



CIR

**Asunto: Cruces Inteligentes.****INSTRUCCIÓN 20/TV-110**

Los Cruces Inteligentes nacen con el espíritu de incrementar la seguridad de la circulación en intersecciones a nivel de vías convencionales de calzada única, basándose en experiencias reales contrastadas y referencias técnicas internacionales, en el marco del concepto de Sistema Seguro.

Partiendo de los importantes avances logrados en los últimos años en materia de seguridad vial, es preciso dar nuevos pasos con un renovado enfoque, en el marco de la Estrategia de Seguridad Vial 2011-2020, en la que se incluyen diversos objetivos operativos, entre ellos el de “mejorar la seguridad de las carreteras convencionales”.

Este sistema, compuesto por elementos de sensorización, señalización y comunicaciones promueve un uso seguro de la vía que se ajuste a las circunstancias y función de la propia vía, por medio de una señalización más adaptada a cada circunstancia, y por tanto más creíble, que propicia la circulación a una velocidad segura. En efecto, partiendo del compromiso de responsabilidad compartida, desde el factor vía, se pretende proporcionar al usuario de una herramienta adicional al que ya proporcionan el resto de elementos de seguridad viaria a modo de sistema de ayuda a la conducción.

Según los datos de accidentalidad de 2018, el 62% de los accidentes con víctimas en vías interurbanas tuvo lugar en carreteras convencionales y el 32% de estos en intersecciones, por lo que es un hecho que estos elementos del trazado requieren de un tratamiento específico.

Se trata por tanto de un sistema pionero en España que no obstante ha sido desplegado internacionalmente y existen referencias de sus bondades en la reducción de la lesividad y mortalidad en las vías en que se aplica.

## 1 ESTADO DEL ARTE

Existen diferentes categorías de Cruces Inteligentes en función de la localización de la señalización (en poste o en báculo) y del lugar donde se informa y donde se detecta de la presencia de vehículo (vía principal y vía secundaria). En este documento se tomará como referencia la clasificación de la Federal Highway Administration (FHWA)<sup>1</sup>. Esta institución, además, ha realizado estudios sobre la efectividad de los Cruces Inteligentes para reducir la accidentalidad. A continuación, se expone la definición que establece de cada categoría, y la relación entre las diferentes categorías y los valores del Crash Modification Factor (CMF= Accidentes esperados/Accidentes actuales) en intersecciones con cuatro ramales.

- **CATEGORÍA 1:** Señales dinámicas en báculo en la vía principal y elementos de detección en la vía secundaria
- **CATEGORÍA 2:** Señales dinámicas en báculo en la vía secundaria y elementos de detección en la vía principal.
- **CATEGORÍA 3A:** Señales dinámicas en poste en los márgenes de la vía principal y elementos de detección en la vía secundaria
- **CATEGORÍA 3B:** Señales dinámicas en poste en los márgenes de la vía secundaria y elementos de detección en la vía principal
- **CATEGORÍA 4:** Combinación de la 1 y la 3.

---

<sup>1</sup> *Investigaciones de la Federal Highway Administration (Safety Evaluation of Intersection Conflict Warning System (ICWS))*

Tabla 1. Crash Modification Factor según la categoría de Cruce Inteligente. Fuente: FHWA

<b>INTERSECCIÓN DE CUATRO RAMALES</b>					
<b>CATEGORÍA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3a</b>	<b>3b</b>	<b>4</b>
<b>N (SITIOS)<sup>2</sup></b>	16	15	14	8	16
<b>TOTAL</b>	0,740	0,892	0,519	0,866	0,704
<b>FALLECIDOS Y HERIDOS</b>	0,600	0,944	0,450	1,064	0,742
<b>ÁNGULO RECTO</b>	0,807	1,084	0,454	1,247	0,697

Atendiendo al CMF la categoría más efectiva es la 3a, la que ha sido implantada hasta el momento en España. En situaciones de escasa visibilidad, la opción alternativa que se recomienda es la 1, en esta se sigue detectando al vehículo en la vía secundaria e informando de su presencia en la principal con señalización en báculo.

Por tanto, se logra reducir entre el 40 - 55% de muertos y heridos.

<sup>2</sup> Hace referencia al número de casos en los que se ha estudiado la accidentalidad antes y después de instalar la contramedida.

## 2 DEFINICIÓN Y PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

### 2.1 DEFINICIÓN

Se trata de un sistema de advertencia dinámica en intersecciones, denominado como Cruce Inteligente, es un conjunto de equipamientos sincronizados, dispuestos en los ramales y tronco de una intersección, que permiten detectar la presencia de un vehículo que se aproxima a la misma desde la vía secundaria, alertando de ello en la vía principal mediante señalización dinámica. Tiene como vocación maximizar la credibilidad de la señalización mediante un sistema adaptativo y circunstancial.

### 2.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE INTERSECCIONES

Para seleccionar las intersecciones en las que debe instalar un cruce inteligente se debe recurrir a indicadores cuantitativos de la seguridad inherente de la infraestructura que nos permitan identificar elementos viales problemáticos, y guiarse por el histórico de accidentabilidad por otro lado para priorizar las actuaciones en función de su retorno potencial en reducción de accidentabilidad<sup>3</sup>.

Para la determinación de la seguridad inherente del tramo de estudio en que se localice la intersección, en la inspección que se lleve a cabo (bien con métodos sistemáticos de alto rendimiento de inspección de la red o inspecciones ad-hoc localizadas) se prestará especial atención al trazado en planta y alzado, y a su coordinación, con el fin de detectar posibles problemas derivados de ausencia de visibilidad, a la orientación del eje vial respecto a la salida y puesta del sol, a la presencia de elementos que dificulten la visión como árboles, vallados u objetos en los márgenes de la vía, así como los fenómenos meteorológicos adversos que de manera recurrente pueden comprometer la visibilidad.

---

<sup>3</sup> Valor de la vida estadística (DGT).

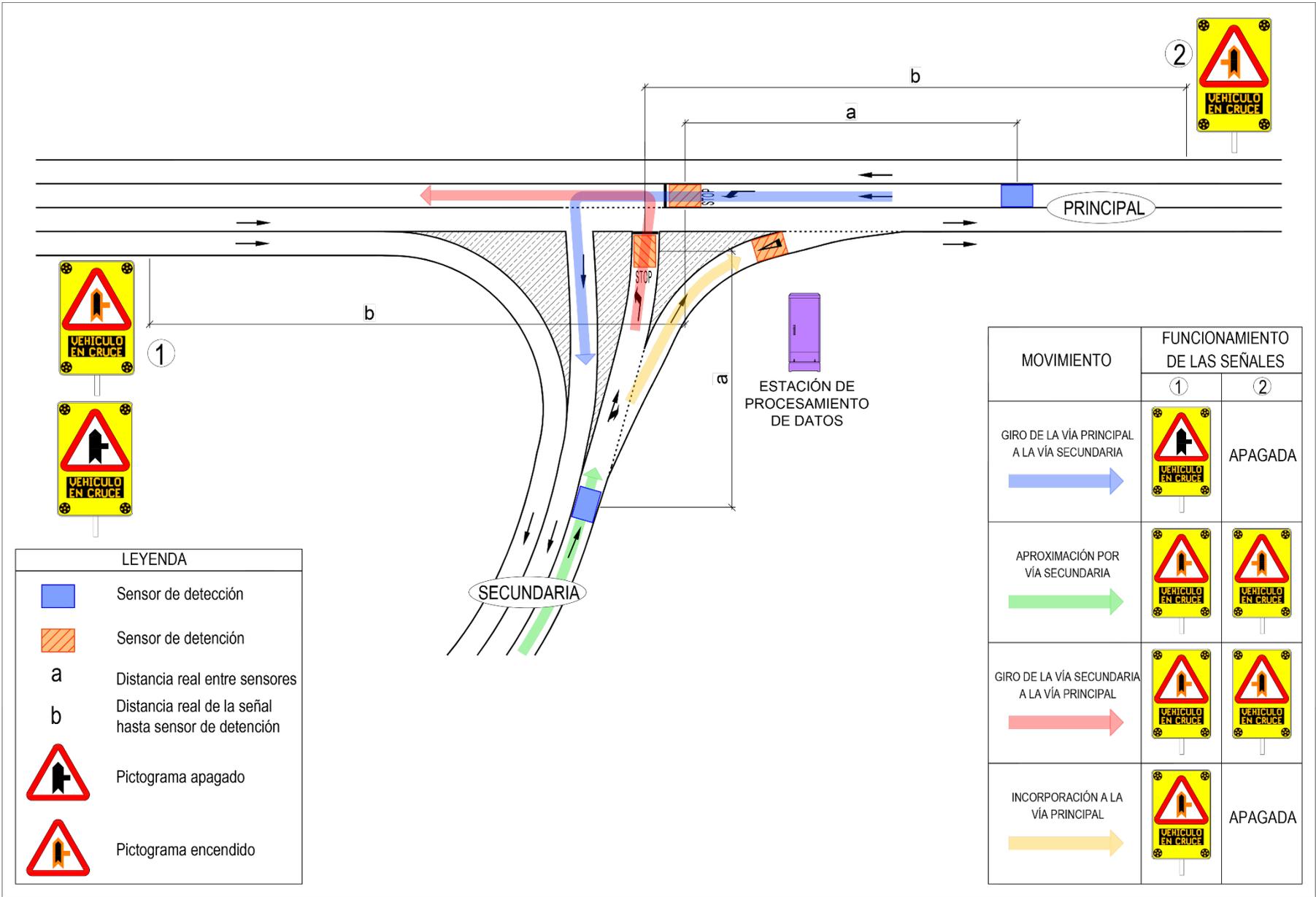
## 2.3 PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO

El funcionamiento de los Cruces Inteligentes se basa en la detección de los vehículos que se aproximan desde la vía secundaria a una intersección por medio de unos sensores colocados en la calzada, estos sensores mandan una señal al equipo de procesamiento de datos (EDP) que al recibir la señal genera otra capaz de activar la señalización dinámica, avisando al vehículo que circula por la vía principal de la presencia o aproximación de otro vehículo por la vía secundaria. Una vez que el vehículo detectado alcanza a la línea de detención, otros sensores (detectores de presencia), iguales a los anteriores y situados también en el firme, envían una señal de manera continua (mientras el vehículo está en la zona de detención) al controlador, este a su vez envía la señal, también de manera continua a la señalización dinámica manteniéndola encendida mientras el vehículo se encuentra detenido. Una vez el vehículo que esperaba consigue realizar la maniobra y abandona la intersección, la señalización se mantiene activa durante el tiempo de despeje de la maniobra, aproximadamente 3 segundos (dependiendo de la geometría de cada cruce).

