

PROYECTO CONSTRUCTIVO

**ACONDICIONAMIENTO, ENSANCHE Y RECTIFICACIÓN DE TRAZADO DE LA
CARRETERA BI-630**

TRAMO: EL CALLEJO – LA CADENA (L.P.)

DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

ANEJO Nº 13 – SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS

CONTROL DE CALIDAD			
DOCUMENTO	ANEJO Nº 13. SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSAS		
CÓDIGO	RD5292-PC-AN-13-SEÑALIZACION-D01.docx		
EDICIÓN Nº	1	Fecha edición	Enero 2021
REVISIÓN Nº	1	Fecha revisión	Enero 2021
REALIZADO POR	Nombre	ELL/ASE	Firma:
	Fecha	20/02/2021	
REVISADO POR	Nombre	SGC	Firma:
	Fecha	20/02/2021	
APROBADO POR	Nombre	AGU	Firma:
	Fecha	20/02/2021	

REGISTRO DE MODIFICACIONES				
EDIC. / REV.	FECHA	RESPONSABLE MODIFICACIÓN	SECC. / PÁRRAFO MODIFICADO	MODIFICACIÓN EFECTUADA
1/1	Enero /21		-	Edición inicial

■ **ÍNDICE**

1. INTRODUCCIÓN	1
2 SEÑALIZACIÓN	1
2.1. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL.....	1
2.1.1. NORMATIVA DE REFERENCIA	1
2.1.2. CONSIDERACIONES GENERALES.....	1
2.1.3. MARCAS VIALES EMPLEADAS	2
2.1.4. MATERIALES A UTILIZAR.....	3
2.2. SEÑALIZACIÓN VERTICAL	5
2.2.1. NORMATIVA.....	5
2.2.2. SEÑALES DE DISEÑO FIJO.....	5
2.2.3. SEÑALES DE DISEÑO VARIABLE.....	5
2.2.4. CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN	5
2.2.5. RETRORREFLECTANCIA	7
2.2.6. DIMENSIONES DE LAS SEÑALES	7
2.2.7. MATERIALES EMPLEADOS.....	7
2.2.8. CIMENTACIÓN DE LAS SEÑALES	8
2.2.9. COORDINACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN PROYECTADA CON LA SEÑALIZACIÓN EXISTENTE	8
3. BALIZAMIENTO	8
2.3. NORMATIVA	8
2.4. OBJETO	8
2.5. DESCRIPCIÓN	8
4. DEFENSAS	10
4.1. INTRODUCCIÓN	10
4.2. NORMATIVA	10
4.3. ASPECTOS CONSIDERADOS	10
4.4. RIESGO DE ACCIDENTE	10
4.5. EMPLEO DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD	12
4.6. ZONAS CON ELEMENTOS O SITUACIONES POTENCIALES DE RIESGO	12
4.7. CRITERIOS DE EMPLEO DE BARRERAS DE SEGURIDAD METÁLICAS.....	12
4.7.1. Selección de la clase y nivel de contención	12
4.7.2. Selección de la clase de anchura de trabajo y deflexión dinámica	13
4.7.3. Selección del índice de severidad	13
4.7.4. Criterios de selección en situaciones especiales	14
4.7.5. Criterios de disposición en los márgenes exteriores. Barrera metálica simple o doble	14
4.7.6. Empleo de sistemas para protección de motociclistas	14

■ **ÍNDICE**

4.8. DISPOSICIÓN	14
4.8.1. Disposición en altura, transversal e inclinación	14
4.8.2. Cimentación y longitud de postes	14
4.8.3. Abatimientos	15
4.9. SELECCIÓN DE LAS BARRERAS UTILIZADAS.	15
3. SEÑALIZACIÓN DE OBRAS	15
3.1. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	15
3.2. SEÑALIZACIÓN VERTICAL	15
3.3. BARRERAS DE SEGURIDAD Y BALIZAMIENTO.....	15

■ **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Tabla de velocidades en los tramos del proyecto.	2
Tabla 2. Valores generales de las características de la carretera a utilizar en el cálculo del factor de	4
Tabla 3. Valores particulares de las características de la carretera BI-630 a utilizar en el cálculo del factor de	4
Tabla 4. Nivel de durabilidad asociado a cada factor de desgaste.....	4
Tabla 5. Distancia al borde más próximo.	6
Tabla 6. Niveles de retrorreflexión.	7
Tabla 7. Altura básica de letras en carteles ‘flecha’ de carreteras convencionales.	7

■ **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 3. Disposición transversal en carretera convencional.	6
Figura 4. Dimensiones de señales de contenido fijo en carretera convencional con arcén.	7

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente anejo es recoger los criterios de implantación, tipología, soluciones adoptadas y normativas utilizadas para la definición de la señalización horizontal y vertical, el balizamiento y los sistemas de contención necesarios para el “Proyecto Constructivo de acondicionamiento, ensanche y rectificación de trazado de la carretera BI-630. Tramo El Callejo – La Cadena (L.P.)”.

