presencia. El aspecto del disco deberá permitirle el paso por la intersección. En caso de no ser así la distancia entre estos dos puntos permitirá frenar con seguridad. Este parámetro se corresponderá con la equivalencia en tiempo de la distancia entre la espira de confirmación y la de presencia (tiempo de reacción más tiempo de frenado).
<b><math>\Delta T_{C-P} \rightarrow</math></b>	Ventana de tiempo en la que el regulador esperará que se active el detector de presencia una vez que ha recibido la petición desde el punto de confirmación. Se mantiene el verde de la fase tranviaria.
<b><math>T_{P-R} \rightarrow</math></b>	Tiempo que tarda el tranvía desde que activa el detector de presencia hasta que pasa por rearme. Se calcula en función de la velocidad media a la que circula el tranvía en las diferentes zonas. La fase del tranvía durante este tiempo permanece en verde.
<b><math>\Delta T_{P-R} \rightarrow</math></b>	Ventana de tiempo en la que el regulador espera que se active el detector de rearme una vez que ha recibido la petición desde el punto de presencia. Una vez transcurrido este tiempo el regulador desencadena el ámbar del cruce poniendo en rojo la fase tranviaria y dando verde a las fases no compatibles con el tranvía.

#### 4.2. TIPOS DE CRUCE. FUNCIONAMIENTO DE LA PREFERENCIA

En primer lugar, es necesario establecer que todos los cruces atravesados por la plataforma tranviaria tienen una limitación en la duración de su ciclo mínimo que en Vitoria se encuentra habitualmente entre 80 y 100 segundos. Además, la sincronización de los mismos se realizará en un ciclo como máximo.

Cuando el tranvía supera el detector de confirmación y el disco viario del tranvía está en posición de paso, el regulador no lo cambiará a 'no paso' hasta que haya rebasado el cruce

(una vez activado presencia, pasa a ámbar y después a reposo), es decir, hasta que pisa presencia.

Puede suceder que tarde un tiempo mayor a  $T_{C-P} + \Delta T_{C-P}$ . Esta situación sólo puede darse en caso de que un tranvía por diferentes motivos haya quedado atrapado entre el punto de confirmación y presencia o por fallo del detector de presencia. En este caso el aspecto del disco pasa a reposo.

Estas son las diferentes situaciones en las que se va a encontrar un regulador afectado por el cruce de la plataforma tranviaria. A continuación, se analizan cada una de ellas:

#### 4.2.1. El tranvía circula en una única dirección y dispone de una fase específica en cada uno de los sentidos, siendo esta la misma

La situación en la que se puede encontrar el regulador puede ser una de las siguientes:

- No existe ninguna restricción para la aparición de la fase del tranvía. En este caso, una vez recibida la petición de paso, el regulador establecerá el cambio a la fase del tranvía para cuando éste llegue a confirmación ( $T_{D-C}$  o  $T_{D-C} + \Delta T_{D-C}$ ). La fase del tranvía terminará cuando se active el detector del rearme o se supere ( $TP-R + \Delta TP-R$ ).
- Hay una restricción de encadenado de fases. Esta restricción indica que la fase del tranvía sólo puede aparecer después de una o varias fases previamente definidas. En este caso, una vez recibida la petición de paso, el regulador restringirá las fases intermedias y no compatibles con el tranvía, entre la que está y la primera más próxima de las definidas como anterior al tranvía (incluida ésta), al tiempo mínimo si fuera necesario para que cuando llegue éste al punto de confirmación pueda comenzar la fase del tranvía. Al igual que antes, esta fase terminará cuando se active el detector de rearme. A priori, esta situación no tiene por qué generarse en los cruces de la ampliación a Salburua, ya que, tal y como se ha indicado previamente, la fase específica del tranvía se podrá introducir desde cualquiera de las fases del cruce. En cualquier caso, se mantiene la descripción de esta situación, por si finalmente en el replanteo de la instalación, pudiera considerarse adecuado establecer esta restricción de encadenado de fases.

Una vez que aparece la fase del tranvía, cuando éste pisa confirmación, ésta puede tener una duración variable (en función de la velocidad del mismo). De esta forma y para asegurar que el rebase de la intersección se realiza de manera segura, la fase del tranvía dura hasta que se active el detector de rearme.

Una vez que ha finalizado la fase del tranvía, el regulador comienza el proceso de ajuste a fin de sincronizarse de nuevo lo antes posible, como máximo en un ciclo. El proceso de ajuste puede ser el estándar del que disponga el regulador, con sus propios parámetros y restricciones o mediante el siguiente proceso:

- El regulador resta al total de tiempos descontados el tiempo utilizado por la fase del tranvía.
  - Si el resultado es positivo, reparte este tiempo entre las fases afectadas y se los suma a medida que aparezcan.
  - Si el resultado es negativo, mira si en valor absoluto es mayor o menor que el valor en segundos del porcentaje de ciclo definido en un parámetro programable. En caso de ser menor reparte este tiempo entre las fases afectadas y se lo resta a medida que aparezcan. En caso de ser mayor, reparte entre todas las fases la diferencia entre el valor de ciclo y el saldo negativo.

#### 4.2.2. El tranvía circula en una única dirección y dispone de una fase específica en cada uno de los sentidos, siendo ésta diferente.

En esta situación funciona exactamente igual al descrito en el punto anterior, teniendo preferencia de paso el tranvía que pise antes detección.

### 4.3. FUNCIONAMIENTO CON PARADAS INTERCALADAS

La operativa será tal que el tranvía parará siempre en cada parada un tiempo estimado de 20 segundos.

Cuando la parada se encuentre entre la espira de detección y el cruce, el regulador tendrá en cuenta los 20 segundos de parada en el cálculo de la posición de la espira de detección.

Se evitará disponer de puntos de detección mantenidos en el tiempo, es decir, en la zona de estacionamiento del tranvía en la parada.

En el caso de que haya un cruce delante de la parada, la espira de confirmación y de presencia serán la misma y se situarán a la salida de la parada.

### 4.4. FUNCIONAMIENTO ANTE FALLO DE DETECTORES<sup>1</sup>

El funcionamiento de la preferencia del tranvía se basa en la activación de cuatro detectores posicionados a lo largo de la vía, tal y como se ha descrito en los apartados

---

<sup>1</sup> A lo largo del documento, se utilizará indistintamente el término <detector> y el término <espira>.

anteriores. A continuación, se va a analizar cómo se comporta este sistema en caso de que no se produzca la activación de todos los detectores, consiguiendo así un sistema fiable ante fallos.

Cada vez que se produzca un fallo de un elemento, el sistema de regulación de tráfico del Ayuntamiento activará una alarma en tiempo real, la cual quedará almacenada en la base de datos del sistema de monitorización de la preferencia.

#### 4.4.1. Fallo de un detector

En el caso de que falle un único detector, a continuación, se analiza cómo se comporta el sistema de preferencia del tranvía en función de la señal que no reciba el regulador de tráfico:

##### 4.4.1.1 Fallo del Detector de Detección.

En caso de que la espira de detección falle, al regulador de tráfico del cruce que va a atravesar el tranvía le llega como primera señal la de del detector de confirmación. El regulador de tráfico gestiona la petición con prioridad.

Dado que todos los cruces serán con fase específica del tranvía, en el instante en el que se realiza la petición, el aspecto del disco viario del tranvía pasa de su situación de reposo a la de "Sistema activo. Prohibido el paso". A partir de este momento revisa si ha pasado el tiempo mínimo de verde de las fases no compatibles con el tranvía, para poner en rojo las mismas y poder poner en verde, lo antes posible, la fase tranviaria. De esta forma, cuando se pueda poner esta fase el aspecto del disco viario del tranvía pasa a la situación de "Sistema activo. Paso libre".

Una vez que el tranvía active el detector de presencia, el regulador se comporta como en la situación de funcionamiento normal, al igual que en lo referente a la sincronización del cruce.

##### 4.4.1.2 Fallo del Detector de Confirmación.

En caso de que la espira de confirmación falle, la situación puede ser diferente en función del tiempo que tarde desde el punto de detección hasta el de presencia y por otro lado, del tipo de cruce que atravesemos.

De esta forma se tiene que:

**Si  $(T_{D-C} + A T_{D-C}) > \text{Tiempo que tarda el tranvía desde detección hasta presencia}$ :**

- Cruce con fase específica.

- Cuando el tranvía active el detector de presencia, el aspecto del disco viario del tranvía se mantendrá en "Sistema activo. Prohibido el paso". A partir de este momento revisará si ha pasado el tiempo mínimo de verde de las fases no compatibles con el tranvía, para poner en rojo las mismas y poder poner en verde, lo antes posible, la fase tranviaria. De esta forma, cuando se pueda poner en verde esta fase, el aspecto del disco viario del tranvía pasará a la situación de "Sistema activo. Paso libre".

**Si  $(T_{D-C} + \Delta T_{D-C}) < \text{Tiempo que tarda el tranvía desde detección hasta presencia}$ :**

Cuando el tranvía se acerca a su disco viario, observa que este se encuentra en su aspecto de reposo. Al activarse el detector de presencia pasará a "Sistema activo. Prohibido el paso". Una vez en este punto actuará de la misma forma descrita anteriormente.

#### 4.4.1.3 Fallo del Detector de Presencia.

En el caso de que falle la espira de presencia, el conductor del tranvía en marcha normal no aprecia este fallo. Cuando el regulador recibe detección y confirmación da paso libre al tranvía, el cual atravesará el cruce sin activarse presencia. En este momento pueden darse diferentes situaciones en función del tiempo de paso:

**Si  $(T_{C-P} + \Delta T_{C-P}) > \text{Tiempo que tarda el tranvía desde confirmación hasta rearme}$ :**

El regulador en este caso desencadenará el ámbar cuando se active el detector de rearme.

**Si  $(T_{C-P} + \Delta T_{C-P}) < \text{Tiempo que tarda el tranvía desde confirmación hasta rearme}$ :**

El regulador activa el ámbar del cruce una vez transcurrido el tiempo  $(T_{C-P} + \Delta T_C)$ . El tranvía está dentro del cruce cuando se produzca esta situación y debe terminar de rebasar la intersección con precaución. La activación del detector de rearme no ejecuta ninguna acción en el regulador.

#### 4.4.1.4 Fallo del Detector de Rearme.

En el caso de que falle este detector, una vez pasado  $(T_{P-R} + \Delta T_{P-R})$  el cruce desencadena el ámbar del cruce. Esta situación penaliza el tiempo disponible en el ciclo para el tráfico en  $\Delta T_{P-R}$ .

#### 4.4.2. Fallo de dos detectores

En el caso de que fallen dos detectores, se va a analizar cómo se comportará el sistema de preferencia del tranvía en función de las señales que reciba el regulador de tráfico:

##### 4.4.2.1 Fallo del Detector de Detección y Confirmación.

En caso de que el detector de detección y confirmación fallen, al regulador de tráfico del cruce que va a atravesar el tranvía sólo le llega el detector de presencia. El conductor del tranvía observa que el aspecto de su señal viaria está en reposo y que pasa a situación de "Sistema activo. Prohibido el paso" una vez que se activa el detector de presencia.

En esta situación, el regulador gestiona la petición de paso con prioridad actuando como en los casos anteriormente descritos.

##### 4.4.2.2 Fallo del Detector de Detección y Presencia.

En este caso, el regulador de tráfico recibe la petición de paso por parte del tranvía cuando se activa el detector de confirmación, gestionando a partir de este momento la prioridad de paso del tranvía. El aspecto de la señal viaria del tranvía pasa del estado de reposo al de "Sistema activo. Prohibido el paso".

En el momento en que el regulador pueda poner en verde la fase tranviaria, cambia la señal al aspecto de "Sistema activo. Paso libre". Cuando pase un tiempo ( $T_{C-P} + \Delta T_{C-P}$ ) y el regulador no haya recibido la señal de presencia, desencadena el ámbar del cruce a no ser que ya haya recibido la señal de rearme.

##### 4.4.2.3 Fallo del Detector de Detección y Rearme.

Al igual que en el caso anterior, el regulador de tráfico recibe la petición de paso por parte del tranvía cuando se activa el detector de confirmación, gestionando a partir de este momento la prioridad de paso del tranvía. El aspecto de la señal viaria del tranvía pasa del estado de reposo al de "Sistema activo. Prohibido el paso".

En el momento en que el regulador pueda poner en verde la fase tranviaria, cambia la señal al aspecto de "Sistema activo. Paso libre". Una vez que el tranvía pasa por el punto de presencia y al de un tiempo ( $T_{P-R} + \Delta T_{P-R}$ ) el regulador desencadena el ámbar del cruce.