Es fundamental que el sensor que mantiene la señal encendida mientras el vehículo espera, esté ubicada en el punto concreto donde se produce la parada en la práctica, (ya que en algunas ocasiones por motivos de visibilidad o por la posición en el propio carril no coincide con la marca vial de detención) de lo contrario el vehículo no sería detectado y por tanto, la señalización dinámica estaría desactivada pese a haber un vehículo parado esperando a realizar un giro. Esto debe estudiarse in-situ mediante observación del comportamiento real de los vehículos.

Por otra parte, para que sea efectiva la señalización inteligente deben existir diferencias importantes entre el volumen de flujo de tráfico del tronco principal y el de los giros y/o de la vía secundaria. La intensidad media horaria del tronco debe ser mucho mayor que la de los giros y/o de la vía secundaria para el mismo periodo de tiempo para evitar que la señal esté permanentemente encendida con lo que perdería su utilidad y credibilidad.

En el siguiente esquema se representa gráficamente el principio de funcionamiento de un Sistema de Advertencia Dinámica en Intersecciones.



### 3 ELEMENTOS NECESARIOS

Los elementos necesarios para equipar un cruce inteligente son:

- Señalización de Advertencia Dinámica
- Estación de Procesamiento de Datos
- Sensores de aproximación, de detención y de velocidad
- Antenas y Repetidores

A continuación, se explicará por separado cual es la función que tiene cada uno de ellos dentro del funcionamiento general del sistema, asumiendo en cualquier caso que la instalación es en vías convencionales y puntos remotos sin acometida eléctrica ni redes de fibra óptica disponibles.

#### 3.1 SEÑALIZACIÓN DE ADVERTENCIA DINÁMICA

Independientemente del tipo de señal y tecnología aplicada, la advertencia se compone de un pictograma, un texto “VEHÍCULO EN CRUCE” y cuatro elementos intermitentes situados en los vértices de la señal.

La señal se activa y desactiva desde un punto remoto mediante una comunicación por RF de bajo consumo eliminando la necesidad de cableado.

Se alimenta con energía solar fotovoltaica, por tanto, debe incorporar una fotocélula que permita regular la intensidad luminosa de manera automática en función de la luz ambiental, de tal forma que se eviten los deslumbramientos y se reduzca el consumo para maximizar la duración de la batería.

La señal enciende de forma continua el texto “VEHICULO EN CRUCE” durante el periodo de activación de la señal. También se enciende el pictograma P-1, P-1a o P-1b en función de la información suministrada por la unidad de control.

En las intersecciones en las que la incorporación de los vehículos procedentes de la vía secundaria se realice desde un carril de incorporación y/o la maniobra de giro cuenta con carril de espera central la señal de advertencia dinámica será opcional.

Existen tres tipos de sistemas para realizar la señalización:

- Señal con pictograma troquelado
- Señal oculta
- Panel de Mensaje Variable

La señal con el pictograma troquelado es la más básica, su funcionalidad se limita a la señalización del cruce, se instala cuando su uso va a ser únicamente para advertir de la presencia de un vehículo en la vía secundaria. En el caso de la señal oculta las posibilidades pueden ser

más amplias y permitir alertar de otro tipo de peligro, como nieve o viento en caso de ser necesario. El panel de mensaje variable es el más versátil, no tiene limitación en el tipo de pictograma que se quiere representar puede servir para indicar velocidades, presencia de cinemómetros, entre otros. Se instala en aquellos casos en los que los problemas identificados en la carretera no solo sean los derivados de la intersección.

En el anexo II de especificaciones técnicas se pueden ver las características de cada una de ellas.

**Tabla 2. Distancia de la Señal de Advertencia Dinámica al punto de cruce (b) en función de la velocidad de circulación de la Vía Principal.**

<b>VÍA PRINCIPAL</b>		
<b>VELOCIDAD<sub>85</sub> (KM/H)</b>	<b>DISTANCIA ENTRE LA SEÑAL Y PUNTO DE CRUCE (m)*</b>	<b>TIEMPO DE RECORRIDO (s)</b>
<b>100</b>	180	6,48
<b>90</b>	150	6,00
<b>80</b>	120	5,40
<b>70</b>	90	4,63
<b>60</b>	70	4,20
<b>50</b>	50	3,60

\* Para pendientes menores de -4% la distancia deberá aumentarse un 20%.

### 3.2 ESTACIÓN DE PROCESAMIENTO DE DATOS

La Estación de Procesamiento de Datos (EDP) es la encargada de recibir la información procedente de los sensores y procesarla, encender o mantener encendida la señal de advertencia dinámica y apagarla.

La conectividad de la EPD se adaptará a las particularidades del lugar de la instalación. A pesar de que existen múltiples posibilidades de conexión, la más común será por tecnología (3G, GPRS).

Esta estación podrá instalarse en una zona elevada (farola, mástil, etc) y con visión directa a la red de sensores, o en el lateral de la carretera en el interior de un armario.

- La tensión de entrada puede ser producida por:
- Acometida eléctrica existente de 220V.
- Paneles Fotovoltaicos y batería que permitan garantizar el funcionamiento del sistema durante al menos 4 horas 5 días seguidos en ausencia de radiación.
- Punto con Suministro a Tiempo Parcial (por ejemplo, alumbrado encendido únicamente de noche) y complementarlo con una batería.

### 3.3 SENSORES DE APROXIMACIÓN, DETENCIÓN Y VELOCIDAD

Los sensores de aproximación y detención (representados en el esquema de principios de funcionamiento) son elementos que deben detectar respectivamente el paso o la parada de un vehículo, y enviar una señal al equipo de procesamiento de datos para que active el funcionamiento de la señal.

Para determinar la ubicación de los sensores de detección es necesario saber cuál es la velocidad de circulación por las vías donde están instalados, de forma que los vehículos sean detectados con la suficiente antelación como para que la señal de advertencia dinámica se encienda y alerte al vehículo de que a su paso por el cruce podrá haber otro vehículo intentado realizar una maniobra.

**Tabla 3. Distancia real entre sensor de aproximación y de detención (a) medida en metros en función de las velocidades de circulación (V85) de la vía principal y la secundaria.**

VÍA PRINCIPAL		VÍA SECUNDARIA			
		VELOCIDAD <sub>85</sub> (km/h)			
		70	60	50	40
VELOCIDAD <sub>85</sub> (KM/H)	100	65	60	50	40
	90	65	60	50	40
	80	55	60	50	40
	70	55	45	50	40
	60	55	45	50	40
	50	55	45	30	40

Para el cálculo de la distancia entre los sensores de aproximación y detención de la vía secundaria se debe tener en cuenta la velocidad (preferentemente la del percentil 85 o V<sub>85</sub>) a la que circula tanto el tráfico ligero de la vía principal como de la vía secundaria.

Un aspecto a considerar para la disposición del sensor de aproximación es que no debe existir ningún acceso intermedio entre éste y el sensor de detención, con el fin de detectar todos los vehículos que acceden a la intersección.

Los sensores de detención son los encargados de continuar enviando el impulso que permite que la señal permanezca encendida mientras el vehículo está esperando para realizar el giro.

Los sensores de velocidad se situarán en aquellas intersecciones en las que para efectuar giros a izquierda no exista carril central de espera en la vía principal y por ello el vehículo se detiene en el propio carril de la vía principal. El giro debe detectarse mediante un sensor doble capaz de medir la velocidad de paso, activándose cuando el valor sea menor de 40 km/h. Si el punto de rebaje del eje es conocido se deberá instalar un sensor adicional de detención que se active cuando el tiempo de ocupación del mismo sea superior a 2 segundos confirmando así que el vehículo va a realizar la maniobra. El simple paso por el

sensor de detención no activará el sistema, evitando que los giros desde la vía secundaria lo activen de manera errónea.

A fin de que los vehículos se detengan en el mismo punto, se recomienda canalizar el giro mediante isletas en la vía principal y/o secundaria recurriendo a balizamiento, marcas viales u obra civil.

Tipos de sensores:

### **3.3.1 ESPIRA DE LAZO DETECTOR ELECTROMAGNÉTICO**

Se trata de detectores de bucle inductivo, basados en la perturbación de un campo magnético producido en una espira por la presencia de la masa metálica de un vehículo cuando este pasa por encima. Como parámetros básicos deberá ser variable la sensibilidad de detección y realizar el conteo de intensidad y medición del tiempo de ocupación con un error máximo de  $\pm 2\%$ . La profundidad de ranura en el pavimento será de 6,00 centímetros y la anchura 6,00 milímetros. El cable de cobre que forma la espira será de 2,50 milímetros<sup>2</sup> de sección. Las dimensiones de la espira se adaptarán a los carriles de circulación o anchura del acceso en cada caso particular. El número de vueltas será de 3, para perímetros de 6 a 10 m. Los puntos de medida dispondrán de oscilador, detector propiamente dicho, amplificador y bloque de salida.