Se incluyen los elementos complementarios de señalización y seguridad vial para la correcta puesta en servicio de la obra.

En este anejo se hace referencia a la señalización horizontal, vertical, balizamiento y sistemas de contención definitivos. No se trata la señalización y balizamiento provisional a instalar durante la ejecución de las obras, que será definida por el Contratista en función de cómo se ejecute la obra.

En los planos Nº 13. Señalización, balizamiento y defensas”, se representan gráficamente las marcas viales, señales verticales, balizamiento, pretilas y barreras de seguridad, así como su ubicación en la traza.

2. SEÑALIZACIÓN

2.1. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

2.1.1. NORMATIVA DE REFERENCIA

Para definir la señalización horizontal se ha tenido en cuenta la Norma de Carreteras 8.2-IC. “Marcas Viales” de marzo de 1987 publicada por la Dirección General de Carreteras y el borrador de la nueva Norma de Carreteras 8.2-IC “Marcas viales” de abril de 2007.

Todas las marcas viales proyectadas serán reflectoras en color blanco, definiéndose sus formas y características en los planos y artículos correspondientes del pliego de condiciones. Se incluye la Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, “por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos”.

Las características de los materiales a emplear se definirán de acuerdo a la “Guía para el proyecto y ejecución horizontal” de diciembre 2012, publicada por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento y la Nota de Servicio 2/07 sobre criterios de aplicación y de mantenimiento de las características de la señalización horizontal de 15 de febrero de 2007.

2.1.2. CONSIDERACIONES GENERALES

La señalización horizontal tiene por objeto, además del indicado en el apartado anterior, ser un complemento de la señalización vertical e informar al usuario evitando titubeos en el momento de realizar cualquier variación en su régimen normal de conducción, consiguiéndose de ese modo una circulación más segura.

En este apartado se definen la forma y dimensiones de las marcas viales a pintar sobre el pavimento, que indicarán al usuario las características de circulación del tramo proyectado.

Se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- Delimitación de los carriles de circulación, en el mismo sentido o en sentido contrario.

- Indicación del límite de la calzada.
- Delimitación de las zonas excluidas al tráfico.
- Reiteración de la señalización vertical.
- Guía de los movimientos más adecuados.

2.1.3. MARCAS VIALES EMPLEADAS

En los planos nº 13 se definen las plantas generales de señalización y los detalles y dimensiones de las marcas viales utilizadas.

Las marcas viales definidas corresponden a los siguientes grupos:

- Marcas longitudinales continuas.
- Marcas longitudinales discontinuas.
- Marcas transversales.
- Flechas e inscripciones.
- Cebreados y otros.

Las velocidades de proyecto, necesarias para la determinación de las marcas viales, son las siguientes:

Zona	PK inicial	PK final	Velocidad (km/h)
El Callejo	1000	1500	50
	1500	1850	60
Rotonda El Karpin	1850	1950	50
Ambasaguas	1950	3400	60
Curva El Molinar	3400	3650	50
	3650	5200	60
La Cadena	5200	6260	50

Tabla 1. Tabla de velocidades en los tramos del proyecto.

2.1.3.1. Marcas longitudinales discontinuas

Estas marcas serán utilizadas en los siguientes casos:

Marca: M-1.3 Se emplea en carreteras convencionales con velocidades inferiores a 60 km/h para delimitar carriles de distinto sentido de circulación permitiendo el adelantamiento. Se compone de una marca discontinua con trazos de 2 m y vanos de 5,5 m siendo el ancho del trazo de 10 cm.

2.1.3.2. Marcas longitudinales continuas

La necesidad de separar los carriles de circulación dentro de la misma calzada, así como la señalización de los márgenes, zonas excluidas al tránsito, etc. requiere el empleo de las siguientes tipologías de marcas viales:

Marca: M-2.2 Se emplea para separar los sentidos de la circulación, evitando los adelantamientos en los ramales de enlace y otras carreteras convencionales, el ancho de esta marca será de 10 cm.

Marca: M-2.6b Se emplea en bordes de ramales de enlaces, autopistas, autovías y en carreteras convencionales con velocidades inferiores a 100 km/h y arcén inferior a 1,5 metros, también se emplea marca longitudinal continua, en todo contorno de isleta infranqueable, con los anchos de marca para bordes de calzada en que este situada, el ancho de esta marca será de 10 cm.

2.1.3.3. Marcas longitudinales continuas adosadas a discontinuas

Permiten regular el adelantamiento en calzada de dos carriles y doble sentido de circulación. Además de separar los sentidos de circulación, prohibir el adelantamiento a los vehículos situados en el carril contiguo a la marca continua. La marca continua deberá ocupar el eje de separación entre carriles.