##### 4.4.2.4 Fallo del Detector de Confirmación y Presencia.

En este caso, el regulador de tráfico recibe la petición de paso del tranvía en el punto de detección, gestionando la prioridad de paso para que al de ( $T_{D-C} + \Delta T_{D-C}$ ) pueda dar paso al tranvía. Si en este período de tiempo no se activa el detector de confirmación el

aspecto de la señal viaria del tranvía pasa de estar en "Sistema activo. Prohibido el paso" a la situación de reposo, no entrando la fase tranviaria en caso de que esta sea específica. El tranvía no puede rebasar de forma segura y señalizada la intersección.

#### 4.4.2.5 Fallo del Detector de Confirmación y Rearme.

Como en el caso anterior, el regulador de tráfico recibe la petición de paso del tranvía en el punto de detección, gestionando la prioridad de paso para que al de  $(T_{D-C} + \Delta T_{D-C})$  tenga que dar paso al tranvía. Si en este período de tiempo no se activa el detector de confirmación el aspecto de la señal viaria del tranvía pasa de estar en "Sistema activo. Prohibido el paso" a la situación de reposo, no entrando la fase tranviaria.

Sin embargo, si en este período de tiempo se activa el detector de presencia, el regulador cambia el aspecto del disco viario del tranvía a "Sistema activo. Paso libre" en el momento en el que pueda permitir el verde de la fase tranviaria.

Si la activación del detector de presencia se da en un tiempo mayor de  $(T_{D-C} + \Delta T_{D-C})$ , el conductor del tranvía observa su disco viario cambiar de la situación de reposo a de nuevo "Sistema activo. Prohibido el paso", hasta que el regulador pueda dar verde a la fase tranviaria.

El ámbar del cruce se desencadena al de un tiempo  $(T_{P-R} + \Delta T_{P-R})$ . En este caso, al igual que en el 4.3.1.4 se penaliza el tiempo disponible en el ciclo para el tráfico en  $\Delta T_{P-R}$ .

#### 4.4.2.6 Fallo del Detector de Presencia y Rearme.

En este caso, el regulador de tráfico recibe la petición de paso del tranvía en el punto de detección, gestionando la prioridad de paso para que cuando se active el detector de confirmación el aspecto de la señal viaria del tranvía pase a "Sistema activo. Paso libre".

Al de un tiempo  $(T_{C-P} + \Delta T_{C-P})$ , el regulador desencadena el ámbar del cruce, en este instante el tranvía está rebasando la intersección, si la marcha ha sido normal.

#### 4.4.3. Fallo de tres detectores

En el caso de que fallen tres detectores, a continuación, se analiza cómo se comporta el sistema de preferencia del tranvía en función de la señal que reciba el regulador de tráfico.

##### 4.4.3.1 Fallo del Detector de Detección, Confirmación y Presencia.

En este caso el tranvía no puede rebasar la intersección de forma segura protegido por la señalización. La señal viaria del tranvía está siempre en situación de reposo.

#### 4.4.3.2 Fallo del Detector de Detección, Confirmación y Rearme.

Cuando se active el detector de presencia, el regulador gestiona la prioridad de paso del tranvía, pasando el aspecto de la señal viaria del tranvía del estado de reposo al de "Sistema activo. Prohibido el paso". Una vez que el regulador de tráfico pueda dar verde a la fase tranviaria el disco viario del tranvía pasa a "Sistema activo. Paso libre".

El ámbar del cruce se desencadena al de un tiempo ( $T_{P-R} + \Delta T_{P-R}$ ). En este caso, al igual que en el 4.3.1.4 y 4.3.2.5 se penaliza el tiempo disponible en el ciclo para el tráfico en  $\Delta T_{P-R}$ .

#### 4.4.3.3 Fallo del Detector de Confirmación, Presencia y Rearme.

En este caso, al igual que en el 4.3.2.4, el regulador de tráfico recibe la petición de paso del tranvía en el punto de detección, gestionando la prioridad de paso para que al de ( $T_{D-C} + \Delta T_{D-C}$ ) pueda dar paso al tranvía. Si en este período de tiempo no se activa el detector de confirmación el aspecto de la señal viaria del tranvía pasa de estar en "Sistema activo. Prohibido el paso" a la situación de reposo, no entrando la fase tranviaria en caso de que esta sea específica.

El tranvía no puede rebasar de forma segura y señalizada la intersección.

#### 4.4.3.4 Fallo del Detector de Detección, Presencia y Rearme.

Cuando se active el detector de confirmación, el regulador gestiona la prioridad de paso del tranvía, pasando el aspecto de la señal viaria del tranvía del estado de reposo al de "Sistema activo. Prohibido el paso". Una vez que el regulador de tráfico pueda dar verde a la fase tranviaria el disco viario del tranvía pasa a "Sistema activo. Paso libre".

El ámbar del cruce se desencadena al de un tiempo ( $T_{C-P} + \Delta T_{C-P}$ ). En este instante, al igual que en el caso 4.3.2.6., el tranvía estará rebasando la intersección, si la marcha ha sido normal.

## 5. CÁLCULO DE UBICACIÓN DE ESPIRAS

### 5.1. VELOCIDADES DEL TRANVÍA

#### 5.1.1. Sentido Florida – Salburua

En la tabla siguiente se incluyen las velocidades consideradas para el tranvía en el tramo Florida –Salburua:

PK	Descripción Punto	V (Km/h)	V(m/s)
-75	Parada Florida	0,00	0,00
0	Comienzo vía mango	35,54	9,87
20	Recta (Vel. Max - Finaliza la aceleración)	40,00	11,11
382	Disco Viario con BEI	40,00	11,11
417	Recta (Vel. Max - Comienza la deceleración)	40,00	11,11
512	Parada Santa Luzia	0,00	0,00
607	Recta (Vel. Max - Finaliza la aceleración)	40,00	11,11
671	Recta	40,00	11,11
691	Inicio Curva	35,55	9,87
749	Fin Curva	35,55	9,87
769	Recta (Vel. Max - Finaliza la aceleración)	40,00	11,11
1020	Recta (Vel. Max - Comienza la deceleración)	40,00	11,11
1115	Parada Iliada	0,00	0,00
1166,5	Recta (Cambio de acel a decel)	29,45	8,18
1194	Inicio Curva	18,58	5,16
1300	Fin Curva	18,58	5,16
1333	Recta (Vel 30 - Limitada por bretelle - Finaliza la aceleración)	30,00	8,33
1389	Recta (Vel 30 - Limitada por bretelle -Comienza deceleración)	30,00	8,33
1442	Parada Nikosia	0,00	0,00
1537	Recta (Vel. Max - Finaliza la aceleración)	40,00	11,11
1753	Recta (Vel. Max - Comienza la deceleración)	40,00	11,11
1848	Parada La Unión	0,00	0,00
1943	Recta (Vel. Max - Finaliza la aceleración)	40,00	11,11
2077	Recta (Vel. Max - Comienza la deceleración)	40,00	11,11
2172	Inicio Curva Viena	20,32	5,64
2195	Fin Curva Viena	20,32	5,64
2265	Recta (Vel. Max - Finaliza la aceleración)	40,00	11,11
2292	Recta (Vel. Max - Comienza la deceleración)	40,00	11,11
2387	Inicio Curva Roma	20,42	5,67
2430	Fin Curva Roma	20,42	5,67
2459	Recta (Vel 30 - Limitada por bretelle - Finaliza la aceleración)	30,00	8,33
2522	Recta (Vel 30 - Limitada por bretelle -Comienza deceleración)	30,00	8,33
2575	Parada Salburua	0,00	0,00

Se ha considerado 40 km/h como la velocidad mayor en rectas, mientras que para el cálculo de la velocidad máxima en curva se ha tenido en cuenta su radio de curvatura.

Proyecto de Señalización Viaria de la ampliación del tranvía de Vitoria-Gasteiz a Salburua  
**-Anejo 5: Implantación del Sistema**

La aceleración / deceleración considerada ha sido de 0,65 m/s<sup>2</sup>.

### 5.1.2. Sentido Salburua - Florida

En la tabla siguiente se incluyen las velocidades consideradas para el tranvía en el tramo Salburua - Florida:

PK	Descripción Punto	V (Km/h)	V(m/s)
2432	Parada Salburua	0,00	0,00
2373,5	Recta (Cambio acel-decel)	31,39	8,72
2338	Inicio Curva Roma	19,83	5,51
2298	Fin Curva Roma	19,83	5,51
2226	Recta (Vel. Max - Finaliza la aceleración)	40,00	11,11
2178	Recta (Vel. Max - Comienza la deceleración)	40,00	11,11
2106	Inicio Curva Viena	19,83	5,51
2086	Fin Curva Viena	19,83	5,51
2014	Recta (Vel. Max - Finaliza la aceleración)	40,00	11,11
1804	Recta (Vel. Max - Comienza la deceleración)	40,00	11,11
1709	Parada La Unión	0,00	0,00
1614	Recta (Vel. Max - Finaliza la aceleración)	40,00	11,11
1398	Recta (Vel. Max - Comienza la deceleración)	40,00	11,11
1303	Parada Nikosia	0,00	0,00
1215	Recta (Vel. Max - Finaliza la aceleración)	38,52	10,70
1148	Inicio Curva Iliada	18,92	5,26
1108	Fin Curva Iliada	18,92	5,26
1056	Recta (Cambio acel-decel)	35,11	9,75
983	Parada Iliada	0,00	0,00
888	Recta (Vel. Max - Finaliza la aceleración)	40,00	11,11
681	Recta (Vel. Max - Comienza la deceleración)	40,00	11,11
669	Inicio Curva Astronomos	37,28	10,36
606	Fin Curva Astronomos	37,28	10,36
594	Recta (Vel. Max - Finaliza la aceleración)	40,00	11,11
476	Recta (Vel. Max - Comienza la deceleración)	40,00	11,11
381	Parada Santa Luzia	0,00	0,00
367	Disco Viario BEI	15,34	4,26
286	Recta (Vel. Max - Finaliza la aceleración)	40,00	11,11
0	Final Vía Mango	40,00	11,11

Se ha considerado 40 km/h como la velocidad mayor en rectas, mientras que para el cálculo de la velocidad máxima en curva se ha tenido en cuenta su radio de curvatura.

La aceleración / deceleración considerada ha sido de 0,65 m/s<sup>2</sup>.

## 5.2. POSICIÓN ESPIRAS: SENTIDO FLORIDA – SALBURUA

Todos los PKs del sentido Florida-Salburua se han referenciado a los de la vía derecha del proyecto constructivo.

El par de señales P6 activas enfrentadas se identifican por cruce y en orden creciente en el sentido Florida – Salburua. Esta identificación es única y es a la que se hace referencia también en el sentido Salburua – Florida. A modo de ejemplo, el primer par de señales P6 activas del proyecto que se localizarán en la calle Florida al oeste de la calle José Lejarreta, se idéntica como P6 1.1 (siendo el primer 1 el número de cruce, y el segundo la posición relativa del par de P6 en el cruce), tanto en el sentido Florida – Salburua como en el sentido Salburua – Florida.

En este documento se incluye la posición teórica de las espiras, si bien, en el diseño final ésta ha podido modificarse ligeramente para la utilización de una misma espira con diferente funcionalidad.

### 5.2.1. Cruce 1 Florida – José Lejarreta

#### 5.2.1.1 Subregulador 1 – Cruce Viario del tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 0+085.

El cruce entre el tranvía y vehículos/peatones se supera en el PK 0+100.

##### 5.2.1.1.1 Espira de detección

Este cruce contará con tres fases semafóricas de vehículos y peatones, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
1-1	Florida - José Lejarreta	1	15	6	21
		2	12	6	18
		3	15	6	21

En este caso la señal de detección será enviada por el enclavamiento al regulador del cruce Florida - José Lejarreta, cuando el primero detecta presencia de tranvía en parada de Florida y le envíe la indicación de destino a Salburua. Actualmente el enclavamiento está cableado al regulador del cruce Florida – Los Herrán, por lo que en este proyecto se incluye la conexión mediante manguera de 10 pares entre el regulador de este último cruce y el de Florida – José Lejarreta.