Tendrá que ser doble en el caso de funcionamiento por detección de velocidad.

### **3.3.2 DETECTOR MAGNETOMETRO**

Detector de presencia de vehículos en calzada, mediante sensor inalámbrico magnetómetro (SM) instalado bajo pavimento o sistema equivalente para el conteo de vehículos, compuesto por base de caja de PBT con fibra de vidrio de diámetro 110mm y 110mm de altura. Compatible con comunicación por radiofrecuencia a 868MHz. Tapa superior extraíble de PBT con fibra de vidrio, junta X-Ring y kit de juntas planas de EPDM de sellado.

Tendrá que ser doble en el caso de funcionamiento por detección de velocidad.

### **3.3.3 OTROS (DOPPLER, INFRARROJO)**

Se podrán utilizar otro tipo de sensores tipo doppler o infrarrojo para la detección de los vehículos en cualquiera de las posiciones (aproximación o detención), siempre que se garantice la autonomía energética igual que el sistema principal. Además, las conexiones entre equipos se realizarán preferiblemente mediante radiofrecuencia y los equipos se instalarán en la medida de lo posible aprovechando las señales verticales existentes o el báculo destinado para la estación de procesamiento de datos, con el fin de minimizar los periféricos y elementos en la vía.

## **3.4 ANTENA Y REPETIDOR**

La antena es el dispositivo que permite realizar la conexión inalámbrica entre la Estación de Procesamiento de Datos y la Señal de Advertencia Dinámica. Se dispondrá de una antena Multibanda: 700/800/850/900/1800/1900/2100/2600 MHz, con ganancia  $\geq 3$  dBi, dependiendo de la localización de los

equipos será necesario disponer de una ganancia superior o instalarla en altura para permitir la conexión entre equipos.

El repetidor es el elemento que posibilita la comunicación (en caso de que la distancia entre los sensores y la Estación de Procesamiento de Datos y de la Estación de Procesamiento de Datos y la Señal de Advertencia Dinámica sea muy grande o que la configuración intermedia del emplazamiento interrumpa la conexión) amplificando la señal emitida por los sensores y la Estación de Procesamiento de Datos.

En caso de no ser posible la comunicación inalámbrica, se acometerá mediante cableado por canalización.

### 3.5 ANTENA Y REPETIDOR



## 4 TIPOLOGÍA DE CRUCE (CATÁLOGO DE CRUCES)

Esta instrucción aplica a las intersecciones en las que todos los movimientos se realizan a nivel y sin regulación semafórica, excluyendo las glorietas.

A continuación, se clasifican los Cruces Inteligentes en función del tipo de intersección, lo cual determina el número de equipos necesarios para su correcto funcionamiento y su disposición.

El funcionamiento de las señales depende de los movimientos que se realizan en el cruce. Las opciones son:

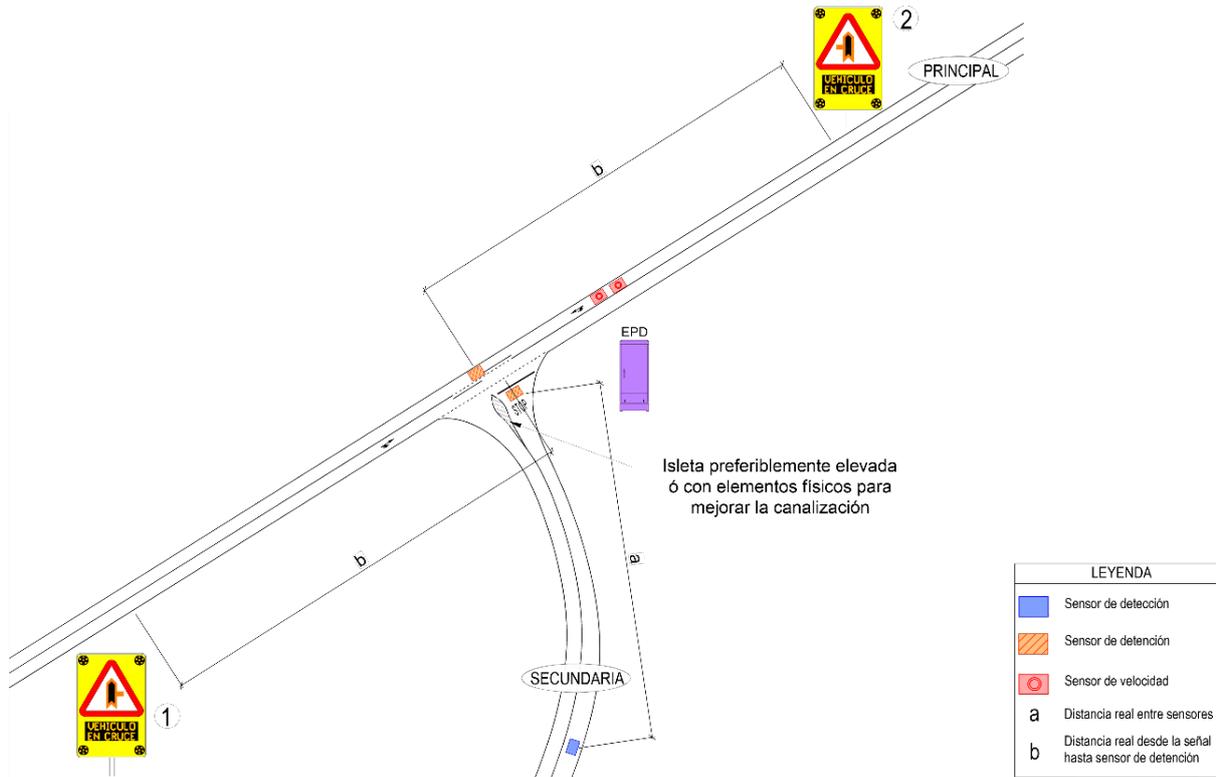
- Encendidas las señales de ambos sentidos con el pictograma correspondiente. Si los movimientos son de aproximación o giro desde la vía secundaria o giro desde ramal de la vía principal.
- Encendida la señal del sentido de incorporación con el pictograma correspondiente: En caso de que el movimiento desde la vía secundaria sea de incorporación. La señal del sentido contrario a la incorporación permanecerá apagada al no interferir el movimiento en su trayectoria.

- Encendida la señal en el sentido contrario y solo el texto (pictograma apagado): Si el movimiento se corresponde con el giro desde un carril de espera en la vía principal, se enciende la señal del sentido contrario al del carril de espera y solo el texto.

En el anexo IV se puede ver el funcionamiento específico para cada tipo de cruce y para cada movimiento.