Marca: M-3.2 Se emplea en vías con velocidades superiores a 60 km/h e iguales o inferiores a 100 km/h. Se compone de una línea longitudinal continua adosada a otra discontinua con trazos de 3,5 metros y vanos de 9 metros. Ambas líneas tienen un espesor de 10 cm, con una separación entre líneas de 10 cm.

2.1.3.4. Marcas transversales

Marca: M-4.1 Se compone de una línea transversal continua con espesor de 40 cm y la longitud del carril donde se tiene que efectuar la obligación de detenerse.

Marca: M-4.2 Se compone de una línea transversal discontinua de ceda el paso con 40 cm de ancho y longitud la del carril con trazo de 80 cm y vano de 40 cm.

Marca: M-4.3 Se compone de una serie de líneas de gran anchura, dispuestas en bandas paralelas al eje de la calzada y formando un conjunto transversal a la misma, indica un paso para peatones. No deberá tener una anchura inferior a 4 m. Sin embargo, en ciertos casos, como puede ser el de una vía con velocidad máxima menor de 40 km/h y escasa anchura, podrá reducirse la del paso hasta 2,5 m, si las circunstancias así lo aconsejasen. Se procurará que no quede banda con anchura inferior a 50 cm.

2.1.3.5. Flechas e inscripciones

Corresponde este tipo de señalización con aquellas marcas o inscripciones que se realizarán en cada caso concreto, tienen como objeto la indicación de los movimientos permitidos u obligados en cada caso concreto, las marcas incluidas en el presente proyecto corresponden con:

Marca: M-5.2 Corresponde este tipo de marca con tres posiciones de flecha, 1) de frente, 2) a la derecha y 3) de frente a la derecha. Este tipo de flechas se utiliza en carreteras con velocidades iguales o inferiores a 60 km/h.

Marca: M.6.4 Indica al conductor la obligación de detener su vehículo ante una próxima línea de detención o, si esta no existiera, inmediatamente antes de la calzada a la que se aproxima, y de ceder el paso a los vehículos que circulen por esa calzada. Esta señal se situará antes de la línea de detención o, si esta no existiera, antes de la marca del borde de la calzada, a una distancia comprendida entre 2,5 y 25 metros, recomendándose entre 5 y 10 metros.

Marca: M-6.5 Corresponde con el símbolo de ceda el paso. Indica al conductor la obligación de ceder el paso a los vehículos que circulen por la calzada a la que se aproxima, y de detenerse si es preciso ante la línea discontinua transversal. Esta señal se situará antes de la línea de 'CEDA EL PASO' o del lugar donde se haya de ceder el paso, a una distancia entre 2,5 y 25 m, recomendándose entre 5 y 10 m.

2.1.3.6. Cebreados y otras marcas

Las zonas de la calzada marcadas con franjas oblicuas paralelas, enmarcadas por una línea continua o por líneas discontinuas, significa que ningún vehículo puede penetrar en esta zona a no ser, si las líneas son discontinuas, que puedan realizarlo sin peligro con tal de girar para acceder a una vía transversal situada al lado opuesto de la calzada.

Su función es la de aumentar la visibilidad de la zona de la calzada excluida a la circulación de vehículos y al mismo tiempo indicar de qué lado tendrán que desviarse los vehículos para evitar un obstáculo o realizar una maniobra de convergencia o divergencia.

Se distinguen los siguientes tipos de cebrado en función de la velocidad de la vía donde se instalará:

Marca: M-7.2a A utilizar en vías con velocidad inferior a 60 km/h. Se utiliza para generar zonas excluidas al tráfico en calzadas de doble sentido de circulación. Se compone de una marca oblicua respecto al sentido longitudinal de la marcha. La oblicuidad de las mencionadas marcas queda determinada por la hipotenusa de un triángulo hipotético formado por la relación 1:2, siendo:

1.- Perpendicular a la línea longitudinal que acompaña el lado de la calzada.

2.- Paralela a la citada línea longitudinal.

La separación entre franjas de rayado del cebrado será de 1,0 m, siendo el ancho de la franja de 0,4 m.

Marca: M-7.2b A utilizar en vías con velocidad inferior a 60 km/h. Se utiliza para generar zonas excluidas al tráfico en calzadas de sentido único. Se compone de dos marcas oblicuas respecto al sentido longitudinal de la marcha. La oblicuidad de las mencionadas marcas queda determinada por la hipotenusa de un triángulo hipotético formado para la relación 1:2. La separación entre franjas de rayado del cebrado será de 1,0 m, siendo el ancho de la franja de 0,4 m.