##### 5.2.1.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- El tranvía en circulación habitual va acelerando a 0,65 m/s<sup>2</sup> desde que sale de parada de Florida hasta que alcanza la velocidad de 40 km/h (11,11 m/s) en el PK 0+020 de la vía derecha.
- Un tiempo de reacción aproximada de 3 segundos desde que pisa la espira de confirmación en movimiento uniformemente acelerado, hasta que actúa sobre el freno para poder detenerse delante del cruce.
- Deceleración a 1m/s<sup>2</sup> desde que pisa el freno tras los tres segundos de reacción hasta la espira de presencia. Esta acción se produce en el caso de que el disco viario no estuviera en posición de <paso permitido> cuando el tranvía pasa por la espira de confirmación
- Visibilidad del disco viario desde la espira de confirmación
- **Distancia confirmación - presencia** =  $V_{media} * (\text{Tiempo reacción}) + \text{Distancia frenado}$

Teóricamente esta espira de confirmación se debería situar aproximadamente a 92 metros de la espira de presencia en el PK - 0+012. Dado que es en una posición donde está la vía construida, se propone utilizar la espira existente unos metros más atrás como señal de confirmación del cruce Florida – José Lejarreta sentido Salburua.

#### 5.2.1.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 0+080.

#### 5.2.1.1.4 Espira de rearme

Se sitúa aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 0+105.

#### 5.2.1.2 Subregulador 1 – Señales P6 activas

Asimismo en este cruce se ha considerado encender y apagar al mismo tiempo las señales P6 del cruce del tranvía con peatones de la calle Florida al oeste de la calle Jose Lejarreta y las señales P6 del cruce del tranvía con peatones de la calle Florida al oeste de la calle Los Aramburu, ya que están distanciados entre sí, aproximadamente 50 metros. Además, se ha previsto encender estas señales P6 con la señal recibida de la espira de confirmación de este cruce, lo que supone aproximadamente activarlas 15 segundos antes de que llegue al tranvía al cruce y apagarlas con la señal de rearme ubicada cinco metros después de superar el segundo cruce con peatones (el correspondiente al lado oeste de Los Aramburu).

### 5.2.1.3 Subregulador 2 – Señales P6 activas

Este cruce ubicado a la altura del colegio Escolapios únicamente cuenta con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo.

Se ha previsto una espira de activación de estas señales P6 activas ubicada a una distancia temporal de 15 segundos en el PK 0+105 que se corresponde con una distancia de 167 metros entre la posición de la espira y la posición de las P6 activas.

Por otro lado, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 0+283).

### 5.2.2. Cruce 2 Florida – Jacinto Benavente

#### 5.2.2.1 Cruce 2: Cruce Viario del tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 0+382.

El cruce entre el tranvía y vehículos/peatones se supera en el PK 0+450.

##### 5.2.2.1.1 Espira de detección

Este cruce contará con una fase semafórica de vehículos y una fase semafórica para el BEI, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
2	Florida - Jacinto Benavente	1	15	6	21
		BEI	20	6	26

Se ha considerado que tanto el tranvía como el BEI tienen prioridad de paso en el cruce y que será quien primero la demande, quien realice el paso en primer lugar.

Por ello, para la estimación del tiempo mínimo que condiciona la ubicación de la espira de detección del paso del tranvía en este cruce, se ha considerado sumar los tiempos mínimos de la fase de vehículos y de la del BEI (47 segundos).

En este cruce, del mismo modo que para el anterior, la señal de detección será enviada por el enclavamiento al regulador del cruce Florida – Jacinto Benavente, cuando el primero detecta presencia de tranvía en parada de Florida y le envíe la indicación de destino a Salburua. Dado que actualmente existe la conexión mediante manguera de 10 pares entre el enclavamiento y el regulador del cruce Florida – Los Herrán y está prevista la conexión

también mediante manguera de 10 pares entre dicho regulador y el regulador del cruce Florida – José Lejarreta, también será necesario conectar mediante manguera de 10 pares este último como el regulador del cruce Florida – Jacinto Benavente.

#### 5.2.2.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- El tranvía circula a velocidad de 40 km/h en el punto de confirmación.
- Un tiempo de reacción aproximada de 3 segundos desde que pisa la espira de confirmación en movimiento uniforme, hasta que actúa sobre el freno para poder detenerse delante del cruce.
- Deceleración a 1m/s<sup>2</sup> desde que pisa el freno tras los tres segundos de reacción hasta la espira de presencia. Esta acción se produce en el caso de que el disco viario no estuviera en posición de <paso permitido> cuando el tranvía pasa por la espira de confirmación
- Visibilidad del disco viario desde la espira de confirmación
- **Distancia confirmación - presencia** =  $V_{media} * (\text{Tiempo reacción}) + \text{Distancia frenado}$

Teóricamente esta espira de confirmación se debería situar aproximadamente a 95 metros de la espira de presencia en el PK 0+282.

#### 5.2.2.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 0+377.

#### 5.2.2.1.4 Espira de rearme

Teóricamente se deberá situar aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 0+455, si bien en el diseño final se ha agrupado funcionalmente con una espira que está unos metros más adelante.

### 5.2.2.2 Cruce 2: Señales P6 activas

Este cruce cuenta con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo, tanto antes de superar la rotonda como una vez superada la misma, así como a la salida de la parada de Santa Luzia.

Se ha previsto una espira de activación del primer grupo de señales P6 activas antes de rotonda que se ubicará a una distancia temporal de 15 segundos en el PK 0+201 que se corresponde con una distancia de 167 metros entre la posición de la espira y la posición

de las P6 activas. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones. Teóricamente esta posición sería el 0+382, si bien finalmente se ha decidido realizar su agrupación con una espira que se encuentra próxima a ella.

Por otro lado, se ha previsto una espira de activación del segundo grupo de señales P6 activas después de rotonda que se ubicará teóricamente a una distancia temporal de 15 segundos que se corresponde con una distancia de 162 metros entre la posición de la espira y la posición de las P6 activas (PK 0+294), si bien finalmente se ha optado por su agrupación funcional en una espira próxima. En este caso, ha habido que tener en cuenta que el tranvía va frenando desde el PK 0+417 hasta la parada de Santa Luzia. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 0+465).

Por último, se ha previsto que la activación del tercer grupo de señales P6 activas (salida de parada de Santa Luzia) se realice con la espira ubicada antes de la parada de Santa Luzia (PK 0+465). Asimismo, se ha previsto utilizar la espira de salida de la parada para apagado de estas P6 (PK 0+520), agrupándola en una misma espira con otras funcionalidades adicionales.

### 5.2.3. Cruce 3 Florida – Vicente Aleixandre

#### 5.2.3.1 Cruce 3: Cruce Viario del tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 0+562.

El cruce entre el tranvía y vehículos/peatones se supera en el PK 0+582.

##### 5.2.3.1.1 Espira de detección

Este cruce contará con una única fase de vehículos, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
3	Florida - Vicente Aleixandre	1	15	6	21

El tiempo máximo que se debe proporcionar entre la señal de detección y la de confirmación es de 21 segundos.

La ubicación de esta espira tiene en cuenta la parada del tranvía en la parada de Santa Luzia durante 20 segundos.

La posición de esta espira de detección se situará en el PK 0+465, es decir, antes de la parada de Santa Luzia.

#### 5.2.3.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta que el cruce está inmediatamente después de la parada de Santa Luzia, por lo que la espira de confirmación se ha ubicado a la salida de ésta (PK 0+520).

#### 5.2.3.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 0+557.

#### 5.2.3.1.4 Espira de rearme

Se sitúa aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 0+587.

### 5.2.4. Cruce 4 Florida – Los Astrónomos

#### 5.2.4.1 Cruce 4: Cruce Viario del tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 0+752.

El último cruce entre el tranvía y vehículos/peatones de este cruce se realiza en el PK 0+775.

Este cruce cuenta con dos subreguladores, quedando la fase del tranvía gobernada por el subregulador 2.

#### 5.2.4.1.1 Espira de detección

El subregulador 2 de este cruce contará con una fase semafórica de vehículos, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
4	Florida - Los Astronomos	SUBR2 - F1	15	6	21

El tiempo máximo que se debe proporcionar entre la señal de detección y la de confirmación es de 21 segundos.

Se ha considerado que el tranvía circulará en movimiento uniformemente acelerado desde la salida de la parada de Santa Luzia hasta el PK 0+607 y en movimiento uniforme a 40km/h entre dicho PK y el PK de la espira de confirmación en el 0+652. Por tanto, la ubicación teórica de la espira de detección deberá ser en el PK 0+514, esto es, 138 m antes de la espira de confirmación, ya que recorrerá 45 metros a velocidad de 40 Km/h

empleando un tiempo de 4,05 segundos y requerirá 93 metros adicionales para los 16,94 segundos restantes, teniendo en cuenta que circulará en movimiento uniformemente acelerado en este tramo. En el diseño final se ha considerado su agrupación funcional en una misma espira ubicada unos pocos metros después.

#### 5.2.4.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Una velocidad de 40 km/h (11,11 m/s) en el punto de confirmación
- Un tiempo de reacción de 3 segundos
- **Deceleración** a 1m/s<sup>2</sup> desde que pisa el freno tras los tres segundos de reacción hasta la espira de presencia. Esta acción se produce en el caso de que el disco viario no estuviera en posición de <paso permitido> cuando el tranvía pasa por la espira de confirmación
- Visibilidad del disco viario desde la espira de confirmación
- **Distancia confirmación - presencia** =  $V_{media} * (\text{Tiempo reacción}) + \text{Distancia frenado}$

Se sitúa aproximadamente a 95 metros de la espira de presencia en el PK 0+652.

#### 5.2.4.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 0+747.

#### 5.2.4.1.4 Espira de rearme

Se sitúa aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 0+780.

### 5.2.4.2 Cruce 4: Señales P6 activas

Este cruce cuenta con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo antes del cruce del tranvía con los vehículos. Estas señales P6 están ubicadas antes de llegar al cruce del tranvía con vehículos.

Se ha previsto una espira de activación de estas señales P6 activas que se ubicará a una distancia temporal de 15 segundos en el PK 0+571 (posición teórica, si bien finalmente se ha decidido agrupar su funcionalidad en una espira próxima), que se corresponde con una distancia de 157 metros entre la posición de la espira y la posición de las P6 activas. Asimismo, se ha previsto utilizar la espira de presencia del cruce Florida – Los Astronomos como espira para apagado de estas P6, ubicándose por tanto en el PK 0+747.

### 5.2.5. Cruce 5 Florida – Budapest - Iliada

El disco viario se sitúa en el PK 0+895.

El último cruce entre el tranvía y vehículos/peatones de este cruce se realiza en el PK 0+965.

#### 5.2.5.1 Cruce 5: Cruce Viario del tranvía

##### 5.2.5.1.1 Espira de detección

Este cruce contará con una fase semafórica de vehículos, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
5	Florida - Budapest - Iliada	1	15	6	21

El tiempo máximo que se debe proporcionar entre la señal de detección y la de confirmación es de 21 segundos.

Se ha considerado que el tranvía está frenando ligeramente en la curva previa al cruce Florida – Astrónomos, donde reduce a una velocidad de 35,55 Km/h. Previamente se ha previsto que circula a velocidad de 40 Km/h, velocidad que alcanza en el PK 0+607 tras salir de la parada de Santa Luzia. La posición resultante de esta espira de detección es el PK 0+587, quedando a 217 metros de la espira de confirmación.

##### 5.2.5.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Una velocidad de 40 km/h (11,11 m/s) en el punto de confirmación
- Un tiempo de reacción de 3 segundos
- **Deceleración** a 1m/s<sup>2</sup> desde que pisa el freno tras los tres segundos de reacción hasta la espira de presencia. Esta acción se produce en el caso de que el disco viario no estuviera en posición de <paso permitido> cuando el tranvía pasa por la espira de confirmación
- Visibilidad del disco viario desde la espira de confirmación
- **Distancia confirmación - presencia** =  $V_{media} * (\text{Tiempo reacción}) + \text{Distancia frenado}$

Se sitúa aproximadamente a 95 metros de la espira de presencia en el PK 0+795 teórico, si bien finalmente se ha decidido agrupar su funcionalidad en una espira próxima.

#### 5.2.5.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 0+890.

#### 5.2.5.1.4 Espira de rearme

Se sitúa aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 0+970.

#### 5.2.5.1.5 Cruce 5: Señales P6 activas

Este cruce cuenta con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo. Estas señales P6 están ubicadas antes de la rotonda y después de la misma.

Se ha previsto una espira de activación del primer grupo de señales P6 activas antes de rotonda que se ubicará a una distancia temporal de 15 segundos en el PK 0+718 que se corresponde con una distancia de 162 metros entre la posición de la espira y la posición de las P6 activas. Se ha tenido en consideración que parte del tramo se realiza en movimiento uniforme a velocidad de 40 Km/h y que parte del tramo se realiza en deceleración y en aceleración por la circulación por la curva previa al cruce Florida – Astrónomos. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones en el PK 0+885 (teórico), si bien finalmente se ha decidido agrupar su funcionalidad en una espira próxima.