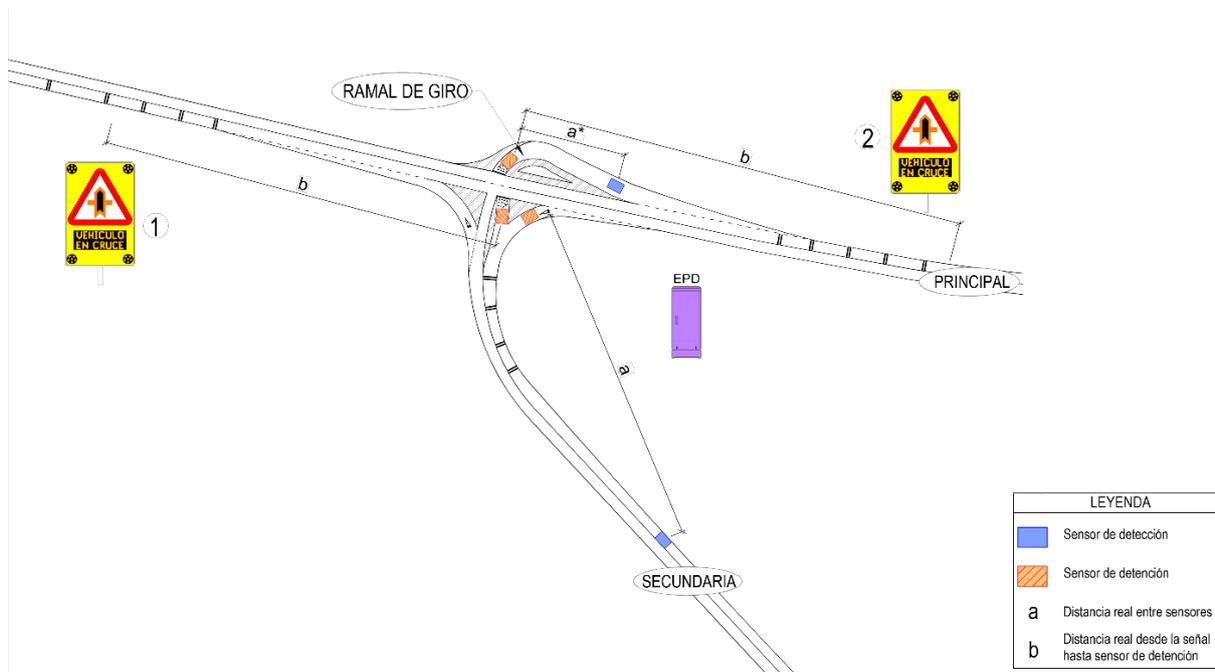
#### 4.1 DE 3 RAMALES

##### 4.1.1 ENT DIRECTA



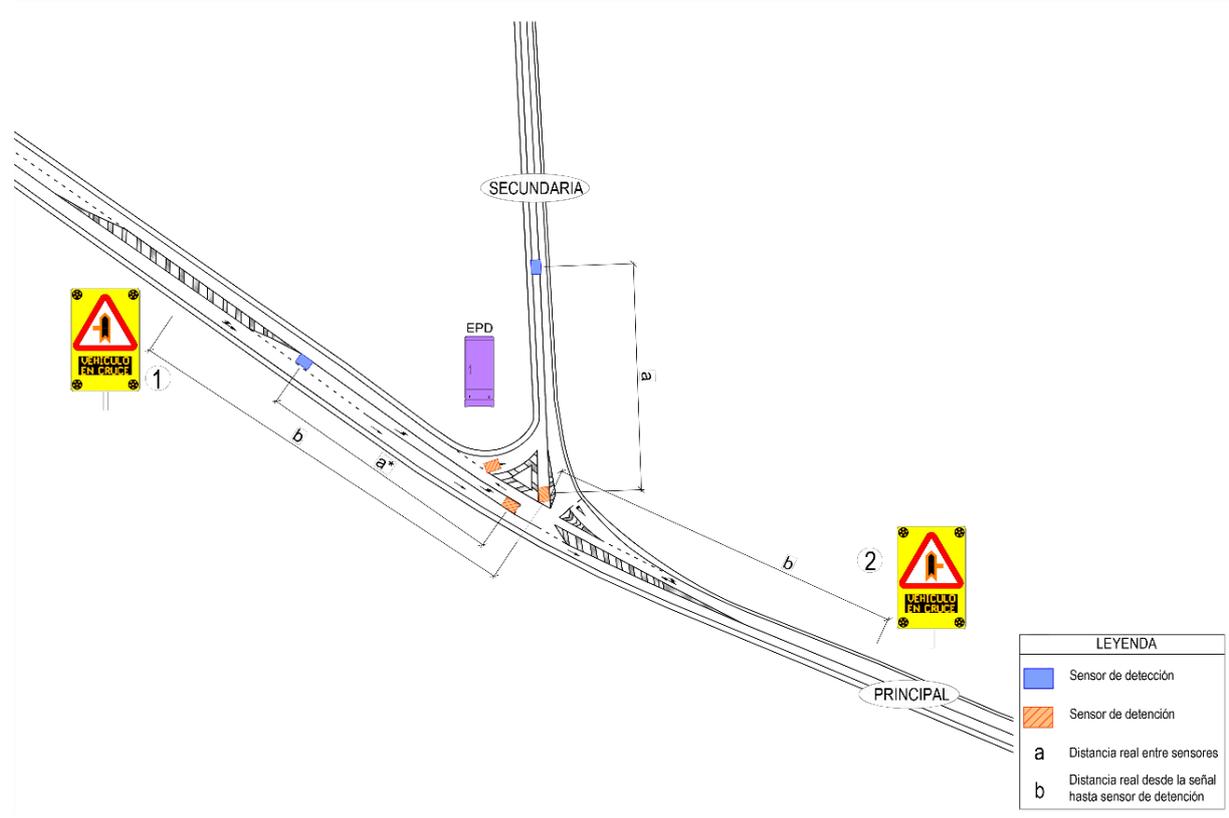
El sensor de velocidad se activará cuando la velocidad que detecte sea menor a 40 km/h. El sensor de detención confirmará el giro cuando el tiempo de ocupación sea mayor de 2 segundos.

### 4.1.2 ENT CON VÍA DE GIRO SEMIDIRECTA

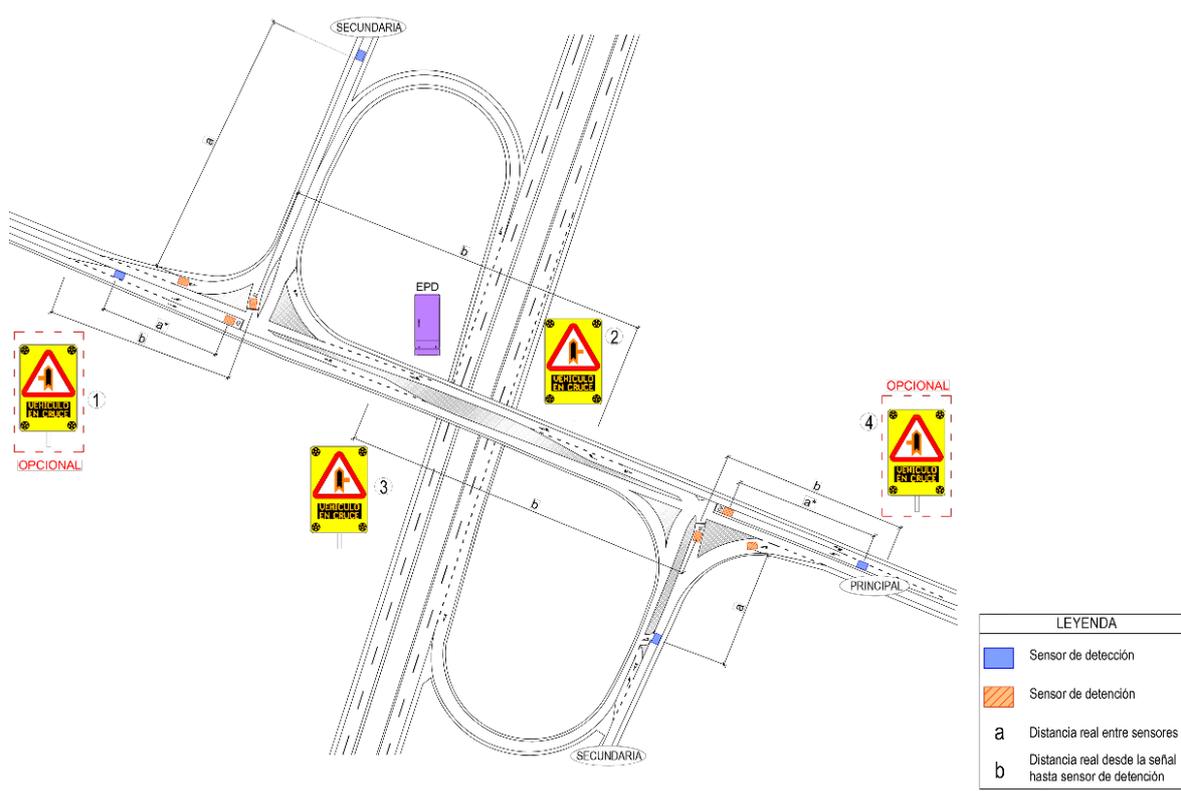


a\* en este caso la distancia a la que se coloca el sensor de detección es inferior a la necesaria según los cálculos establecidos en la tabla de distancias, se replanteará dentro del ramal, lo más alejada posible del sensor de detención para preavisar lo antes posible a los vehículos que se sitúan en el tronco principal.

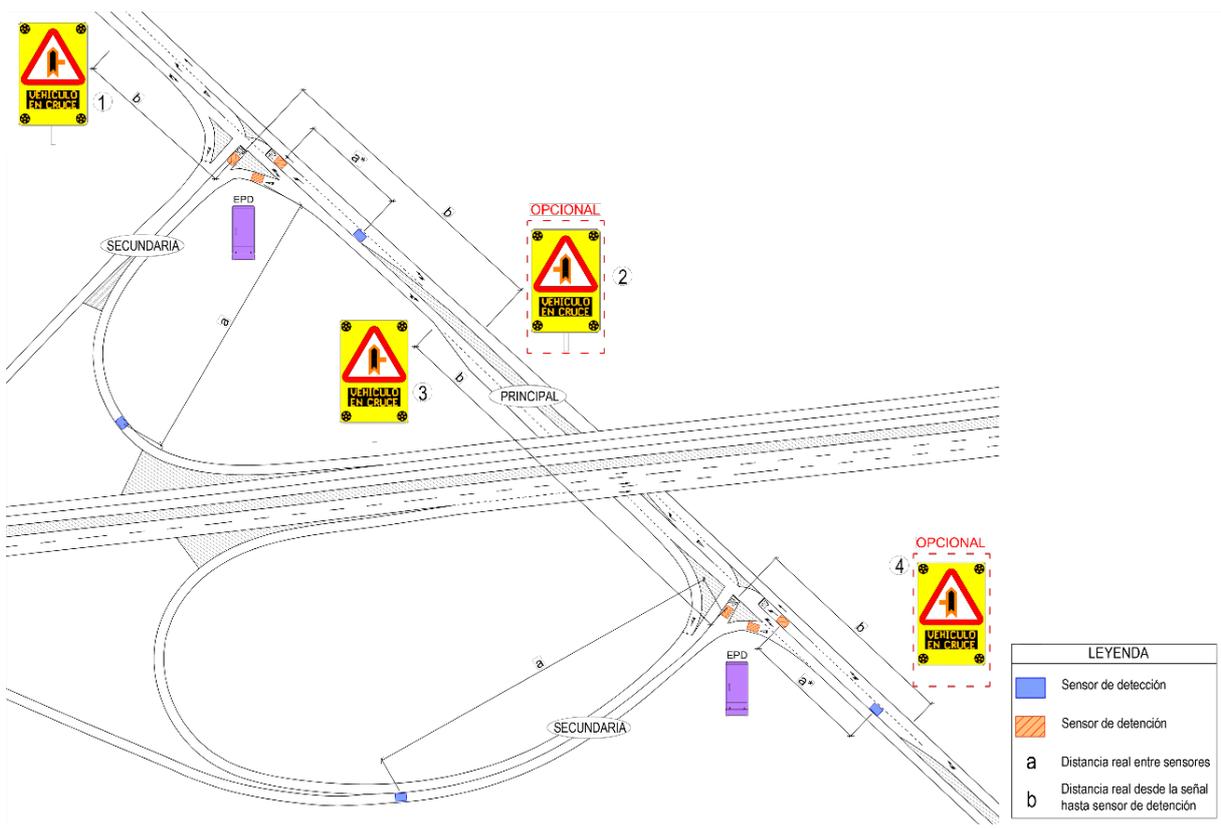
### 4.1.3 EN T SENCILLA CON CARRIL DE ESPERA CENTRAL