Marca: M-7.2c A utilizar en vías con velocidad inferior a 60 km/h. Se utiliza para generar zonas excluidas al tráfico en calzadas de sentido único. Se compone de dos marcas oblicuas respecto al sentido longitudinal de la marcha. La oblicuidad de las mencionadas marcas queda determinada por la hipotenusa de un triángulo hipotético formado para la relación 1:2. La

separación entre franjas de rayado del cebrado será de 1,0 m, siendo el ancho de la franja de 0,4 m.

2.1.3.7. Contorno de isleta infranqueable

La función de esta marca es indicar los límites de las zonas de cebrado excluidas al tráfico y que tienen por objeto:

- Proporcionar una transición suave para bordear un obstáculo o para realizar una maniobra de convergencia o divergencia de carriles.
- Proteger una zona de espera.

Se dispondrá línea blanca continua de la misma anchura que se venga utilizando en la línea longitudinal donde esté situado el cebrado.

Se atenderá a lo indicado en el apartado 3.2.7 de la Norma 8.2-IC.

2.1.4. MATERIALES A UTILIZAR

Todas las marcas viales serán reflexivas. La reflectancia se consigue mezclando las microesferas de vidrio con la pintura. La granulometría de las microesferas está definida en el Pliego de Condiciones.

Como se ha indicado anteriormente, se utilizarán marcas viales con resalto en las marcas viales de los arcones de todas las autovías del proyecto.

Para la determinación del material a emplear, obtenemos el factor de desgaste para cada marca, que se obtiene como la suma de los cuatro valores individuales asignados según la tabla que a continuación se adjunta.

CARACTERÍSTICA	1	2	3	4	5	8
SITUACIÓN MARCA VIAL	MARCA EN ZONA EXCLUIDA AL TRÁFICO	BANDA LATERAL IZQUIERDA, EN CALZADAS SEPA-RADAS	BANDA LATERAL DERECHA EN CALZADAS SEPARADAS, O LATERALES EN CALZADA ÚNICA	EJE O SEPARACIÓN DE CARRILES	MARCAS PARA SEPARACIÓN DE CARRILES ESPECIALES	SÍMBOLOS LETRAS Y FLECHAS
CLASE DE RUGOSIDAD (RG) CONFORME A UNE EN 13197 (H EN mm)	RG1a H ≤ 0,3	RG1b 0,3 < H ≤ 0,6	RG2 0,6 < H ≤ 0,9	RG3 0,9 < H ≤ 1,2	RG4a 1,2 < H ≤ 1,5	RG4b H > 1,5
TIPO DE VÍA Y ANCHO DE CALZADA (A, EN m)	CALZADAS SEPARADAS Para cualquier ancho	CALZADA ÚNICA Y BUENA VISIBILIDAD a ≥ 7,0	CALZADA ÚNICA Y BUENA VISIBILIDAD 6,5 ≤ a < 7,0	CALZADA ÚNICA Y BUENA VISIBILIDAD a < 6,5	CALZADA ÚNICA Y MALA VISIBILIDAD cualquiera	
IMD	≤ 5 000	5 000 < IMD ≤ 10 000	10 000 < IMD ≤ 20 000	20 000 < IMD ≤ 50 000	50 000 < IMD ≤ 100 000	> 100 000

Para aplicaciones directas sobre mezclas drenantes la rugosidad debe entenderse siempre RG4b.

Tabla 2. Valores generales de las características de la carretera a utilizar en el cálculo del factor de desgaste.

Si el factor de desgaste es inferior a 10 se emplearán pinturas, si está entre 10 y 14 se emplearán productos de larga duración (termoplásticos de aplicación en caliente y plásticos de aplicación en frío) aplicados por pulverización y si supera los 14 se emplearán productos de larga duración aplicados por extrusión o arrastre.

En la siguiente tabla se estudian los casos más representativos de nuestro tramo de la BI-630:

CARACTERÍSTICAS	CARRETERA CONVENCIONAL BI-630									
Situación de la marca vial	Marca en zona excluid	1	Banda lateral en calzad	3	Eje o separación de carriles	4	Marcas para separación de carriles	5	Símbolos, letras y flechas	8
Clase de rugosidad (RG) conforme a UNE EN 13197 (H, mm)	RG4b (h>1,5)	8	RG4b (h>1,5)	8	RG4b (h>1,5)	8	RG4b (h>1,5)	8	RG4b (h>1,5)	8

Tipo de vía y ancho de calzada (a, en m)	Calzada única y buena visibilidad	2	Calzada única y buena visibilidad	2	Calzada única y buena visibilidad	2	Calzada única y buena visibilidad	2	Calzada única y buena visibilidad	2
IMD	IMD ≤ 5.000	1	IMD ≤ 5.000	1	IMD ≤ 5.000	1	IMD ≤ 5.000	1	IMD ≤ 5.000	1
FACTOR DE	12		14		15		16		19	

Tabla 3. Valores particulares de las características de la carretera BI-630 a utilizar en el cálculo del factor de desgaste.

El factor de desgaste en este caso supera el valor de 12.