Por otro lado, se ha previsto una espira de activación del segundo grupo de señales P6 activas después de rotonda que se ubicará a una distancia temporal de 15 segundos que se corresponde con una distancia de 167 metros entre la posición de la espira y la posición de las P6 activas (PK 0+820). Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones en el PK 1+004.

### 5.2.6. Cruce 6 Ilíada – Praga

#### 5.2.6.1 Cruce 6: Cruce Viario del Tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 1+120.

El último cruce entre el tranvía y vehículos/peatones de este cruce se realiza en el PK 1+135.

#### 5.2.6.1.1 Espira de detección

Este cruce contará con una fase semafórica de vehículos, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
6	Paseo de la Ilíada - Praga	1	15	6	21
		2	15	6	21

El tiempo máximo que se debe proporcionar entre la señal de detección y la de confirmación es de 21 segundos.

La ubicación de esta espira tiene en cuenta la parada del tranvía en la parada de Ilíada durante 20 segundos.

La posición de esta espira de detección se situará en el PK 1+068, es decir, antes de la parada de Ilíada.

#### 5.2.6.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta que el cruce está inmediatamente después de la parada de Ilíada, por lo que la espira de confirmación se ha ubicado a la salida de ésta (PK 1+113)

#### 5.2.6.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario, teóricamente en el PK 1+117, si bien finalmente se ha agrupado funcionalmente en la espira de salida de la parada del PK 1+113.

#### 5.2.6.1.4 Espira de rearme

Se sitúa aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 1+140.

### 5.2.6.2 Cruce 6: Señales P6 activas

Este cruce cuenta con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo antes del cruce del tranvía con los vehículos. Estas señales P6 están ubicadas antes de la parada y después de la misma.

Se ha previsto una espira de activación del primer grupo de señales P6 activas 6.1 antes de parada que se ubicará a una distancia temporal de 15 segundos que se corresponde con una distancia de 170 metros entre la posición de la espira y la posición de las P6 activas (PK 0+890). Se ha tenido en consideración que parte del tramo se realiza en movimiento uniforme a velocidad de 40 Km/h y que parte del tramo se realiza en

deceleración en la aproximación a la parada. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (1+068).

Por otro lado, se ha previsto una espira de activación del segundo grupo de señales P6 activas después de parada 6.2, que se ubicará delante de la parada en el PK 1+068, y que compartirá la misma espira con otras funcionalidades. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 agrupada con la espira de rearme del cruce 6 en el PK 1+140.

### 5.2.7. Cruce 7 Ilíada – Bulevar de Salburua

#### 5.2.7.1 Cruce 7: Señales P6 activas

Este cruce únicamente cuenta con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo antes del cruce del tranvía con los peatones. Estas señales P6 están ubicadas antes de la rotonda y después de la misma.

Se ha previsto una espira de activación del primer grupo de señales P6 activas antes de rotonda que se ubicará a una distancia temporal de 15 segundos en el PK 1+113 que se corresponde con una distancia de 70 entre la posición de la espira y la posición de las P6 activas. Se ha tenido en consideración que el tranvía sale acelerando de la parada de Ilíada hasta alcanzar una velocidad estimada de 29,45km/h, instante en el que vuelve a decelerar para entrar en la curva por la que accede al Bulevar de Salburua. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 1+188).

Por otro lado, se ha previsto utilizar la misma espira de activación del grupo de señales P6 anterior para la activación de las señales P6 ubicadas después de la rotonda. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 1+248).

### 5.2.8. Cruce 8 Bulevar de Salburua – La Valletta

#### 5.2.8.1 Cruce 8: Señales P6 activas

Este cruce únicamente cuenta con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo antes del cruce del tranvía con los peatones. Estas señales P6 están ubicadas antes de la parada de Nikosia.

Se ha previsto una espira de activación de estas señales P6 activas que se ubicará a una distancia temporal de 15 segundos en el PK 1+282 que se corresponde con una distancia

de 118 entre la posición de la espira y la posición de las P6 activas. Se ha tenido en consideración que el tranvía circula a 18,58 Km/h para entrar en la curva por la que accede al Bulevar de Salburua, que una vez superada la curva acelera hasta 30 Km/h para entrar en la zona de maniobras y comenzar a decelerar para entrar en la parada de Nikosia. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 1+395).

### 5.2.9. Cruce 9: Bulevar de Salburua – Nikosia

#### 5.2.9.1 Cruce 9: Cruce Viario del tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 1+495.

El último cruce entre el tranvía y vehículos/peatones de este cruce se realiza en el PK 1+510.

Este cruce cuenta con tres subreguladores, quedando la fase del tranvía gobernada por el subregulador 3.

##### 5.2.9.1.1 Espira de detección

El subregulador 3 de este cruce contará con dos fases semafóricas de vehículos y peatones, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	TTotal
9-2	Bulevar - Nikosia	SUBR3 - F1	15	6	21

El tiempo máximo que se debe proporcionar entre la señal de detección y la de confirmación es de 21 segundos.

La ubicación de esta espira tiene en cuenta la parada del tranvía en la parada de Nikosia durante 20 segundos, por lo que se situará en el PK 1+395, esto es, antes de la parada.

##### 5.2.9.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta que el cruce está inmediatamente después de la parada de Nikosia, por lo que la espira de confirmación se ha ubicado a la salida de ésta (PK 1+440)

##### 5.2.9.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 1+490.

##### 5.2.9.1.4 Espira de rearme

Se sitúa aproximadamente 3 metros después de rebasar el cruce en el PK 1+515.

### 5.2.9.2 Cruce 9: Señales P6 activas

Este cruce cuenta con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo. Cuenta con dos grupos de señales P6 activas después de la parada y antes de alcanzar la calle Nikosia, estando separadas entre sí unos 20 metros aproximadamente. Por tanto, se ha previsto utilizar una única espira de activación y otra de rearme para ambos grupos.

La espira de activación de las señales P6 activas de este cruce se ubicará a una distancia temporal de 15 segundos que se corresponde su ubicación antes de la parada. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar el segundo grupo de P6 activas de este cruce (PK 1+490)

### 5.2.10. Cruce 10 Bulevar de Salburua – Varsovia

#### 5.2.10.1 Cruce 10: Cruce Viario del tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 1+582.

El último cruce entre el tranvía y vehículos/peatones de este cruce se realiza en el PK 1+600

#### 5.2.10.1.1 Espira de detección

Este cruce contará con una fase semafóricas de vehículos, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
10	Bulevar - Varsovia	NORMAL	15	6	21

El tiempo máximo que se debe proporcionar entre la señal de detección y la de confirmación es de 21 segundos.

La ubicación de esta espira tiene en cuenta la parada del tranvía en la parada de Nikosia durante 20 segundos.

La posición de esta espira de detección se situará en el PK 1+395, es decir, antes de la parada de Nikosia.

#### 5.2.10.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta la proximidad del cruce a la parada de Nikosia, por lo que se ha ubicado a la salida de la misma en el PK 1+440.

#### 5.2.10.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 1+577.

#### 5.2.10.1.4 Espira de rearme

Se sitúa aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 1+605.

### 5.2.10.2 Cruce 10: Señales P6 activas

Adicionalmente este cruce cuenta con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo antes del cruce del tranvía con los peatones. Estas señales P6 están ubicadas una vez superado la intersección vehículos – tranvía en el cruce Bulevar de Salburua – Varsovia.

Se ha previsto una espira de activación para las señales P6 activas de este cruce que se ubicará a una distancia temporal de 15 segundos que se corresponde con una distancia de 150m entre la posición de la espira y la posición de las P6 activas. El PK teórico es el 1+473, si bien finalmente se ha decidido su agrupación en una espira próxima. Se ha tenido en consideración que está previsto que el tranvía circule acelerando hasta el PK 1+537 y que circule a 40 Km/h hasta llegar a la ubicación de las señales P6. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 1+636).

### 5.2.11. Cruce 11 Bulevar de Salburua – Portal de Elorriaga

#### 5.2.11.1 Cruce 11: Señales P6 activas

Este cruce únicamente cuenta con dos grupos de señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo antes del cruce del tranvía con los peatones. El primer grupo de señales P6 están ubicadas a la altura de la calle Portal de Elorriaga y el segundo después de la parada de La Unión.

Se ha previsto una espira de activación para las señales P6 activas de este cruce que se ubicará a una distancia temporal de 15 segundos que se corresponde con una distancia de 165m entre la posición de la espira y la posición de las P6 activas. El PK teórico es el 1+615, si bien finalmente se ha decidido agrupar su funcionalidad en una espira próxima. Se ha tenido en consideración que está previsto que el tranvía circule decelerando desde

el PK 1+753 hasta el PK 1+780, en el que se ubican las señales P6, y que el tranvía circula a 40 Km/h hasta llegar a dicho punto. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 1+800).

## 5.2.12. Cruce 12 Bulevar de Salburua – Bruselas

### 5.2.12.1 Cruce 12: Cruce Viario del Tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 1+902.

El último cruce entre el tranvía y vehículos/peatones de este cruce se realiza en el PK 1+1985.

Este cruce cuenta con tres subreguladores, quedando la fase del tranvía gobernada por el subregulador 3.

#### 5.2.12.1.1 Espira de detección

El subregulador 3 de este cruce contará con una fase semafórica de vehículos, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
12-1	Bulevar - Bruselas	SUBR3 - F1	15	6	21

El tiempo máximo que se debe proporcionar entre la señal de detección y la de confirmación es de 21 segundos.

La ubicación de esta espira tiene en cuenta la parada del tranvía en la parada de La Unión durante 20 segundos.

La posición de esta espira de detección se situará en el PK 1+800, es decir, antes de la parada de La Unión.

#### 5.2.12.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta que el cruce está inmediatamente después de la parada de La Unión, por lo que la espira de confirmación se ha ubicado a la salida de ésta (PK 1+860). Se ha optado por adelantar

esta espira respecto a su posición adecuada en el PK 1+848, con objeto de agrupar funcionalidades en una misma espira.

#### 5.2.12.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 1+897.

#### 5.2.12.1.4 Espira de rearme

Teóricamente se sitúa aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 1+990, si bien, dada la proximidad de un cruce con peatones controlado por P6 se ha optado por retrasar su posición al PK 2+007.

### 5.2.12.2 Cruce 12: Señales P6 activas

Este cruce cuenta adicionalmente con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo. Dispone de dos grupos de señales P6, uno ubicado antes de superar la rotonda y un segundo grupo ubicado una vez superada la misma.

Se ha previsto la misma espira de activación para los dos grupos de señales P6 activas, ubicándose a una distancia temporal de 15 segundos del primero de los dos grupo, que se corresponde con ubicarla a la salida de la parada de La Unión (PK 1+860). Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de este primer grupo de señales P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 1 +897). Además, se ha previsto ubicar la espira para apagado del segundo grupo de señales P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 2 +007).

### 5.2.13. Cruce 13 Bulevar de Salburua – Viena

#### 5.2.13.1 Cruce 13: Cruce Viario del tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 2+145.

El último cruce entre el tranvía y vehículos/peatones de este cruce se realiza en el PK 2+175.

Este cruce cuenta con tres subreguladores, quedando la fase del tranvía gobernada por el subregulador 3.

#### 5.2.13.1.1 Espira de detección

El subregulador 3 de este cruce contará con una fase semafórica de vehículos, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

Proyecto de Señalización Viaria de la ampliación del tranvía de Vitoria-Gasteiz a Salburua  
**- Anejo 5: Implantación del Sistema**

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
13-2	Bulevar - Viena	SUBR3 - F1	15	6	21

El tiempo máximo que se debe proporcionar entre la señal de detección y la de confirmación es de 21 segundos.

Se ha considerado que el tranvía circulará en movimiento uniformemente acelerado desde la salida de la parada de La Unión hasta el PK 1+943 y en movimiento uniforme a 40km/h entre dicho PK y el PK de la espira de confirmación en el 2+045. Por tanto, la ubicación de la espira de detección deberá ser en el PK 1+857, esto es, 188 m antes de la espira de presencia, ya que recorrerá 102 metros a velocidad de 40 Km/h empleando un tiempo de 9,18 segundos y requerirá 82 metros adicionales para los 11,82 segundos restantes, teniendo en cuenta que circulará en movimiento uniformemente acelerado en este tramo. Finalmente esta espira se ha agrupado funcionalmente en una espira próxima ubicada en el PK 1+860.