### 4.1.4 EN T DOBLE ASIMÉTRICA CON CARRIL DE ESPERA CENTRAL

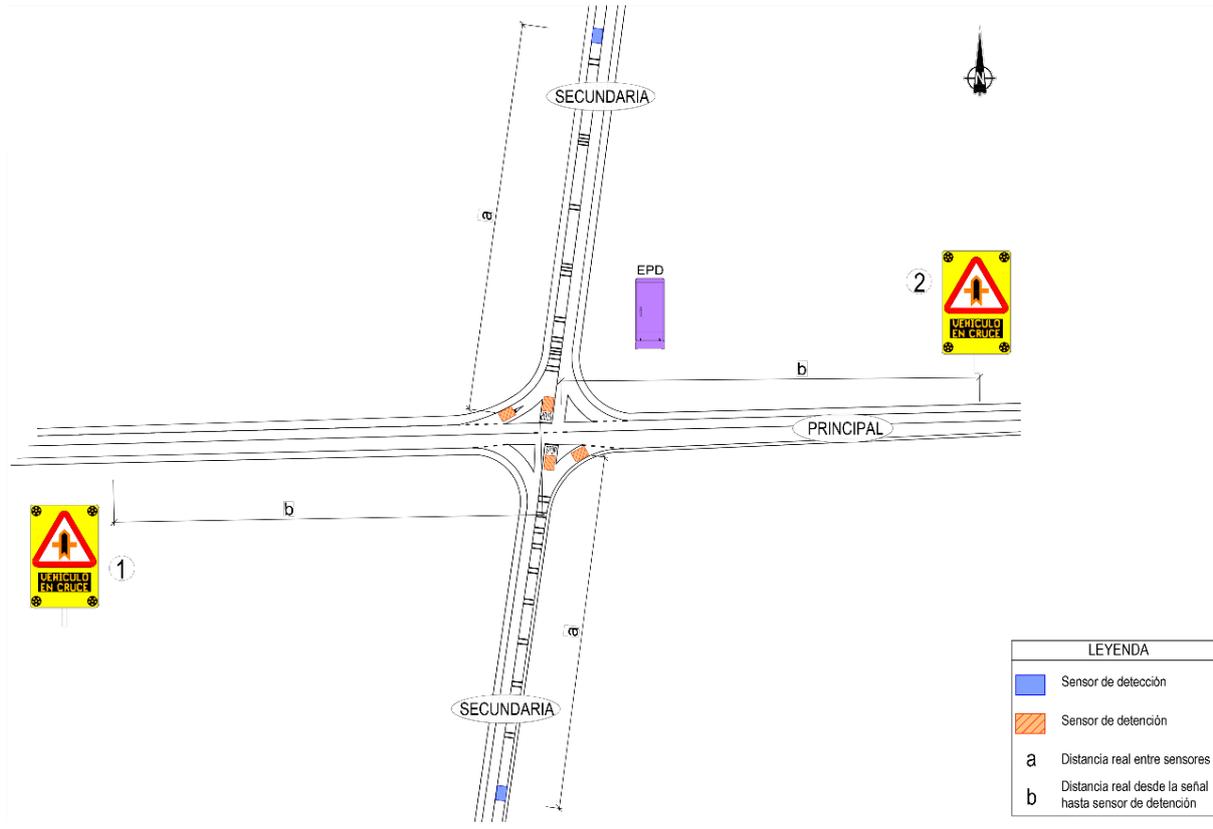


### 4.1.5 EN T DOBLE SIMÉTRICA CON CARRIL DE ESPERA CENTRAL

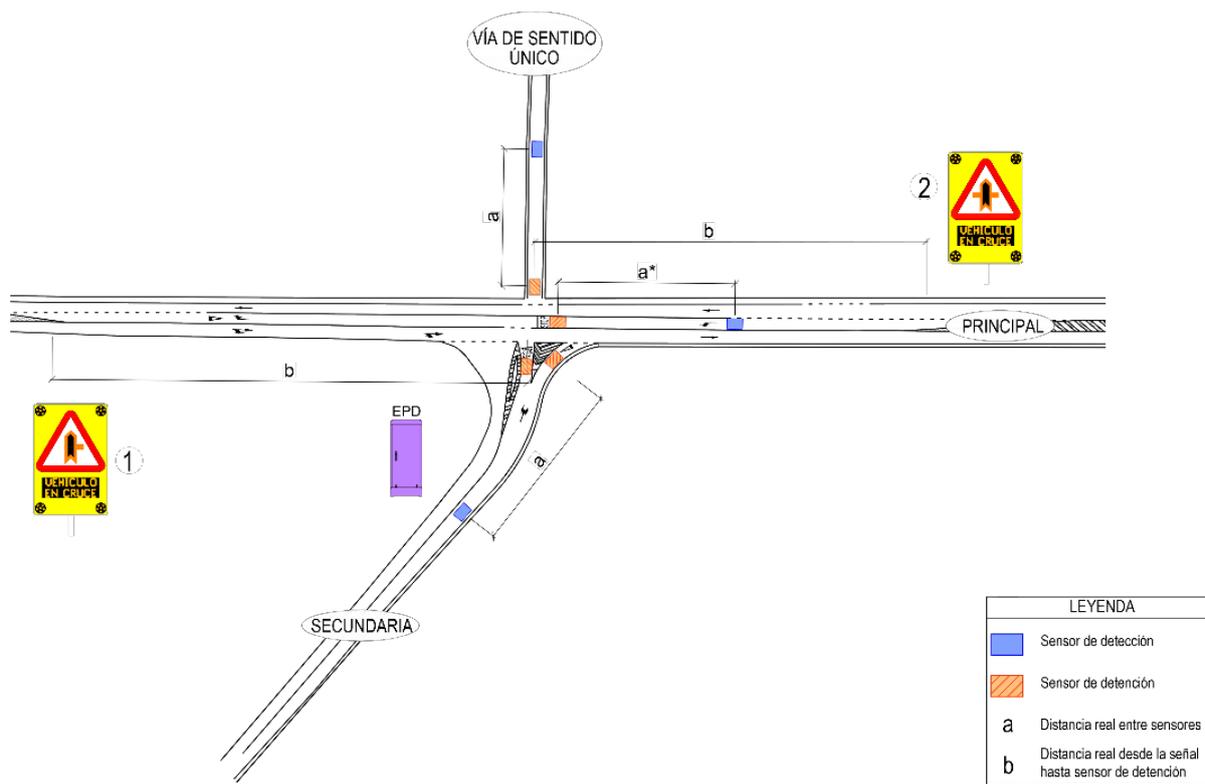


## 4.2 DE 4 RAMALES

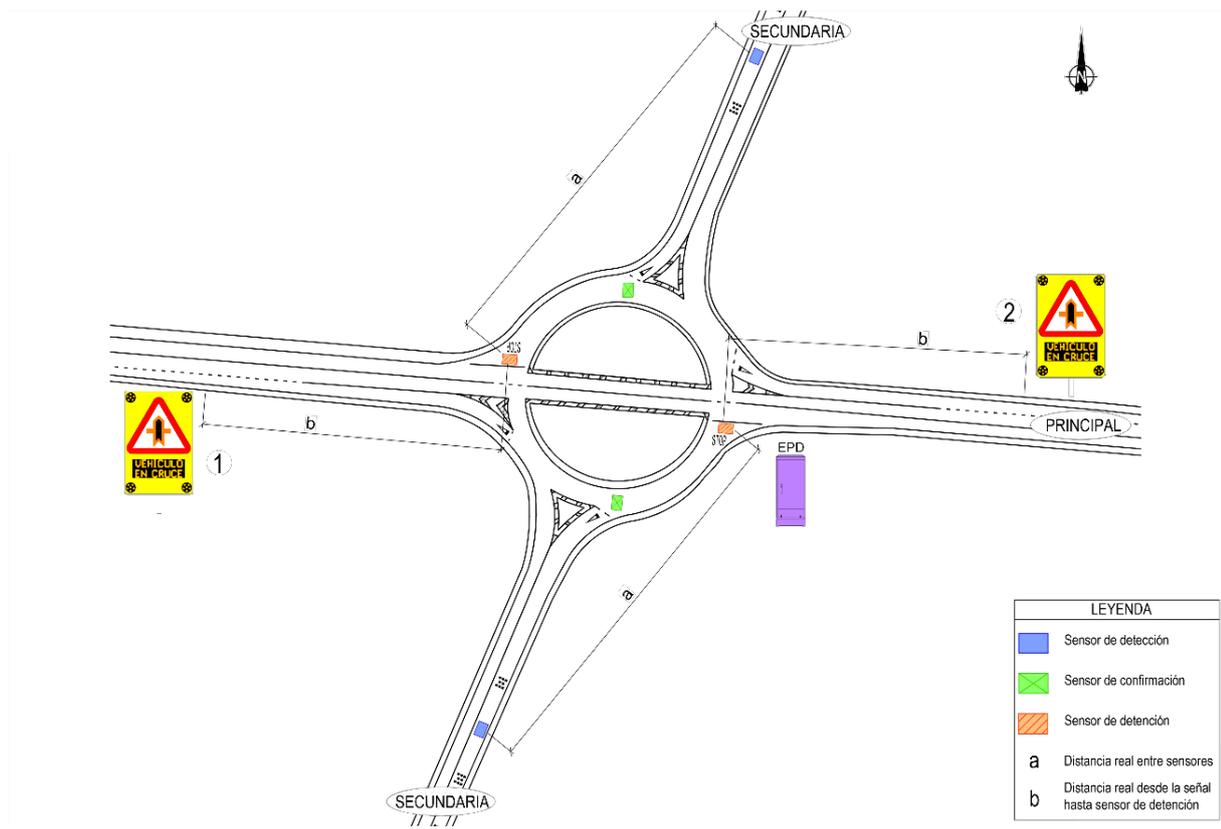
### 4.2.1 CANALIZADA SIN CARRIL DE ESPERA



### 4.2.2 CANALIZADA CON CARRIL DE ESPERA



### 4.2.3 GLORIETA PARTIDA





## 5. ENTRADA EN VIGOR

Lo que se hace público para general conocimiento y cumplimiento.