A excepción de los caminos agrícolas sin asfaltar (Tipos 1 y 3), el resto de viales dispondrán una mezcla bituminosa nueva sobre la que aplicar las marcas viales. Se ha elegido la clase de rugosidad más elevada, RG4b debido a que, así lo considera el artículo 400 del Pliego de Prescripciones Técnicas para mezclas bituminosas discontinuas.

Prescindiendo de aquellos casos aislados en los que el factor de desgaste es inferior a 14, el tipo de pintura a utilizar en la presente obra será, como norma general, termoplástico en caliente aplicado por extrusión o zapaón para todos los tipos de marcas viales longitudinales, transversales, cebreados, marcas excluidas al tráfico, símbolos, letras y flechas.

Las proporciones de la mezcla, así como la calidad de los materiales utilizados en la aplicación de las marcas viales, serán las utilizadas para estos materiales en el ensayo de la durabilidad, realizado según lo que especifica el método "B" de la norma UNE 135 200.

Una vez obtenido el factor de desgaste, se selecciona el nivel de durabilidad más adecuado de acuerdo con lo especificado en la siguiente tabla:

FACTOR DE DESGASTE	NIVEL DE DURABILIDAD (UNE EN 13197)
4 a 10	P4 (0,5 10 ⁶ PASOS DE RUEDA)
11 a 14	P5 (1 10 ⁶ PASOS DE RUEDA)
15 a 18	P6 (2 10 ⁶ PASOS DE RUEDA)
19 a 21	P7 (>2 10 ⁶ PASOS DE RUEDA)

NOTA: Cuando se trata de realizar una señalización temporal, el nivel de durabilidad es P3

Tabla 4. Nivel de durabilidad asociado a cada factor de desgaste.

De la tabla anterior se deduce que el nivel de durabilidad es el P6 y P7, al ser el factor de desgaste en todos los casos igual o superior a 12.

2.2. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

2.2.1. NORMATIVA

La señalización vertical se proyecta siguiendo la instrucción 8.1- IC “Señalización Vertical” aprobada por Orden Ministerial de 20 de marzo de 2014, y los catálogos de señales de circulación publicados por la Dirección General de Carreteras en marzo y junio de 1992.

También se tiene en cuenta la Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, “por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos”.

En los planos de señalización se representan las señales en el punto donde deben instalarse, indicando su designación según el Reglamento de Circulación de la Ley de Seguridad Vial. El dimensionamiento de los carteles se incluye en el plano nº 9.4 “Señalización. Detalles” del documento nº 2.

Las características de los materiales a emplear están definidas en los artículos correspondientes del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en los planos de detalle. Se han clasificado las señales verticales en los siguientes grupos:

- Señales de Diseño Fijo.
- Señales de Diseño Variable.

2.2.2. SEÑALES DE DISEÑO FIJO

La señalización de diseño fijo advierte al conductor de los posibles peligros, ordenando y regulando la circulación.

Se ha intentado no requerir abusivamente la atención del conductor reiterando mensajes evidentes. A su vez se ha intentado utilizar el mínimo número de señales posible, de manera que el conductor pueda tomar con comodidad las medidas adecuadas o efectuar las maniobras necesarias.

Se procederá a la retirada de toda la señalización que no cumpla las características especificadas en el Pliego de Condiciones y en el anejo de señalización.

En los planos se han dibujado, cada una de las señales, estando representadas por un símbolo y su denominación.

Las características de los materiales a emplear están definidas en los artículos correspondientes del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y en los Planos de detalles.

2.2.2.1. Advertencia de peligro

Corresponden con señales de forma triangular con orla exterior roja, fondo blanco y símbolo negro con las dimensiones ya comentadas, en función del tipo de vía en el cual se vayan a emplear. Se designan en planos mediante la letra ‘P’, seguida de un número comprendido entre 1 y 99.

2.2.2.2. Prioridad

Son señales triangulares de ‘ceda el paso’ con las mismas características que las anteriores, además de la señal octogonal de ‘stop’. Se designa con la letra ‘R’ seguido de un número inferior a 100.

2.2.2.3. Prohibición de entrada

Corresponden con señales circulares de diámetro especificado en función de la vía en la cual se vayan a implantar. En general tienen orla perimetral roja o negra con fondo blanco. Se designa con la letra ‘R’ seguido de un número comprendido entre 100 y 199.

2.2.2.4. Prohibición o restricción

Señales circulares con orla exterior roja, fondo blanco y símbolo negro o con orla exterior roja, fondo azul y símbolo en blanco que se designan con la letra ‘R’ seguida de un número comprendido entre 300 y 399.

2.2.2.5. Obligación

Señales circulares con orla exterior blanca, fondo azul y símbolo blanco que se designan con la letra ‘R’ seguida de un número comprendido entre 400 y 499.