#### 5.2.13.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Una velocidad de 40 km/h (11,11 m/s) en el punto de confirmación
- Un tiempo de reacción de 3 segundos
- **Deceleración** a 1m/s<sup>2</sup> desde que pisa el freno tras los tres segundos de reacción hasta la espira de presencia. Esta acción se produce en el caso de que el disco viario no estuviera en posición de <paso permitido> cuando el tranvía pasa por la espira de confirmación
- Visibilidad del disco viario desde la espira de confirmación
- **Distancia confirmación - presencia** =  $V_{media} * (\text{Tiempo reacción}) + \text{Distancia frenado}$

Se sitúa aproximadamente a 95 metros de la espira de presencia en el PK 2+045.

#### 5.2.13.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 2+140.

#### 5.2.13.1.4 Espira de rearme

Se sitúa aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 2+180.

### 5.2.13.2 Cruce 13: Señales P6 activas

Este cruce cuenta adicionalmente con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo. Dispone de dos grupos de señales P6, uno ubicado aproximadamente 80m antes de la calle Viena y un segundo grupo ubicado al girar hacia el Paseo del Aeródromo.

Se ha previsto una espira de activación para el primer grupo de señales P6 activas, ubicándose a una distancia temporal de 15 segundos que se corresponde con ubicarla en el PK 1+897 a una distancia de 160 metros del grupo de señales P6 activas. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de este primer grupo de señales P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 2 +070).

Por otro lado, se ha previsto una espira de activación para el segundo grupo de señales P6 activas, ubicándose a una distancia temporal de 15 segundos que se corresponde con ubicarla teóricamente en el PK 2+023 a una distancia de 160 metros del grupo de señales P6 activas, si bien finalmente se ha decidido su agrupación en una espira próxima en el PK 2+045. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de este primer grupo de señales P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 2 +208).

### 5.2.14. Cruce 14 Estrasburgo – Paseo Aeródromo – Roma -Juan Carlos I

#### 5.2.14.1 Cruce Viario del Tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 2+338.

El último cruce entre el tranvía y vehículos/peatones de este cruce se realiza en el PK 2+398.

#### 5.2.14.1.1 Espira de detección

Este cruce contará con una fase semafórica de vehículos y una fase de peatones que se activará con pulsador, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
14-2	Estrasburgo - Aeródromo - Roma - JCI	1	15	6	21
		2 - PULS	12	6	18

El tiempo máximo que se debe proporcionar entre la señal de detección y la de confirmación es de 21 segundos.

Para ello, se ha considerado que el tranvía circulará en movimiento uniformemente acelerado desde el final de la curva de Viena del PK 2+195 hasta el PK 2+240, que circula a una velocidad 20,32 Km/h en la curva de Viena (PK 2+172 – PK 2+195) y decelerando desde el PK 2+077 hasta el PK 2+172 y que circulará a una velocidad de 40 Km/h desde el PK 1+943.

La espira de detección quedará teóricamente ubicada en el PK 2+049 a una distancia de 191 m de la espira de confirmación de este cruce, si bien finalmente se ha decidido agrupar su funcionalidad en una espira próxima en el PK 2+045.

#### 5.2.14.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Una velocidad de 40 km/h (11,11 m/s) en el punto de confirmación
- Un tiempo de reacción de 3 segundos
- **Deceleración** a 1m/s<sup>2</sup> desde que pisa el freno tras los tres segundos de reacción hasta la espira de presencia. Esta acción se produce en el caso de que el disco viario no estuviera en posición de <paso permitido> cuando el tranvía pasa por la espira de confirmación
- Visibilidad del disco viario desde la espira de confirmación
- **Distancia confirmación - presencia** =  $V_{media} * (\text{Tiempo reacción}) + \text{Distancia frenado}$

Se sitúa aproximadamente a 95 metros de la espira de presencia en el PK 2+240.

#### 5.2.14.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 2+333.

#### 5.2.14.1.4 Espira de rearme

Se sitúa aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 2+403.

### 5.2.14.2 Cruce 14: Señales P6 activas

Este cruce cuenta adicionalmente con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo. Dispone de dos grupos de señales P6, uno ubicado aproximadamente en el Paseo del Aeródromo a la altura del Paseo de Estrasburgo y un segundo grupo compuesto por 8 señales P6 activas en la confluencia con la calle Juan Carlos I.

Se ha previsto una espira de activación para el primer grupo de señales P6 activas, ubicándose a una distancia temporal de 15 segundos que se corresponde con ubicarla en el PK 2+098 a una distancia de 167 metros del grupo de señales P6 activas. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de este primer grupo de señales P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 2 +287).

Por otro lado, se ha previsto una espira de activación para el segundo grupo de señales P6 activas, ubicándose a una distancia temporal de 15 segundos que se corresponde con ubicarla teóricamente en el PK 2+199 a una distancia de 139 metros del grupo de señales P6 activas, si bien finalmente se ha decidido su agrupación en una espira próxima en el PK 2+208. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de este primer grupo de señales P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 2 +403).

#### 5.2.15. Cruce 15 Juan Carlos I – Paris

Las señales de tranvía que permiten el paso por este cruce son señales tranviarias controladas por el enclavamiento tranviario. En este caso, el enclavamiento deberá realizar una demanda al regulador de este cruce, que deberá mantener el tiempo mínimo de la fase de circulación en la que se realiza dicha petición de demanda antes de permitir dar paso a la fase tranviaria. El regulador deberá indicar al enclavamiento el momento en el que el cruce queda preparado para el paso seguro del tranvía.

Asimismo la activación y apagado de las señales P6 se realizará igualmente con información intercambiada entre enclavamiento de la zona de maniobras de Salburua y el regulador del cruce 15.

### 5.3. POSICIÓN ESPIRAS: SENTIDO SALBURUA - FLORIDA

Todos los PKs del sentido Salburua – Florida se han referenciado a los de la vía izquierda del proyecto constructivo.

El par de señales P6 activas enfrentadas se identifican por cruce y en orden creciente en el sentido Florida – Salburua. Esta identificación es única y es a la que se hace referencia también en el sentido Salburua – Florida. A modo de ejemplo, el primer par de señales P6 activas del proyecto que se localizarán en la calle Florida al oeste de la calle José Lejarreta, se idéntica como P6 1.1 (siendo el primer 1 el número de cruce, y el segundo la posición relativa del par de P6 en el cruce), tanto en el sentido Florida – Salburua como en el sentido Salburua – Florida.

En este documento se incluye la posición teórica de las espiras, si bien, en el diseño final ésta ha podido modificarse ligeramente para la utilización de una misma espira con diferente funcionalidad.

### 5.3.1. Cruce 1 Florida – José Lejarreta

#### 5.3.1.1 Subregulador 1 – Cruce Viario del tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 0+020.

El cruce entre el tranvía y vehículos/peatones se supera en el PK 0+008.

##### 5.3.1.1.1 Espira de detección

Este cruce contará con tres fases semafóricas de vehículos y peatones, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
1-1	Florida - José Lejarreta	1	15	6	21
		2	12	6	18
		3	15	6	21

El tiempo máximo que se debe proporcionar entre la señal de detección y la de confirmación es de 21 segundos.

Se ha considerado que el tranvía circulará en movimiento uniformemente acelerado desde la salida de la parada de Santa Luzia hasta el PK 0+286 y en movimiento uniforme a 40km/h a partir de ese punto. Por tanto, teóricamente la ubicación de la espira de detección deberá ser en el PK 0+366, esto es, 246 m antes de la espira de presencia, ya que recorrerá 166 metros a velocidad de 40 Km/h empleando un tiempo de 14,94 segundos y requerirá 80 metros adicionales para los 6,06 segundos restantes, teniendo en cuenta que circulará en movimiento uniformemente acelerado desde la salida de parada de Santa Luzia hasta el PK 0+286. Finalmente se ha decidido agrupar con una espira próxima en el PK 0+373.

##### 5.3.1.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- El tranvía en circulación habitual va acelerando a 0,65 m/s<sup>2</sup> desde que sale de parada de Santa Luzia hasta que alcanza la velocidad de 40 km/h (11,11 m/s) en el PK 0+286 de la vía izquierda.

- Un tiempo de reacción aproximada de 3 segundos desde que pisa la espira de confirmación en movimiento uniforme a 40 km/h, hasta que actúa sobre el freno para poder detenerse delante del cruce.
- Deceleración a 1m/s<sup>2</sup> desde que pisa el freno tras los tres segundos de reacción hasta la espira de presencia. Esta acción se produce en el caso de que el disco viario no estuviera en posición de <paso permitido> cuando el tranvía pasa por la espira de confirmación
- Visibilidad del disco viario desde la espira de confirmación
- **Distancia confirmación - presencia** =  $V_{media} * (\text{Tiempo reacción}) + \text{Distancia frenado}$

Esta espira de confirmación se debería situar aproximadamente a 95 metros de la espira de presencia en el PK 0+120.

#### 5.3.1.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 0+025.

#### 5.3.1.1.4 Espira de rearme

Se ha previsto que comparta funcionalidad con la espira de apagado de P6 del cruce de peatones que se encuentra inmediatamente después del cruce viario en el PK -0+005, que se trata de vía ya construida actualmente.

### 5.3.1.2 Subregulador 1 – Señales P6 activas

Asimismo en este cruce se ha considerado encender y apagar al mismo tiempo las señales P6 del cruce del tranvía con peatones de la calle Florida al oeste de la calle Jose Lejarreta y las señales P6 del cruce del tranvía con peatones de la calle Florida al oeste de la calle Los Aramburu, ya que están distanciados entre sí, aproximadamente 50 metros. Además, se ha previsto encender estas señales P6, 15 segundos antes de que llegue al tranvía al cruce, lo que supone colocar la espira de activación en el PK 0+220 y apagarlas con la señal de rearme ubicada unos metros después de superar el segundo cruce con peatones en el PK -0+005 (el correspondiente al lado oeste de la calle Jose Lejarreta).

### 5.3.1.3 Subregulador 2 – Señales P6 activas

Este cruce ubicado a la altura del colegio Escolapios únicamente cuenta con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo.

Se ha previsto una espira de activación de estas señales P6 activas ubicada teóricamente a una distancia temporal de 15 segundos en el PK 0+348 que se corresponde con una distancia de 158 metros entre la posición de la espira y la posición de las P6 activas.

Finalmente se ha decidido desplazar ligeramente esta posición al PK 0+330, dado que el PK anterior quedaba sobre el cruce con el BEI. Entre el PK 0+286 y el PK 0+198 se ha previsto que el tranvía circule a velocidad uniforme de 40 km/h durante 7,92 segundos y entre el PK 0+348 y el PK 0+286 se ha previsto que el tranvía circule acelerando durante 7,08 segundos.

Por otro lado, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones, esto es, en el PK 0+184.

### 5.3.2. Cruce 2 Florida – Jacinto Benavente

#### 5.3.2.1 Cruce 2: Cruce Viario del tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 0+368.

El cruce entre el tranvía y vehículos/peatones se supera en el PK 0+308.

##### 5.3.2.1.1 Espira de detección

Este cruce contará con una fase semafórica de vehículos y una fase semafórica para el BEI, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
2	Florida - Jacinto Benavente	1	15	6	21
		BEI	20	6	26

Se ha considerado que tanto el tranvía como el BEI tienen prioridad de paso en el cruce y que será quien primero la demande, quien realice el paso en primer lugar.

Por ello, para la estimación del tiempo mínimo que condiciona la ubicación de la espira de detección del paso del tranvía en este cruce, se ha considerado sumar los tiempos mínimos de la fase de vehículos y de la del BEI (47 segundos).

Asimismo se ha tenido en cuenta la posición de la parada de Santa Luzia, en la que el tranvía estará parado durante 20 segundos y que la espira de confirmación de este cruce se ubicará a la salida de la parada.

La espira de detección se ubicará teóricamente en el PK 0+586, 27 segundos antes de que el tranvía se detenga en la parada de Santa Luzia, de forma que recorrerá 95 metros decelerando para poder detenerse en la parada (17,09 segundos) y recorrerá 110 metros

adicionales a velocidad uniforme de 40 km/h entre los PK 0+586 y 0+476 (9,91 segundos). Finalmente se ha decidido agrupar en una espira próxima en el PK 0+603.

#### 5.3.2.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta que el cruce está inmediatamente después de la parada de Santa Luzia, por lo que la espira de confirmación se ha ubicado a la salida de ésta (PK 0+373)

#### 5.3.2.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 0+373.

#### 5.3.2.1.4 Espira de rearme

Teóricamente se sitúa aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 0+313, si bien finalmente se ha decidido agrupar en una única espira con el apagado de las señales P6 2.1 en el PK 0+280.

### 5.3.2.2 Cruce 2: Señales P6 activas

Este cruce cuenta con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo. En este cruce, en el sentido de la marcha, se cuenta con señales P6 activas tanto antes de la parada de Santa Luzia (grupo 2.3), como antes de superar la rotonda (grupo 2.2) y una vez superada la misma (grupo 2.1).