Madrid, 28 de febrero de 2020

EL DIRECTOR GENERAL DE TRÁFICO

PERE NAVARRO OLIVELLA

**A TODAS LAS UNIDADES DEL ORGANISMO**

## Anexo I. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS SEÑAL DE ADVERTENCIA DINÁMICA

### I. SEÑAL CON PICTOGRAMA TROQUELADO

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Cajón de 1080 x 1620 x 150 mm fabricado íntegramente en aluminio.
- Sujeción al poste mediante tres abrazaderas de aluminio sujetas a las guías de la parte posterior de la señal.
- Poste de aluminio de 114 mm de diámetro x 7 mm de espesor y 2300 mm de longitud.
- Poste de aluminio de 90 mm de diámetro x 4 mm de espesor y 3200 mm de longitud.
- Concha de acero fundido de D.114mm.
- Marcado CE
- los dispositivos electrónicos estarán integrados en la señal, ocultos a la vista. En el interior del cajón.

#### ROTULACIÓN:

- Fondo de color amarillo flúor reflectante DG.
- Fondo del triángulo de la señal P-1 color blanco reflectante DG.
- Fondo del texto con led y del pictograma negro.

#### ELEMENTOS LUMINOSOS:

##### PICTOGRAMA:

Figura P-1 con el contorno reforzado con 132 LED ámbar de alto brillo alimentados a 12 VDC (puede fabricarse en color rojo). Se permite el encendido independiente de la flecha y las dos indicaciones laterales, permitiendo formarse las versiones P-1, P-1a y P-1b. El pictograma va cerrado en un módulo de metacrilato de 4 mm (tanto frontal como trasera) que garantiza un nivel de estanqueidad IP65 de la electrónica.

##### TEXTO:

"VEHICULO EN CRUCE" con 228 LED ámbar de alto brillo alimentados a 3 VDC (puede fabricarse en color rojo). El texto va cerrado en un módulo de metacrilato de 4 mm (tanto frontal como trasera) que garantiza un nivel de estanqueidad IP65 de la electrónica.

##### FOCOS:

Cuatro focos de 6 LED ámbar de 1W de alto brillo de diámetro 160 mm alimentados a 12 VDC con un driver de corriente constante. Potencia luminosa superior a 3000 Cd.

## SISTEMA DE ALIMENTACIÓN:

El suministro eléctrico al sistema quedará asegurado mediante un sistema solar fotovoltaico formado por:

- Placa solar fotovoltaica 100 Wp. Placas solares de alta eficiencia cuya potencia será calculada dependiendo del tráfico de la vía y del lugar de ubicación de la misma. Se utilizará para el cálculo la Tabla de Radiación Solar editada por el Ministerio de Industria y Energía, se emplea siempre el valor de radiación del mes más desfavorable de esa determinada provincia. Las placas empleadas son placas de silicio monocristalino o policristalino con una eficiencia superior al 14%.
- Batería 12V – 65Ah. La energía generada por la placa solar se acumulará en una batería estacionaria tipo AGM. La capacidad de la batería se calculará para que sea suficiente como para garantizar el funcionamiento del sistema en condiciones extremas, así se tomará un Coeficiente de Seguridad de Descarga de la batería (CSB) de 1,8 y una Durabilidad sin Carga (DSC) de la misma de 3 días. Será capaz de soportar un mínimo 400 ciclos de carga-descarga.
- Regulador de carga con tecnología MPPT. Se asegurará el correcto funcionamiento del sistema de generación y acumulación mediante este regulador, cuyo cometido será: evitar sobrecargas, evitar descargas profundas de la batería, así como proteger al sistema electrónico de cortocircuitos, etc. La intensidad de cálculo del mismo será acorde con el sistema de alimentación en su conjunto. El sistema MPPT permite adaptar la tensión de la placa solar a la tensión de la batería, mejorando la carga de la batería en las situaciones más desfavorables como días nublados, el amanecer y el atardecer, etc.
- Cableados. Todos los cableados de la señal irán ocultos por el interior de la misma o por el poste. Se evitarán empalmes de cables. Todas las conexiones quedarán convenientemente protegidas de forma que no les afecte la humedad ni la temperatura ambiente a la que está sometida la señal.
- Soporte del sistema de alimentación. Todo el sistema irá colocado en el extremo superior del poste de la señal. En dicho extremo se colocará una estructura orientable donde se atornillará la placa solar con la orientación apropiada. La batería y el regulador de carga se introducirán dentro de una caja metálica estanca situada por debajo de la placa solar.

## ELEMENTOS DE CONTROL:

Control de intermitencia con siete salidas a MOSFET canal-N de 15A, una entrada analógica para sensor de luminosidad.

El consumo del control de intermitencia con receptor de RF es de 30mA a 12VDC.

La electrónica tiene integrado un convertidor de corriente continua de 30W para convertir los 12 VDC de entrada a 3 VDC para alimentar los circuitos del texto.

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS:

- La señal se alimenta a 12 VDC que proporciona el sistema solar fotovoltaico.
- La tensión entra mediante un pasa muros IP68 de la parte posterior de la señal.
- La salida del convertidor DC/DC alimenta a +3 VDC los LEDs del texto.
- Los 4 focos de 160 mm LED ámbar están conectados en paralelo y se alimentan desde el circuito de control.
- La figura P-1 tiene 4 hilos, uno es la alimentación positiva de todos los LED y los tres restantes son las alimentaciones negativas de la flecha del pictograma, la indicación de incorporación por la izquierda y la indicación de la incorporación por la derecha.
- El sensor LDR está colocado detrás de la señal para minimizar la interferencia por la incidencia de los faros de los vehículos que circulan por la vía.

#### CONSUMO MEDIO:

- Consumo en reposo: 1.1W.
- Consumo activada: 20W.

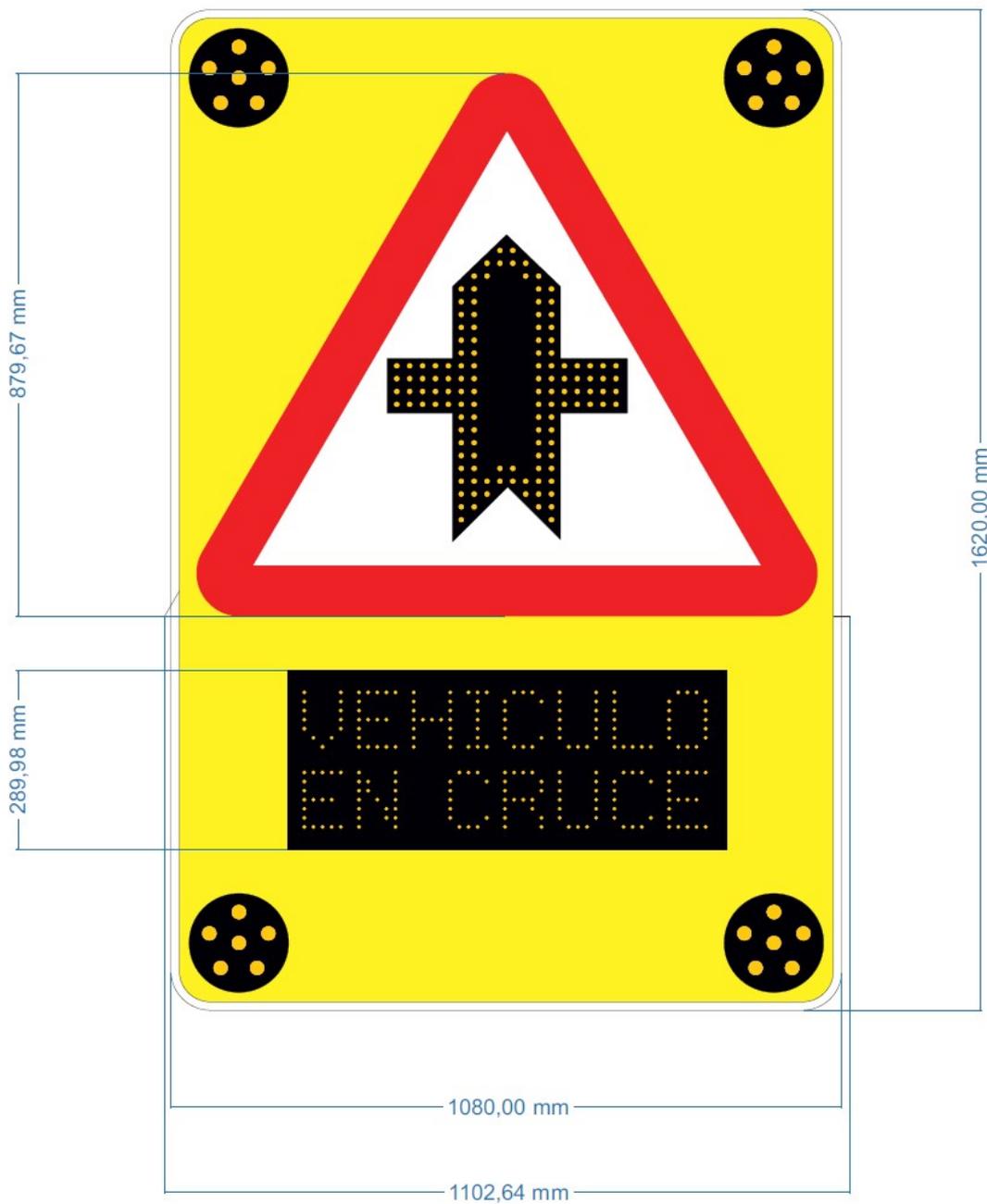
#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL TRANSMISOR DE RADIO FRECUENCIA:

- Tensión de alimentación: 2.4 – 3,6 VDC.
- Modulación: GFSK
- Consumo en transmisión: 55 mA.
- Conexión de antena: U.FL.
- Frecuencia de trabajo: ISM 868 MHz.
- Distancia máxima entre emisor y receptor: 1 Km.
- Potencia de transmisión: +15 dBm.