2.2.2.6. Fin de prohibición

Señales circulares, con orla exterior negra, fondo blanco y símbolo negro u orla exterior blanca, fondo azul y símbolo blanco y rojo que se designan con la letra ‘R’ seguida de un número superior a 500.

2.2.2.7. Señales de diseño variable

En general corresponden con señales de orientación, confirmación y destino. Las mismas corresponden con carteles laterales, banderolas, pórticos, confirmaciones, localización y flechas, sirven para indicar a los usuarios de la vía los itinerarios a seguir en cada uno de los enlaces que se localizan en el tramo.

2.2.2.8. Señales de indicación general

Las señales de indicación general son, normalmente, cuadradas o rectangulares con símbolos blancos sobre fondo azul. Se designan con letra ‘S’ seguida de un número inferior a 50.

2.2.2.9. Señales relativas a carteles

Son, normalmente, cuadradas o rectangulares con símbolos blancos sobre fondo azul. Se designan con letra ‘S’ seguida de un número comprendido entre 50 y 99.

2.2.3. SEÑALES DE DISEÑO VARIABLE

Este apartado hace referencia a los pórticos, banderolas y demás carteles cuya colocación puede observarse en los planos de señalización vertical.

2.2.4. CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN

2.2.4.1. Visibilidad fisiológica

La distancia a la que se debe poder leer una letra o símbolo de una señal es la correspondiente a 800 veces la altura de la letra o del símbolo utilizado en la señal.

Esta distancia será superior a la mínima necesaria para que un conductor que circule a la velocidad máxima establecida (en cada sección o elemento) pueda percibir la señal o cartel, interpretar su mensaje, decidir la maniobra que se debe ejecutar y en su caso, ejecutarla total o parcialmente. En caso contrario se aumentará la altura de la letra o símbolo.

2.2.4.2. Visibilidad geométrica

Se define como la máxima distancia, medida sobre la carretera, en la que la visual dirigida por el conductor hacia una señal o cartel, se halle libre de obstáculos que la intercepten y, asimismo, se hallen libres las visuales dirigidas desde todos los puntos intermedios del recorrido mientras aquellas no formen un ángulo superior a 10 grados con el rumbo del vehículo.

Esta distancia será superior a la mínima necesaria para que un conductor que circule a la velocidad máxima establecida (en cada sección o elemento) pueda percibir la señal o cartel, interpretar su mensaje, decidir la maniobra que se debe ejecutar y en su caso, ejecutarla total o parcialmente. En caso contrario se adoptarán medidas tales como:

- Cambiar el emplazamiento de la señal o cartel, generalmente adelantándolo y añadiendo, en su caso, un panel complementario con la distancia.
- Duplicar la señal o cartel al otro margen de la carretera.
- Suprimir los obstáculos que intercepten la visual.
- Modificar el trazado de la carretera.
- Limitar provisionalmente la velocidad.

2.2.4.3. Posición longitudinal

Las señales de advertencia de peligro se han colocado entre 150 m y 250 m antes de llegar a la sección donde se encuentre el peligro que anuncien, en función de la velocidad del recorrido, de la visibilidad disponible, naturaleza del peligro y, en su caso, de la maniobra necesaria.

Las señales de reglamentación se colocarán en la sección donde empiece su aplicación y se reiterará en el tramo de aplicación a intervalos correspondientes a un tiempo de recorrido del orden de un minuto.

Como mínimo, las señales se distanciarán entre sí 50 m para dar tiempo al conductor a percibirlas, analizarlas, decidir y actuar en consecuencia.

Las señales o carteles de indicación podrán tener diferentes ubicaciones según los casos. Se deberá adoptar para este propósito los criterios establecidos en la Norma 8.1-IC.

2.2.4.4. Posición transversal

Las señales de contenido fijo se colocarán en el margen derecho de la plataforma, y también en el margen izquierdo si el tráfico pudiera obstruir la visibilidad de las situadas a la derecha. Se duplicarán siempre en el margen izquierdo las señales R-305, R-306, P-7, P-8, P-9a, P-9b, P-9c, P-10a, P-10b y P-10c.

Las señales y carteles laterales situados en carreteras convencionales se colocarán de forma que su borde más próximo diste al menos:

- 2,5 m del borde exterior de la calzada, o 1,5 m (reducible a 1 m previa justificación) donde el arcén sea inferior a 1,5 m o inexistente.
- 0,5 m del borde exterior del arcén.

Se evitará que las señales o carteles laterales perturben la visibilidad de otros, o que lo hagan otros elementos situados al lado de la plataforma.

La distancia mínima se deberá ajustar a la anchura de trabajo del sistema de contención utilizado para su protección.