Se ha previsto una espira de activación del grupo de señales P6 activas 2.3, es decir, las que se encontrarán antes de llegar a parada en sentido de la marcha, que se ubicará teóricamente en el PK 0+598, si bien finalmente se ha decidido agrupar en una espira próxima en el PK 0+603. Desde este PK está previsto que el tranvía continúe acelerando hasta el PK 0+594 (0,41 segundos), continúe circulando a velocidad uniforme de 40 km/h hasta el PK 0+476 (10,62 segundos) y continúe decelerando 39 metros más (3,97 segundos) para poder detenerse en la parada de Santa Luzia. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 en el PK 0+430, es decir, cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones.

Por otro lado, se ha previsto que la función de activación del grupo de señales P6 activas 2.2, es decir, las que se encontrarán después de la parada en sentido de la marcha, se corresponda con la misma espira que tiene función de apagado del grupo 2.3 de señales P6 activa de antes de la parada de Santa Luzia. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 en el PK 0+373 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones.

Por último, se ha previsto que la activación del grupo de señales P6 activas 2.1, es decir las que se encontrarán después de la rotonda en el sentido de la marcha, se corresponda con la espira ubicada después de la parada de Santa Luzia (PK 0+373). Asimismo se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 en el PK 0+280 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones.

### 5.3.3. Cruce 3 Florida – Vicente Aleixandre

#### 5.3.3.1 Cruce 3: Cruce Viario del tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 0+500.

El cruce entre el tranvía y vehículos/peatones se supera en el PK 0+485.

##### 5.3.3.1.1 Espira de detección

Este cruce contará con una única fase de vehículos, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
3	Florida - Vicente Aleixandre	1	15	6	21

El tiempo máximo que se debe proporcionar entre la señal de detección y la de confirmación es de 21 segundos.

Para ello, se ha considerado que el tranvía circula a velocidad uniforme de 40 km/h entre el PK 0+888 y el PK 0+681, donde inicia una suave deceleración para circular por la curva de Los Astrónomos.

La espira de detección se ubicará en el PK 0+827, de forma que el tranvía circulará 146 metros a 40 km/h (13,17 segundos) y circulará decelerando durante 7,83 segundos por la curva de Los Astrónomos hasta alcanzar el PK 0+603, donde se ubicará la espira de confirmación. Finalmente se ha decidido desplazar al PK 0+833, dado que la ubicación teórica coincidía con paso de vehículos.

##### 5.3.3.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- El tranvía en circulación habitual irá a 40 km/h desde el PK 0+594 hasta el PK 0+476 que comienza a decelerar para poder detenerse en la parada de Santa Luzia.

- Un tiempo de reacción aproximada de 3 segundos desde que pisa la espira de confirmación en movimiento uniformemente acelerado (PK 0+603), hasta que actúa sobre el freno para poder detenerse delante del cruce.
- Deceleración a 1m/s<sup>2</sup> desde que pisa el freno tras los tres segundos de reacción hasta la espira de presencia. Esta acción se produce en el caso de que el disco viario no estuviera en posición de <paso permitido> cuando el tranvía pasa por la espira de confirmación
- Visibilidad del disco viario desde la espira de confirmación
- **Distancia confirmación - presencia** =  $V_{media} * (\text{Tiempo reacción}) + \text{Distancia frenado}$

Esta espira de confirmación se debería situar aproximadamente a 98 metros de la espira de presencia en el PK 0+603.

#### 5.3.3.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 0+505.

#### 5.3.3.1.4 Espira de rearme

Se sitúa aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 0+480.

### 5.3.4. Cruce 4 Florida – Los Astrónomos

#### 5.3.4.1 Cruce 4: Cruce Viario del tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 0+688.

El último cruce entre el tranvía y vehículos/peatones de este cruce se realiza en el PK 0+677.

Este cruce cuenta con dos subreguladores, quedando la fase del tranvía gobernada por el subregulador 2.

#### 5.3.4.1.1 Espira de detección

El subregulador 2 de este cruce contará con una fase semafórica de vehículos, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
4	Florida - Los Astronomos	SUBR2 - F1	15	6	21

El tiempo máximo que se debe proporcionar entre la señal de detección y la de confirmación es de 21 segundos.

Se ha considerado que el tranvía circulará en movimiento uniformemente acelerado desde la salida de la parada de Ilíada hasta el PK 0+888 y en movimiento uniforme a 40km/h entre dicho PK y el PK de la espira de confirmación en el 0+788. Por tanto, la ubicación teórica de la espira de detección deberá ser en el PK 0+975, esto es, 187 m antes de la espira de confirmación, ya que recorrerá 87 metros en movimiento uniformemente acelerado durante 12 segundos y recorrerá 100 metros a velocidad de 40 Km/h empleando un tiempo de 9 segundos. Finalmente se ha decidido ubicar en el PK 0+986, agrupándola en una única espira con funcionalidades adicionales.

#### 5.3.4.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Una velocidad de 40 km/h (11,11 m/s) en el punto de confirmación
- Un tiempo de reacción de 3 segundos
- **Deceleración** a 1m/s<sup>2</sup> desde que pisa el freno tras los tres segundos de reacción hasta la espira de presencia. Esta acción se produce en el caso de que el disco viario no estuviera en posición de <paso permitido> cuando el tranvía pasa por la espira de confirmación
- Visibilidad del disco viario desde la espira de confirmación
- **Distancia confirmación - presencia** =  $V_{media} * (\text{Tiempo reacción}) + \text{Distancia frenado}$

Se sitúa aproximadamente a 95 metros de la espira de presencia en el PK 0+788.

#### 5.3.4.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 0+693.

#### 5.3.4.1.4 Espira de rearme

Se sitúa aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 0+672.

#### 5.3.4.2 Cruce 4: Señales P6 activas

Este cruce cuenta con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo antes del cruce del tranvía con los vehículos. Estas señales P6 están ubicadas después de llegar al cruce del tranvía con vehículos.

Se ha previsto una espira de activación de estas señales P6 activas que se ubicará a una distancia temporal de 15 segundos, es decir, en el PK 0+815, que se corresponde con una distancia de 165 metros entre la posición de la espira y la posición de las P6 activas.

Finalmente se ha decidido agrupar en una espira próxima en el PK 0+811. Asimismo se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 en el PK 0+640 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones.

### 5.3.5. Cruce 5 Florida – Budapest - Ilíada

El disco viario se sitúa en el PK 0+880.

El último cruce entre el tranvía y vehículos/peatones de este cruce se realiza en el PK 0+816.

#### 5.3.5.1 Cruce 5: Cruce Viario del tranvía

##### 5.3.5.1.1 Espira de detección

Este cruce contará con una fase semafórica de vehículos, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
5	Florida - Budapest - Ilíada	1	15	6	21

El tiempo máximo que se debe proporcionar entre la señal de detección y la de confirmación es de 21 segundos.

Se ha considerado que el tranvía estará parado en la parada de Ilíada durante 20 segundos, por lo que la espira de detección se ubicará antes de la parada.

##### 5.3.5.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- El tranvía circula en movimiento uniformemente acelerado desde la parada de Ilíada, alcanzando la velocidad máxima a la altura de la espira de presencia de este cruce.
- Un tiempo de reacción de 3 segundos
- **Deceleración** a 1m/s<sup>2</sup> desde que pisa el freno tras los tres segundos de reacción hasta la espira de presencia. Esta acción se produce en el caso de que el disco viario no estuviera en posición de <paso permitido> cuando el tranvía pasa por la espira de confirmación
- Visibilidad del disco viario desde la espira de confirmación

- **Distancia confirmación - presencia** =  $V_{media} * (\text{Tiempo reacción}) + \text{Distancia frenado}$

Se ha estimado la posición de la espira de confirmación, teniendo en cuenta que el tiempo de reacción de 3 segundos del conductor se produce con el tranvía circulando en movimiento uniformemente acelerado y que en el punto de confirmación la velocidad se corresponde con el valor correspondiente de velocidad una vez transcurridos esos tres segundos de reacción. A partir de esa velocidad se ha calculado la distancia de frenado (1 m/s<sup>2</sup>) teniendo en cuenta que el mismo se tiene que localizar en la espira de presencia PK 0+885.

A partir de estas consideraciones, se ha calculado que la espira de confirmación se situará aproximadamente a 63 metros de la espira de presencia en el PK 0+948.

#### 5.3.5.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 0+885.

#### 5.3.5.1.4 Espira de rearme

Se sitúa aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 0+811.

#### 5.3.5.1.5 Cruce 5: Señales P6 activas

Este cruce cuenta con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo. Estas señales P6 están ubicadas antes de la rotonda y después de la misma.

Se ha previsto una espira de activación del grupo de señales P6 activas 5.2, es decir, las que se localizan antes de rotonda en el sentido de la marcha, que se ubicará a una distancia temporal de 15 segundos en el PK 0+986 que se corresponde con una distancia 66 metros en los que el tranvía circula en movimiento uniformemente acelerado desde la parada de Ilíada. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros agrupada con la espira de presencia del cruce 5, en el PK 0+885.

Por otro lado, se ha previsto una espira de activación del grupo de señales P6 activas 5.1, es decir, las que se localizan después de la rotonda en el sentido de la marcha, que se ubicará a una distancia temporal de 15 segundos teóricamente en el PK 0+954 que se corresponde con una distancia de 148 metros entre la posición de la espira y la posición de las P6 activas. De esta forma, el tranvía circularía a velocidad de 40 km/h entre el PK 0+888 y la posición de las P6 activa (PK 0+806) durante 7,29 segundos y circularía acelerando durante 7,71 segundos desde el PK 0+954 hasta que alcanza la velocidad de 40 km/h en el PK 0+888. Finalmente se ha decidido agrupar funcionalmente en una espira en el PK 0+948. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 0+788).

### 5.3.6. Cruce 6 Ilíada – Praga

#### 5.3.6.1 Cruce 6: Cruce Viario del Tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 1+053.

El último cruce entre el tranvía y vehículos/peatones de este cruce se realiza en el PK 1+042.

##### 5.3.6.1.1 Espira de detección

Este cruce contará con dos fases semafóricas de vehículos, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
6	Paseo de la Ilíada - Praga	1	15	6	21
		2	15	6	21

El tiempo máximo que se debe proporcionar entre la señal de detección y la de confirmación es de 21 segundos.

Se han previsto las siguientes consideraciones de velocidad, con la consiguiente traducción a tiempos:

- Entre el PK 1+148 y el PK 1+088 el tranvía circulará a una velocidad de 18,92 km/h durante 11,42 segundos
- Entre el PK 1+215 y el PK 1+1148 el tranvía circulará decelerando entre la velocidad de 38,52 km/h y la velocidad de 18,92 km/h de la curva durante 8,41 segundos
- Entre el PK 1+303 y el PK 1+215 el tranvía circulará acelerando desde la parada de Nikosia hasta alcanzar la máxima velocidad en este tramo de 38,52 km/h

Por tanto, la espira de detección se ubicará en el PK 1+227, ya que el tranvía recorrerá 1,17 segundos entre dicho PK y el PK 1+215

##### 5.3.6.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- En circulación habitual, el tranvía circulará a velocidad de 18,92 km/h en la curva de Ilíada, acelerando al salir de la curva (PK 1+108) hasta el PK 1+056 donde alcanza la velocidad de 35,11 km/h para iniciar la frenada hasta detenerse en la

parada de Ilíada. Para el cálculo de la espira de confirmación se asume que el tranvía no acelerará desde el PK 1+108 si ve el disco del tranvía cerrado. Tal y como se ha indicado, se ha previsto que en esta curva la velocidad sea de 18,92 km/h (5,26 m/s).

- Un tiempo de reacción de 3 segundos a la velocidad indicada de 18,92 km/h.
- **Deceleración** a 1m/s<sup>2</sup> desde que pisa el freno tras los tres segundos de reacción hasta la espira de presencia. Esta acción se produce en el caso de que el disco viario no estuviera en posición de <paso permitido> cuando el tranvía pasa por la espira de confirmación
- Visibilidad del disco viario desde la espira de confirmación

**Distancia confirmación - presencia** =  $V_{media} * (\text{Tiempo reacción}) + \text{Distancia frenado}$

Por tanto, la ubicación de la espira de confirmación será a 30 metros de la espira de presencia en el PK 1+088.

#### 5.3.6.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 1+058.

#### 5.3.6.1.4 Espira de rearme

Se sitúa aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 1+031, agrupada con otras funcionalidades en una misma espira.

### 5.3.6.2 Cruce 6: Señales P6 activas

Este cruce cuenta con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo antes del cruce del tranvía con los vehículos. Estas señales P6 están ubicadas antes y después de la parada.