#### DESCRIPCIÓN DEL LED ÁMBAR:

- Tipo: LED de alto brillo.
- Montaje: SMD lo que garantiza una perfecta alineación de los mismos y una gran homogeneidad de la luz.
- Encapsulado: PLCC4.
- Luminosidad típica a 20mA: 7000 mcd.
- Color: Ámbar (584 - 596nm)
- Ángulo de salida del haz de luz (50% de la potencia): 30°.
- Tensión directa: 2.0 VDC

DISEÑO:



## II. SEÑAL OCULTA

La señal oculta debe disponer de un cajón de aluminio en el interior del cual se integren los dispositivos electrónicos de forma que queden ocultos a la vista. Se sustenta sobre un poste de aluminio de 114 y 90 mm de diámetro respectivamente al que se sujeta por medio de tres abrazaderas también de aluminio. Todos los elementos deben contar con el marcado CE.

La rotulación de la señal se compone de un fondo de color amarillo flúor reflectante DG troquelado con la forma de la señal de advertencia de peligro, el rectángulo para el texto y los cuatro círculos en los vértices para los focos LED.

### ELEMENTOS LUMINOSOS:

- La señal de advertencia dinámica de peligro P-1, P-1a o P-1b en la que el pictograma se ilumina con LEDs color ámbar y orla completa con LEDs color rojo.
- El texto de "VEHICULO EN CRUCE" que se ilumina con LEDS de color ámbar.
- focos LEDs que se sitúan en los vértices de la señal y se iluminan de manera intermitente.

Los LEDS deben ser de alto brillo, montados con alineación y homogeneidad en la luz perfecta.

El suministro eléctrico se realiza mediante un sistema solar fotovoltaico formado por placas solares de alta eficiencia cuya potencia se calcula dependiendo del tráfico de la vía y del lugar de ubicación, utilizando la Tabla de Radiación Solar editada por el Ministerio de Industria y Energía, empleándose el valor de radiación del mes más desfavorable de la provincia para la que se calcula.

Para asegurar el funcionamiento del sistema se debe disponer de baterías que acumulen el excedente de energía generada, garantizando el funcionamiento del sistema durante 3 días sin carga y con un coeficiente de seguridad de 1,8. Siendo capaces de soportar un mínimo de 400 ciclos de carga-descarga.

Para evitar sobrecargas o descargas profundas de la batería se debe contar con un regulador de carga que proteja el sistema electrónico de cortocircuitos permitiendo adaptar la tensión de la placa solar a la tensión de la batería y mejorando la carga de la batería en las situaciones más desfavorables.

La batería y el regulador de carga quedan introducidos dentro de una caja metálica estanca situada por debajo de la placa solar.

Todos los cableados de la señal deben ir ocultos y las conexiones convenientemente protegidas de forma que no les afecte la humedad ni la temperatura ambiente a la que está sometida la señal. Así mismo debe evitarse el empalmado de cables.

El sistema de alimentación se coloca en el extremo superior del poste de la señal donde se atornilla la placa solar con la orientación apropiada.

**DISEÑO:**

- Señal oculta apagada.



- Señal oculta encendida.



### III. PANEL DE MENSAJE VARIABLE

El panel de mensaje variable debe mostrar de manera intermitente los siguientes elementos luminosos:

- Señal de advertencia dinámica de peligro P-1, P-1a o P-1b en la que el pictograma se ilumina con LEDs de color ámbar, orla completa con LEDs de color rojo y 2 focos LEDs de color ámbar que se sitúan en los vértices de la señal.
- Texto de "VEHICULO EN CRUCE" que se ilumina con LEDs de color ámbar y 4 focos LEDs de color ámbar que se sitúan en los vértices de la señal.

Como mínimo debe disponer de 64 x 64 píxeles para garantizar la posibilidad de representar ambos elementos. El paso de píxel recomendado es de 20mm lo que hace que las dimensiones mínimas de la zona gráfica sean de 1280 x 1280 mm. En cada píxel debe haber al menos 3 LEDs (RGB). La altura del carácter se determina a partir del límite de velocidad y la anchura del haz vertical y según la norma EN 12966.

Se recomienda que el material sea acero galvanizado no excediendo su peso de 100 kg. La carga de viento debe determinarse a partir de la EN 12899 y el grado de protección IP a partir de la EN 60529.

Las características ópticas, de visualización y de vibración se recomienda que se establezcan según marca la norma EN 12966.

En términos de durabilidad y mantenimiento se debe garantizar una vida útil del LED de más de 100.000 horas y una vida útil del panel de al menos 10 años.

El suministro eléctrico se realiza mediante un sistema solar fotovoltaico formado por placas solares de alta eficiencia cuya potencia se calcula dependiendo del tráfico de la vía y del lugar de ubicación, utilizando la Tabla de Radiación Solar editada por el Ministerio de Industria y Energía, empleándose en cada caso el valor de radiación del mes más desfavorable de la provincia para la que se calcula.

Para asegurar el funcionamiento del sistema se debe disponer de baterías que acumulen el excedente de energía generada, garantizando el funcionamiento del sistema durante 3 días sin carga y con un coeficiente de seguridad de 1,8. Siendo capaces de soportar un mínimo de 400 ciclos de carga-descarga.

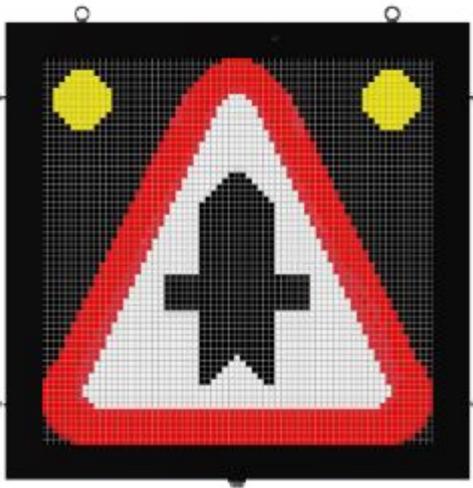
Para evitar sobrecargas o descargas profundas de la batería se debe contar con un regulador de carga que proteja el sistema electrónico de cortocircuitos permitiendo adaptar la

tensión de la placa solar a la tensión de la batería y mejorando la carga de la batería en las situaciones más desfavorables.

La batería y el regulador de carga quedan introducidos dentro de una caja metálica estanca situada por debajo de la placa solar.

Todos los cableados deben ir ocultos y las conexiones convenientemente protegidas de forma que no les afecte la humedad ni la temperatura ambiente a la que está sometido el panel. Así mismo debe evitarse el empalmado de cables.

- PMV pictograma encendido.