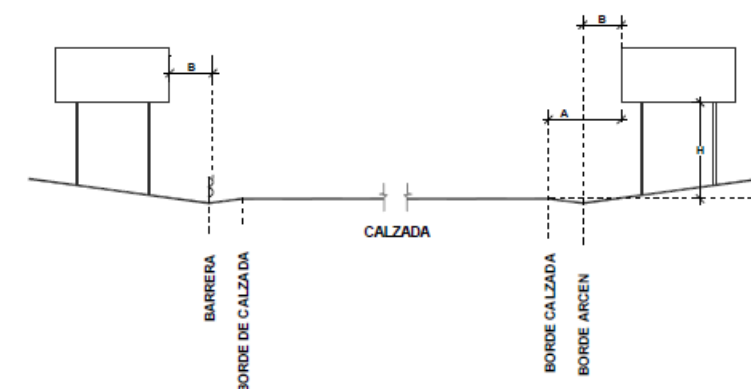


Figura 1. Disposición transversal en carretera convencional.

Tipo de carretera	A	B	H
Carretera convencional con arcén $\geq 1,5$ m	Mínimo 2,5 m	Mínimo 0,5 m	1,8 m
Carretera convencional con arcén $< 1,5$ m	Mínimo 1 m Recomendable 1,5 m	Mínimo 0,5 m	1,5 m

Tabla 5. Distancia al borde más próximo.

2.2.4.5. Altura

La diferencia de cota entre el lado inferior de la señal o cartel (excepto carteles 'flecha') y el borde de la calzada situado en correspondencia con éstos será de 2,0 m en la autopista, mientras que en carreteras convencionales con arcén mayor o igual a 1,5 m será de 1,8 m y en el resto de los casos será de 1,5 m.

Los carteles 'flecha' empleados tanto en tramos de autopista como de carretera convencional, se situarán a una altura de al menos 2,2 m para no entorpecer la visión del tráfico, excepto cuando haya varios apilados que se podrán colocar dejando libre una altura de 1,7 m.

2.2.4.6. Orientación

Las señales situadas en los márgenes de la plataforma se girarán ligeramente hacia fuera un ángulo de 3 grados respecto de la normal a la línea que una el borde de la calzada frente a ellos, con el punto del mismo borde situado 150 m antes.

Los carteles 'flecha' se orientarán perpendiculares a la visual del conductor a quien vaya destinado su mensaje, situado 50 m antes de ellos. Si orientasen a conductores procedentes de tramos distintos, se dispondrán perpendiculares a la bisectriz del mayor ángulo que formen las respectivas visuales, sin que el ángulo entre la señal y estas resulte menor que 45 grados.

2.2.5. RETRORREFLECTANCIA

Para que las señales sean visibles en todo momento, todos sus elementos constituyentes deberán ser retrorreflectantes: fondo, caracteres, orlas, símbolos, flechas y pictogramas en color, excepto los de color negro y azul o gris oscuro.

Los niveles de retrorreflexión utilizados en el presente proyecto según los tipos de elemento son:

TIPO	ENTORNO DE UBICACIÓN	
	ZONA PERIURBANA EN TRAVESÍAS	CARRETERA CONVENCIONAL
SEÑALES DE CONTENIDO	Clase RA2	Clase RA2
CARTELES	Clase RA3	Clase RA2

Tabla 6. Niveles de retrorreflexión.

2.2.6. DIMENSIONES DE LAS SEÑALES

2.2.6.1. Dimensiones de las señales de contenido fijo

Las dimensiones de las señales de peligro, prohibición, obligación u otras serán las que se indican en la siguiente figura:

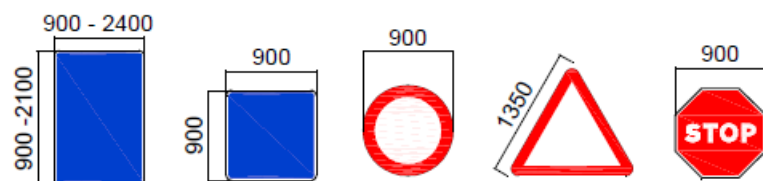


Figura 2. Dimensiones de señales de contenido fijo en carretera convencional con arcén.

2.2.6.2. Dimensiones de las señales de contenido variable

Los carteles de señalización variable vienen dimensionados por los nombres y mensajes que en ellos se indican y teniendo en cuenta las dimensiones de las letras de acuerdo con las normas de composición de carteles de banderola, preavisos, croquis y flechas de la Norma de Señalización Vertical 8.1.

2.2.6.2.1 Tamaños de letra

En las tablas siguientes se indican las dimensiones de las letras para los distintos tipos de señales, obtenidos de la norma de señalización 8.1-IC para la velocidad de proyecto inferior a 100 km/h en nuestro tramo de carretera convencional.

Altura básica de letras en carteles 'flecha' (mm)

Tipo de vía		
Carretera convencional		
Tipo de señal	En intersecciones tipo glorieta	En resto de intersecciones
Normal	100	150
Reducida	80	100

Tabla 7. Altura básica de letras en carteles 'flecha' de carreteras convencionales.