Se ha previsto una espira de activación del grupo de señales P6 activas 6.2, es decir, las que se localizan antes de parada en el sentido de la marcha, que se ubicará a una distancia temporal de 15 segundos en el PK 1+145 que se corresponde con una distancia de 105 metros entre la posición de la espira y la posición de las P6 activas. Se ha tenido en consideración que parte del tramo se realiza a velocidad uniforme de 18,92 km/h en la curva, parte en aceleración hasta alcanzar los 35,11 km/h antes de iniciar la deceleración para detenerse en la parada de Ilíada. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 1+030).

Por otro lado, se ha previsto que, para la funcionalidad de activación del grupo de señales P6 activas 6.1, es decir, las que se localizan después de parada en el sentido de la marcha, se utilice la espira ubicada antes de parada que también tendrá función de rearme del cruce 6, función apagado de P6 activas antes de parada y función de detección de cruce 5. Asimismo, se ha previsto que, para la funcionalidad de apagado de este grupo de señales P6 activas, se utilice la espira ubicada unos metros después del cruce de peatones con el tranvía, haciéndola coincidir con la espira que tiene funcionalidad de confirmación del cruce 5 y funcionalidad activación del grupo de señales P6 5.1.

### 5.3.7. Cruce 7 Ilíada – Bulevar de Salburua

#### 5.3.7.1 Cruce 7: Señales P6 activas

Este cruce únicamente cuenta con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo antes del cruce del tranvía con los peatones. Estas señales P6 están ubicadas antes de la rotonda y después de la misma.

Se ha previsto una espira de activación del grupo de señales P6 activas 7.2, es decir, las que se localizarán antes de rotonda en el sentido de la marcha, que se ubicará a una distancia temporal de 15 segundos teóricamente en el PK 1+280 que se corresponde con una distancia de 130 metros entre la posición de la espira y la posición de las P6 activas. Se ha tenido en consideración que el tranvía sale acelerando de la parada de Nikosia hasta alcanzar una velocidad estimada de 38,52km/h en el PK 1+215, instante en el que vuelve a decelerar para entrar en la curva de Ilíada. Esta ubicación puede interferir con la posición de los elementos de señalización tranviaria, por lo que se ha decidido desplazar al PK 1+292, si bien, en cualquier caso, deberá confirmarse la viabilidad de su instalación en la fase de replanteo. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 en el PK 1+145 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones.

Por otro lado, se ha previsto una espira de activación del grupo de señales P6 activas 7.1, es decir, las que se localizan después de la rotonda en el sentido de la marcha, que se ubicará a una distancia temporal de 15 segundos en el PK 1+196, que se corresponde con una distancia de 94 metros entre la posición de la espira y la posición de las P6 activas. Desde el PK 1+196 el tranvía circulará durante 6,57 segundos en movimiento uniformemente decelerado para alcanzar la velocidad de la curva de Ilíada en el PK 1+148. A continuación el tranvía circulará durante 7,61 segundos a la velocidad 18,92 km/h entre el PK 1+148 y el PK 1+108, donde finaliza la curva de Ilíada y por último continuará en aceleración durante 0,82 segundos hasta el PK en el que se localizan las P6 activas 7.1. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 1+088).

### 5.3.8. Cruce 8 Bulevar de Salburua – La Valletta

#### 5.3.8.1 Cruce 8: Señales P6 activas

Este cruce únicamente cuenta con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo antes del cruce del tranvía con los peatones. Estas señales P6 están ubicadas después de la parada de Nikosia en el sentido de la marcha.

Se ha previsto una espira de activación de estas señales P6 activas que se ubicará en el PK 1+351, es decir, antes de la parada de Nikosia en el sentido de la marcha. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 1+292).

### 5.3.9. Cruce 9: Bulevar de Salburua – Nikosia

#### 5.3.9.1 Cruce 9: Cruce Viario del tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 1+417.

El último cruce entre el tranvía y vehículos/peatones de este cruce se realiza en el PK 1+405.

Este cruce cuenta con tres subreguladores, quedando la fase del tranvía gobernada por el subregulador 3.

##### 5.3.9.1.1 Espira de detección

El subregulador 3 de este cruce contará con dos fases semafóricas de vehículos y peatones, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
9-2	Bulevar - Nikosia	SUBR3 - F1	15	6	21

El tiempo máximo que se debe proporcionar entre la señal de detección y la de confirmación es de 21 segundos.

La espira de detección se ubicará teóricamente en el PK 1+701, a 184 metros de la espira de confirmación, dado que entre el PK 1+614 y el PK 1+517 el tranvía circulará durante 8,73 segundos a 40 km/h y dado que entre el PK 1+701 (salida de la parada de La Unión) y el PK 1+614 el tranvía circulará durante 12,27 segundos en movimiento uniformemente acelerado. Finalmente se ha decidido agrupar en una espira próxima en el PK 1+712.

#### 5.3.9.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Una velocidad de 40 km/h (11,11 m/s) en el punto de confirmación
- Un tiempo de reacción de 3 segundos
- **Deceleración** a 1m/s<sup>2</sup> desde que pisa el freno tras los tres segundos de reacción hasta la espira de presencia. Esta acción se produce en el caso de que el disco viario no estuviera en posición de <paso permitido> cuando el tranvía pasa por la espira de confirmación
- Visibilidad del disco viario desde la espira de confirmación
- **Distancia confirmación - presencia** =  $V_{media} * (\text{Tiempo reacción}) + \text{Distancia frenado}$

Se sitúa aproximadamente a 95 metros de la espira de presencia en el PK 1+517.

#### 5.3.9.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 1+422.

#### 5.3.9.1.4 Espira de rearme

Se sitúa aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 1+400.

### 5.3.9.2 Cruce 9: Señales P6 activas

Este cruce cuenta con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo. Cuenta con dos grupos de señales P6 activas antes de la parada de Nikosia y justo después de rebasar la calle Nikosia en sentido de la marcha, estando separadas entre sí unos 20 metros aproximadamente. Por tanto, se ha previsto utilizar una única espira de activación y otra de rearme para ambos grupos.

La espira de activación de las señales P6 activas de este cruce se ubicará a una distancia temporal de 15 segundos en el PK 1+555, a 175 metros del primer grupo de señales P6 en el sentido de la marcha. En este tramo el tranvía circulará a 40 km/h hasta el PK 1+398 donde comienza a decelerar para poder detenerse en la parada de Nikosia. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar el segundo grupo de P6 activas de este cruce (PK 1+351)

### 5.3.10. Cruce 10 Bulevar de Salburua – Varsovia

#### 5.3.10.1 Cruce 10: Cruce Viario del tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 1+513.

El último cruce entre el tranvía y vehículos/peatones de este cruce se realiza en el PK 1+502

#### 5.3.10.1.1 Espira de detección

Este cruce contará con una fase semafóricas de vehículos, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
10	Bulevar - Varsovia	NORMAL	15	6	21

El tiempo máximo que se debe proporcionar entre la señal de detección y la de confirmación es de 21 segundos.

Se plantea colocar esta espira de detección a la salida de la parada de La Unión, en el PK 1+712, si bien la duración prevista en el trayecto entre esta espira y la de confirmación sea teóricamente de 17,09 segundos, 4 segundos menos de los 21 indicados.

#### 5.3.10.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Una velocidad de 40 km/h (11,11 m/s) en el punto de confirmación
- Un tiempo de reacción de 3 segundos
- **Deceleración** a 1m/s<sup>2</sup> desde que pisa el freno tras los tres segundos de reacción hasta la espira de presencia. Esta acción se produce en el caso de que el disco viario no estuviera en posición de <paso permitido> cuando el tranvía pasa por la espira de confirmación
- Visibilidad del disco viario desde la espira de confirmación
- **Distancia confirmación - presencia** =  $V_{media} * (\text{Tiempo reacción}) + \text{Distancia frenado}$

Se sitúa aproximadamente a 95 metros de la espira de presencia en el PK 1+613.

#### 5.3.10.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 1+518.

#### 5.3.10.1.4 Espira de rearme

Se sitúa aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 1+497.

### 5.3.10.2 Cruce 10: Señales P6 activas

Adicionalmente este cruce cuenta con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo antes del cruce del tranvía con los peatones. Estas señales P6 están ubicadas una antes de alcanzar, en el sentido de la marcha, la intersección vehículos – tranvía en el cruce Bulevar de Salburua – Varsovia.

Se ha previsto una espira de activación para las señales P6 activas de este cruce que se ubicará a una distancia temporal de 15 segundos en el PK 1+686 que se corresponde con una distancia de 142m entre la posición de la espira y la posición de las P6 activas. Se ha tenido en consideración que está previsto que el tranvía circule acelerando durante 8,7 segundos entre el PK 1+686 y el PK 1+614 y que circule a 40 Km/h durante 6,3 segundos hasta llegar a la ubicación de las señales P6. Asimismo, se ha previsto ubicar teóricamente la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 1+530), si bien finalmente se ha decidido su agrupación en una espira próxima en el PK 1+517.

### 5.3.11. Cruce 11 Bulevar de Salburua – Portal de Elorriaga

#### 5.3.11.1 Cruce 11: Señales P6 activas

Este cruce únicamente cuenta con dos grupos de señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo antes del cruce del tranvía con los peatones. El primer grupo de señales P6 están ubicadas a la altura de la calle Portal de Elorriaga (11.1), justo después de la parada de La Unión en el sentido de la marcha y el segundo justo antes de la parada de La Unión en el sentido de la marcha.

Se ha previsto una espira de activación para las señales P6 activas 11.1 que se ubicará antes de la parada de La Unión en el PK 1+757 . Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 1+686).

Por otro lado, para la activación de las señales P6 activas 11.2, se ha previsto una espira que se ubicará teóricamente en el PK 1+927 que se corresponde con una distancia temporal de 15 segundos hasta la llegada del tranvía al cruce con los peatones. Finalmente se ha decidido agrupar esta funcionalidad en una espira próxima. El tranvía recorrerá 11,03 segundos entre el PK 1+927 y el PK 1+804 a velocidad uniforme de 40 km/h y recorrerá 3,97 segundos desde el PK 1+804, punto en el que inicia la deceleración para poder detenerse en la parada de La Unión. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para

apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 1+757).

### 5.3.12. Cruce 12 Bulevar de Salburua – Bruselas

#### 5.3.12.1 Cruce 12: Cruce Viario del Tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 1+897.

El último cruce entre el tranvía y vehículos/peatones de este cruce se realiza en el PK 1+1820.

Este cruce cuenta con tres subreguladores, quedando la fase del tranvía gobernada por el subregulador 3.

##### 5.3.12.1.1 Espira de detección

El subregulador 3 de este cruce contará con una fase semafórica de vehículos, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
12-1	Bulevar - Bruselas	SUBR3 - F1	15	6	21

El tiempo máximo que se debe proporcionar entre la señal de detección y la de confirmación es de 21 segundos.

La espira de detección se ubicará teóricamente en el PK 2+115, a 118 metros de la espira de confirmación, dado que entre el PK 2+115 y el PK 2+106 el tranvía circulará decelerando durante 1,22 segundos hasta alcanzar la curva de Viena, continuará durante 3,63 segundos entre el PK 2+106 y el PK 2+086 donde termina la curva de Viena, a continuación seguirá acelerando 8,62 segundos hasta el PK 2+014 donde alcanza la velocidad de 40 km/h, continuando en esta velocidad durante 1,53 segundos hasta el PK donde se ubica la espira de confirmación. Finalmente se ha decidido agrupar su funcionalidad en una espira próxima en el PK 2+121.

##### 5.3.12.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Una velocidad de 40 km/h (11,11 m/s) en el punto de confirmación
- Un tiempo de reacción de 3 segundos
- **Deceleración** a 1m/s<sup>2</sup> desde que pisa el freno tras los tres segundos de reacción hasta la espira de presencia. Esta acción se produce en el caso de que el disco viario no estuviera en posición de <paso permitido> cuando el tranvía pasa por la espira de confirmación
- Visibilidad del disco viario desde la espira de confirmación
- **Distancia confirmación - presencia** =  $V_{media} * (\text{Tiempo reacción}) + \text{Distancia frenado}$

Se sitúa aproximadamente a 95 metros de la espira de presencia en el PK 1+997.

#### 5.3.12.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 1+902.

#### 5.3.12.1.4 Espira de rearme

Se sitúa aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 1+815.

### 5.3.12.2 Cruce 12: Señales P6 activas

Este cruce cuenta adicionalmente con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo. Dispone de dos grupos de señales P6, uno ubicado antes de superar la rotonda y un segundo grupo ubicado una vez superada la misma.