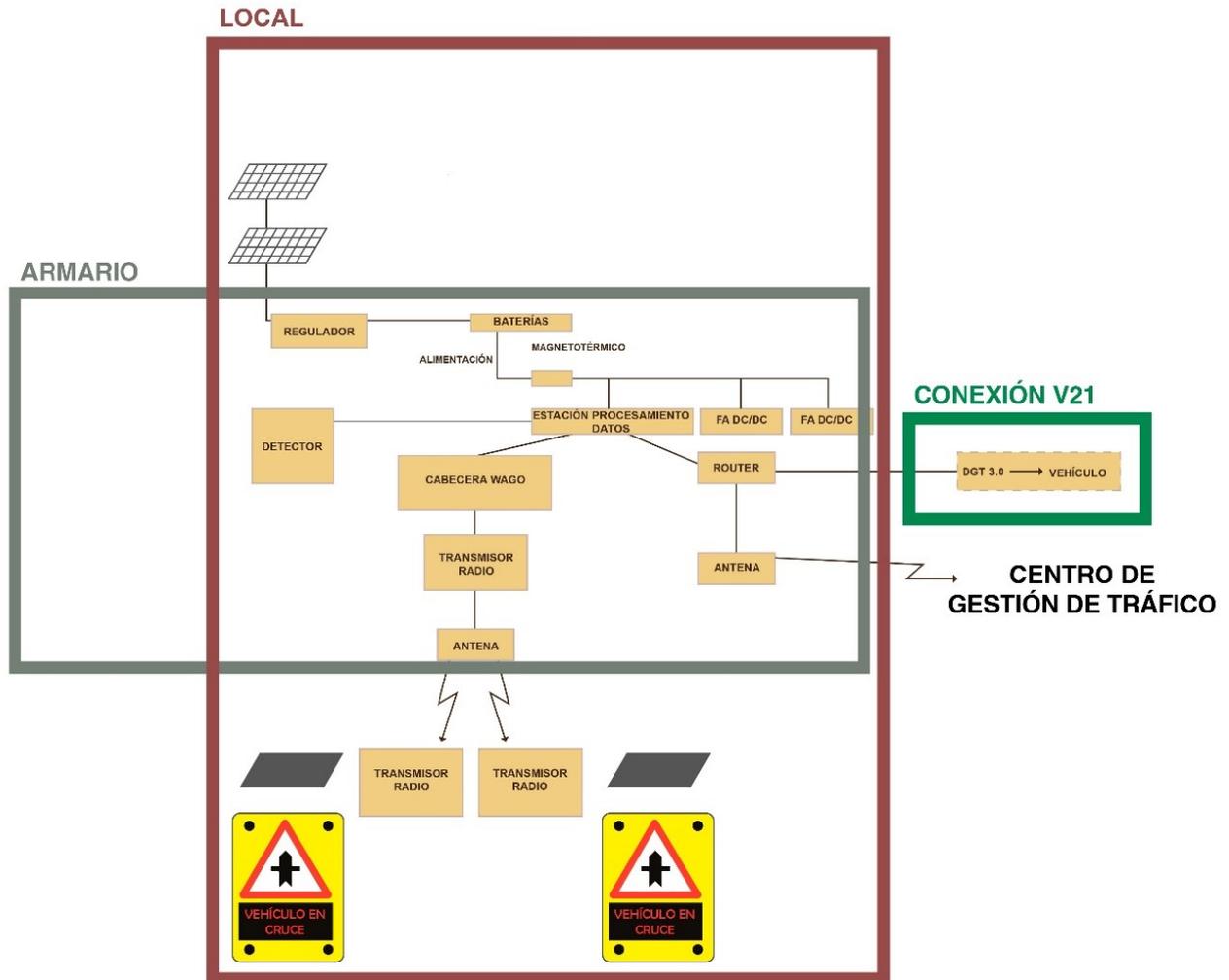
- PMV texto encendido.



- PMV mensaje alternativo al de cruce inteligente



## Anexo II. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE COMUNICACIONES



### Anexo III. EJEMPLOS FOTOGRÁFICOS DE CASOS REALES EN FUNCIONAMIENTO



Señal de advertencia dinámica en carretera CL-116 pk 20+950



*Señal de advertencia dinámica en carretera CL-517 pk 29+500.*



*Señal de advertencia dinámica en carretera CV-50 pk 76+000.*



Panel de Mensaje Variable en carretera N-VI pk 57+000.

## Anexo IV. FUNCIONAMIENTO DE LA SEÑALIZACIÓN EN FUNCIÓN DE LOS MOVIMIENTOS EN EL CRUCE

Los números de los subapartados se corresponden con la numeración del catálogo de cruces del apartado 5.

### 4.1 DE 3 RAMALES

#### 4.1.2. EN T DIRECTA

MOVIMIENTO	FUNCIONAMIENTO DE LAS SEÑALES	
	①	②
GIRO DESDE LA VÍA PRINCIPAL HACIA LA VÍA SECUNDARIA		APAGADA
APROXIMACIÓN POR VÍA SECUNDARIA		
GIRO / INCORPORACIÓN DE LA VÍA SECUNDARIA A LA VÍA PRINCIPAL		

### 4.1.3. EN T CON VÍA DE GIRO SEMIDIRECTA

MOVIMIENTO	FUNCIONAMIENTO DE LAS SEÑALES	
	①	②
APROXIMACIÓN POR RAMAL DE GIRO		
GIRO / INCORPORACIÓN DESDE EL RAMAL DE GIRO		
APROXIMACIÓN POR VÍA SECUNDARIA		
GIRO DESDE LA VÍA SECUNDARIA HACIA LA VÍA PRINCIPAL		
INCORPORACIÓN DESDE LA VÍA SECUNDARIA HACIA LA VÍA PRINCIPAL		APAGADA

#### 4.1.4. EN T SENCILLA CON CARRIL DE ESPERA CENTRAL

MOVIMIENTO	FUNCIONAMIENTO DE LAS SEÑALES	
	①	②
APROXIMACIÓN POR CARRIL DE ESPERA DE VÍA PRINCIPAL	APAGADA	
GIRO DESDE CARRIL DE ESPERA DE LA VÍA PRINCIPAL HACIA LA VÍA SECUNDARIA	APAGADA	
APROXIMACIÓN POR VÍA SECUNDARIA		
GIRO DESDE LA VÍA SECUNDARIA HACIA LA VÍA PRINCIPAL		
INCORPORACIÓN DESDE LA VÍA SECUNDARIA HACIA LA VÍA PRINCIPAL	APAGADA	

### 4.1.5. EN T DOBLE ASIMÉTRICA CON CARRIL DE ESPERA CENTRAL

MOVIMIENTO	FUNCIONAMIENTO DE LAS SEÑALES		MOVIMIENTO	FUNCIONAMIENTO DE LAS SEÑALES	
	① (opcional)	②		③	④ (opcional)
APROXIMACIÓN POR CARRIL DE ESPERA DE VÍA PRINCIPAL	APAGADA			APAGADA	
GIRO DESDE CARRIL DE ESPERA DE LA VÍA PRINCIPAL HACIA LA VÍA SECUNDARIA	APAGADA			APAGADA	
APROXIMACIÓN POR VÍA SECUNDARIA					
GIRO DESDE LA VÍA SECUNDARIA HACIA LA VÍA PRINCIPAL					
INCORPORACIÓN DESDE LA VÍA SECUNDARIA HACIA LA VÍA PRINCIPAL	APAGADA			APAGADA	

#### 4.1.6. EN T DOBLE SIMÉTRICA CON CARRIL DE ESPERA CENTRAL

MOVIMIENTO	FUNCIONAMIENTO DE LAS SEÑALES		MOVIMIENTO	FUNCIONAMIENTO DE LAS SEÑALES	
	①	② (opcional)		③	④ (opcional)
APROXIMACIÓN POR CARRIL DE ESPERA DE VÍA PRINCIPAL		APAGADA	APROXIMACIÓN POR CARRIL DE ESPERA DE VÍA PRINCIPAL		APAGADA
GIRO DESDE CARRIL DE ESPERA DE LA VÍA PRINCIPAL HACIA LA VÍA SECUNDARIA		APAGADA	GIRO DEDE CARRIL DE ESPERA DE LA VÍA PRINCIPAL HACIA LA VÍA SECUNDARIA		APAGADA
APROXIMACIÓN POR VÍA SECUNDARIA			APROXIMACIÓN POR VÍA SECUNDARIA		
GIRO DESDE LA VÍA SECUNDARIA HACIA LA VÍA PRINCIPAL			GIRO DESDE LA VÍA SECUNDARIA HACIA LA VÍA PRINCIPAL		
INCORPORACIÓN DESDE LA VÍA SECUNDARIA HACIA LA VÍA PRINCIPAL		APAGADA	INCORPORACIÓN DESDE LA VÍA SECUNDARIA HACIA LA VÍA PRINCIPAL		APAGADA

## 4.2 DE 4 RAMALES

### 4.2.1 CANALIZADA SIN CARRIL DE ESPERA

MOVIMIENTO	FUNCIONAMIENTO DE LAS SEÑALES	
	①	②
APROXIMACIÓN POR VÍA SECUNDARIA A VÍA PRINCIPAL DESDE NORTE		
GIRO DESDE LA VÍA SECUNDARIA HACIA LA VÍA PRINCIPAL DESDE NORTE		
INCORPORACIÓN DESDE LA VÍA SECUNDARIA HACIA LA VÍA PRINCIPAL	APAGADA	
APROXIMACIÓN POR VÍA SECUNDARIA A VÍA PRINCIPAL DESDE SUR		
GIRO DESDE LA VÍA SECUNDARIA HACIA LA VÍA PRINCIPAL DESDE SUR		
INCORPORACIÓN DESDE LA VÍA SECUNDARIA HACIA LA VÍA PRINCIPAL		APAGADA

## 4.2.2 CANALIZADA CON CARRIL DE ESPERA

MOVIMIENTO	FUNCIONAMIENTO DE LAS SEÑALES	
	①	②
APROXIMACIÓN POR CARRIL DE ESPERA A VÍA PRINCIPAL		APAGADA
GIRO DESDE CARRIL DE ESPERA DE LA VÍA PRINCIPAL HACIA LA VÍA SECUNDARIA		APAGADA
APROXIMACIÓN POR VÍA SECUNDARIA		
GIRO DESDE LA VÍA SECUNDARIA HACIA LA VÍA PRINCIPAL		
INCORPORACIÓN DESDE LA VÍA SECUNDARIA HACIA LA VÍA PRINCIPAL		APAGADA
APROXIMACIÓN POR VÍA DE SENTIDO ÚNICO	APAGADA	
INCORPORACIÓN DESDE LA VÍA DE SENTIDO ÚNICO HACIA LA VÍA PRINCIPAL	APAGADA	

### 4.2.3 GLORIETA PARTIDA

MOVIMIENTO	FUNCIONAMIENTO DE LAS SEÑALES	
	①	②
APROXIMACIÓN POR VÍA SECUNDARIA A VÍA PRINCIPAL DESDE NORTE		
GIRO DESDE LA VÍA SECUNDARIA HACIA LA VÍA PRINCIPAL DESDE NORTE		
APROXIMACIÓN POR VÍA SECUNDARIA A VÍA PRINCIPAL DESDE SUR		
GIRO DESDE LA VÍA SECUNDARIA HACIA LA VÍA PRINCIPAL DESDE SUR		