Se ha previsto una espira de activación para el grupo de las señales P6 activas 12.1 de este cruce que se ubicará a una distancia temporal de 15 segundos, teóricamente en el PK 1+977 que se corresponde con una distancia de 167m entre la posición de la espira y la posición de las P6 activas. Se ha tenido en consideración que está previsto que el tranvía circule a velocidad uniforme de 40 km/h durante este tramo. Finalmente se ha decidido su agrupación en una espira próxima en el PK 1+997. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de estas P6 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones (PK 1+795).

### 5.3.13. Cruce 13 Bulevar de Salburua – Viena

#### 5.3.13.1 Cruce 13: Cruce Viario del tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 2+082.

El último cruce entre el tranvía y vehículos/peatones de este cruce se realiza en el PK 2+065.

Este cruce cuenta con tres subreguladores, quedando la fase del tranvía gobernada por el subregulador 3.

### 5.3.13.1.1 Espira de detección

El subregulador 3 de este cruce contará con una fase semafórica de vehículos, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
13-2	Bulevar - Viena	SUBR3 - F1	15	6	21

El tiempo máximo que se debe proporcionar entre la señal de detección y la de confirmación es de 21 segundos.

Se ha previsto la ubicación teórica de esta espira en el PK 2+307 a 186 metros de la espira de confirmación, si bien finalmente se ha decidido agrupar con una espira próxima en el PK 2+315. Entre el PK 2+307 y el PK 2+298 el tranvía circulará durante 1,71 a velocidad de 19,83 km/h en la curva de Roma, continuará acelerando durante 8,62 segundos para alcanzar la velocidad de 40 km/h en el PK 2+226, continuará durante 4,32 segundos a velocidad uniforme de 40 km/h y por último continuará decelerando durante 6,35 segundos hasta alcanzar el PK 2+121 antes de llegar a la curva Viena.

### 5.3.13.1.2 Espira de confirmación

Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Una velocidad de 19,83 km/h en la curva de Viena
- Un tiempo de reacción de 3 segundos
- **Deceleración** a 1m/s<sup>2</sup> desde que pisa el freno tras los tres segundos de reacción hasta la espira de presencia. Esta acción se produce en el caso de que el disco viario no estuviera en posición de <paso permitido> cuando el tranvía pasa por la espira de confirmación
- Visibilidad del disco viario desde la espira de confirmación
- **Distancia confirmación - presencia** =  $V_{media} * (\text{Tiempo reacción}) + \text{Distancia frenado}$

Se sitúa aproximadamente a 34 metros de la espira de presencia en el PK 2+121.

#### 5.3.13.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 2+087.

#### 5.3.13.1.4 Espira de rearme

Se sitúa aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 2+060.

### 5.3.13.2 Cruce 13: Señales P6 activas

Este cruce cuenta adicionalmente con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo. Dispone de dos grupos de señales P6, uno ubicado aproximadamente 80m después de la calle Viena en el sentido de la marcha y un segundo grupo ubicado en el Paseo del Aeródromo antes de girar hacia Bulevar de Salburua.

Se ha previsto una espira de activación para el primer grupo de señales P6 activas 13.1, ubicándose a una distancia temporal de 15 segundos que se corresponde con ubicarla teóricamente en el PK 2+105 a una distancia de 125 metros del grupo de señales P6 activas, si bien finalmente se ha decidido agrupar en una espira próxima en el PK 2+121. Se ha tenido en cuenta que entre el PK 2+105 y el PK 2+086 el tranvía circulará a velocidad uniforme de 19,83 km/h durante 3,5 segundos en la curva Viena, continuará acelerando hasta el PK 2+014 durante 8,62 segundos y continuará durante 2,88 segundos a velocidad uniforme de 40 km/h hasta la ubicación de las señales P6. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de este grupo de señales P6 activas en el PK 1+965 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones.

Por otro lado, se ha previsto una espira de activación para el segundo grupo de señales P6 activas 13.2, ubicándose a una distancia temporal de 15 segundos que se corresponde con ubicarla en el PK 2+237 a una distancia de 135 metros del grupo de señales P6 activas. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de este grupo de señales P6 en el PK 2+087. cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones.

### 5.3.14. Cruce 14 Estrasburgo – Paseo Aeródromo – Roma -Juan Carlos I

#### 5.3.14.1 Cruce Viario del Tranvía

El disco viario se sitúa en el PK 2+310.

El último cruce entre el tranvía y vehículos/peatones de este cruce se realiza en el PK 2+240.

#### 5.3.14.1.1 Espira de detección

Este cruce contará con una fase semafórica de vehículos y una fase de peatones que se activará con pulsador, con la siguiente estimación de tiempos mínimos de fase:

	Cruce	FASES	Tmin	Transiciones	T Total
14-2	Estrasburgo - Aeródromo - Roma - JCI	1	15	6	21
		2 - PULS	12	6	18

El tiempo máximo que se debe proporcionar entre la señal de detección y la de confirmación es de 21 segundos.

Dada la ubicación de la parada y de la zona de maniobras de Salburua, la señal de detección será proporcionada por el enclavamiento al regulador de este cruce.

#### 5.3.14.1.2 Espira de confirmación

A Para el cálculo de la posición de la espira de confirmación se ha tenido en cuenta los siguientes parámetros:

- Una velocidad de 29 km/h (8,06 m/s) en el punto de confirmación
- Un tiempo de reacción de 3 segundos
- **Deceleración** a 1m/s<sup>2</sup> desde que pisa el freno tras los tres segundos de reacción hasta la espira de presencia. Esta acción se produce en el caso de que el disco viario no estuviera en posición de <paso permitido> cuando el tranvía pasa por la espira de confirmación
- Visibilidad del disco viario desde la espira de confirmación
- **Distancia confirmación - presencia** =  $V_{media} * (\text{Tiempo reacción}) + \text{Distancia frenado}$

Se sitúa aproximadamente a 50 metros de la espira de presencia en el PK 2+365.

#### 5.3.14.1.3 Espira de presencia

Se sitúa aproximadamente 5 metros antes del disco viario en el PK 2+315.

#### 5.3.14.1.4 Espira de rearme

Se sitúa aproximadamente 5 metros después de rebasar el cruce en el PK 2+237.

#### 5.3.14.2 Cruce 14: Señales P6 activas

Este cruce cuenta adicionalmente con señales P6 activas que advierten al peatón de peligro por cruce de tranvía y que se encienden cuando el tranvía se está aproximando al mismo.

Dispone de dos grupos de señales P6, uno ubicado aproximadamente en el Paseo del Aeródromo a la altura del Paseo de Estrasburgo y un segundo grupo compuesto por 8 señales P6 activas en la confluencia con la calle Juan Carlos I.

Se ha previsto una espira de activación para el grupo de señales P6 activas 14.1, ubicándose a una distancia temporal de 15 segundos que se corresponde con ubicarla teóricamente en el PK 2+318 a una distancia de 123 metros del grupo de señales P6 activas, si bien finalmente se ha optado por su agrupación en la espira del PK 2+315. El tranvía circulará durante 3,59 segundos a la velocidad de 19,83 km/h en la curva Roma, continuará acelerando durante 8,62 segundos hasta el PK 2+226 donde alcanzará los 40 km/h y continuará a velocidad uniforme de 40 km/h hasta llegar a la altura de las P6 en el PK 2+195. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de este primer grupo de señales P6 en el PK 2+179 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones.

Por otro lado, se ha previsto que sea el enclavamiento de la zona de maniobras de Salburua el que dé la indicación al regulador del cruce 14 para el encendido de este grupo de señales P6 activas, con el objetivo de garantizar que se enciendan 15 segundos antes de la llegada del tranvía al cruce con los peatones. Asimismo, se ha previsto ubicar la espira para apagado de este grupo de señales P6 en el PK 2+237 cinco metros después de superar este cruce del tranvía con peatones.

### 5.3.15. Cruce 15 Juan Carlos I – Paris

Las señales de tranvía que permiten el paso por este cruce son señales tranviarias controladas por el enclavamiento tranviario. En este caso, el enclavamiento deberá realizar una demanda al regulador de este cruce, que deberá mantener el tiempo mínimo de la fase de circulación en la que se realiza dicha petición de demanda antes de permitir dar paso a la fase tranviaria. El regulador deberá indicar al enclavamiento el momento en el que el cruce queda preparado para el paso seguro del tranvía. En ese momento se activarán también las señales P6 que se encuentran en la parada y después de la zona de maniobras de Salburua. Para rearme del cruce 15 y el apagado de las señales P6 15.1 ubicadas después de la zona de maniobras se utilizará la espira de confirmación del cruce 14, que se ubica inmediatamente después del cruce con vehículos de la calle Paris. Asimismo para el apagado de las señales P6 de salida de la parada de Salburua se utilizará información que el enclavamiento envíe al regulador del cruce 15.

## 5.4. CABLEADOS

Cada espira se conecta al regulador más próximo a través de un **cable de 2 pares.**

Para que una misma detección, contacto o señal pueda ser aprovechada por más de un regulador, **se realizará una repetición de la señal en el regulador más cercano llevando la señal hasta el siguiente regulador implicado a través de un cable de 10 pares.** Esto mismo se realizará para llevar las señales a su regulador correspondiente en aquellos casos en los que las espiras quedan próximas a un regulador al que no están asociadas.

## 5.5. RESUMEN DE UBICACIÓN DE ESPIRAS

A continuación, se incluyen las tablas resultado con los principales parámetros del cálculo del sistema de gestión de la prioridad:

Proyecto de Señalización Viaria de la ampliación del tranvía de Vitoria-Gasteiz a Salburua  
**-Anejo 5: Implantación del Sistema**

Nº Cruce	Cruce	Tiempo Fases Incompatibles (s)	Velocidad Punto Confirmación (m/s)	Distancia Det - Conf (m)	Distancia Conf - Pres (m)	Tiempo Espera Parada (s)	Paso Tranvía en el Cruce (s)
1	Florida - José Lejarreta	21	7,98	NA	104	-	15
2	Florida - Jacinto Benavente	47	7,98	NA	95	-	21
3	Florida - Vicente Aleixandre	21	3,22	55	37	20	19
4	Florida - Los Astrónomos	21	11,11	132	95	-	17
5	Florida - Budapest - Iliada	21	11,11	93	110	-	20
6	Iliada - Praga	21	0 (Salida de Parada)	45	0	20	15
9	Bulevar - Nikosia	21	0 (Salida de Parada)	45	50	20	19
10	Bulevar - Varsovia	21	0 (Salida de Parada)	45	137	-	25
12	Bulevar - Bruselas	21	3,95	60	37	20	26
13	Bulevar - Viena	21	11,11	185	95	-	19
14	Estrasburgo - Aeródromo - Roma - JC	21	9,5	195	93	-	22
15	Juan Carlos I - París	21	NA - TRANVIARIA	NA - TRANVIARIA	NA - TRANVIARIA	-	-

**Figura 1: Tabla resultados Sistema Gestión Prioridad Florida – Salburua**

Proyecto de Señalización Viaria de la ampliación del tranvía de Vitoria-Gasteiz a Salburua  
**- Anexo 5: Implantación del Sistema**

Nº Cruce	Cruce	Tiempo Fases Incompatibles	Velocidad Punto Confirmación (m/s)	Distancia Det - Conf	Distancia Conf - Pres	Tiempo Espera Parada (s)	Paso Tranvía en el Cruce (s)
1	Florida - José Lejarreta	21	11,11	153	95	-	15
2	Florida - Jacinto Benavente	47	3,22	230	0	20	19
3	Florida - Vicente Aleixandre	21	10,55	230	98	-	16
4	Florida - Los Astronomos	21	11,11	198	95	-	15
5	Florida - Budapest - Iliada	21	6,74	83	63	20	18
6	Iliada - Praga	21	7,33	139	30	-	13
9	Bulevar - Nikosia	21	11,11	195	95	-	15
10	Bulevar - Varsovia	21	11,05	99	96	-	15
12	Bulevar - Bruselas	21	11,11	124	70	-	21
13	Bulevar - Viena	21	11,11	194	34	-	15
14	Estrasburgo - Aeródromo - Roma - JCI	21	8,06	NA - TRANVIARIA	50	-	23
15	Juan Carlos I - Paris	21	NA - TRANVIARIA	NA - TRANVIARIA	NA - TRANVIARIA	20	-

**Figura 2: Tabla resultados Sistema Gestión Prioridad Salburua - Florida**

Proyecto de Señalización Viaria de la ampliación del tranvía de Vitoria-Gasteiz a Salburua  
**-Anejo 5: Implantación del Sistema**

---