Las diversas señales a colocar, ya sean carteles, banderolas, señales de localización, flechas o glorieta, tendrán las dimensiones indicadas, en función de sus inscripciones, según lo indicado en la Norma de Señalización Vertical 8.1.

Las inscripciones se efectuarán con alfabeto denominado "Carretera Convencional" (CCRIGE) con las alturas básicas correspondientes, para este caso de carretera convencional con velocidad inferior a 100 km/h, según la citada norma.

Los soportes de rótulos serán de aleación de aluminio de tipo 6062, extrusionados de sección constante o telescópicos. La superficie exterior será cilíndrica con acabado estriado. La parte superior de los soportes se cerrará con un tapón de aluminio de la misma calidad que el soporte y con un diseño que garantice su fijación. El acabado será anodizado color plata con un mínimo de 15 µ o lacado con un mínimo de 50 µ color gris RAL 9006.

Las alturas básicas de letras y números de las tablas se pueden ampliar o reducir un 25% si afectase a las dimensiones de los carteles, cambiándose la altura básica de todo el cartel y/o subcartel.

Las señales tendrán geometría variable en función de las inscripciones y textos a representar. El fondo de la señal será de color azul con las inscripciones en blanco, para todas aquellas que hagan referencia o dirijan a la autopista y el fondo blanco con el texto en negro para las que dirijan o aquellas referentes a la carretera convencional.

El tamaño de las letras empleadas en este tipo de señales se ha definido en planos, donde se adjunta el diseño y dimensionamiento de todas las señales de diseño variable.

Estos carteles estarán formados por laminas de acero galvanizado, con las especificaciones técnicas que el Pliego de Condiciones le exige.

2.2.7. MATERIALES EMPLEADOS

Las señales de código se realizarán en chapa de acero galvanizado, siendo su nivel de retrorreflectancia el indicado.

Las señales de diseño variable estarán formadas por un conjunto de laminas de acero galvanizado de 175 mm de altura.

Los palos de sustentación de las señales de código son secciones tubulares de acero al carbono según norma UNE 36093.

2.2.8. CIMENTACIÓN DE LAS SEÑALES

En el plano “Detalles de señalización” del documento nº 2, se incluyen las dimensiones de las cimentaciones de las señales de contenido fijo y las de los carteles laterales acorde con la Instrucción 8.1-IC de marzo de 2014 aplicando las hipótesis de cálculo y alturas del cartel sobre el terreno.

2.2.9. COORDINACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN PROYECTADA CON LA SEÑALIZACIÓN EXISTENTE

Los objetivos fundamentales de la señalización son claridad, sencillez y uniformidad, además de continuidad para evitar confusiones al conductor. Con tal objeto, se ha analizado la señalización de los tramos existentes que se conectan con este proyecto para garantizar una señalización uniforme especialmente de cara a los destinos y direcciones señalizadas.

3. BALIZAMIENTO

2.3. NORMATIVA

Para el estudio de la disposición de hitos de arista se han seguido los criterios contenidos en la Orden Circular nº 309/90 C y E. “Sobre hitos de arista” publicada por la Dirección General de Carreteras el 15 de enero de 1990.

También se ha tenido en cuenta la Orden FOM/2523/2014, de 12 de diciembre, “por la que se actualizan determinados artículos del pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes, relativos a materiales básicos, a firmes y pavimentos, y a señalización, balizamiento y sistemas de contención de vehículos” y las indicaciones de balizamiento de la Norma 8.1-IC “Señalización vertical”.

2.4. OBJETO

Teniendo en cuenta que las marcas viales de la carretera pierden parte de su efectividad, como consecuencia de la lluvia, quedando recubiertas por una capa de agua. Este efecto impide que se produzca la retrorreflexión, por lo cual se debe recurrir a dispositivos que no sean afectados por el agua, como pueden ser hitos de aristas y captafaros.

Los elementos anteriormente mencionados sirven como complemento a la señalización de los viales buscando un aumento en la seguridad y confort para el usuario.

2.5. DESCRIPCIÓN

Se han considerado dentro de este concepto los siguientes tipos de elementos:

- 1) Balizamiento visual que hace resaltar claramente el trazado de la ruta y atrae la atención de los conductores sobre el borde del arcén o la situación de las barreras de protección, sobre todo de noche y cuando las condiciones de visibilidad son malas reforzando la capacidad de guía de los elementos de señalización (marcas viales, señales y carteles). Aquí se incluyen:
 - Hitos de arista de tipo I.
 - Balizas cilíndricas.
 - Captafaros o elementos verticales reflectantes fijados a las barreras de seguridad, siempre que la barrera esté a 50 cm del arcén.
 - Captafaros ‘ojos de gato’.
 - Paneles direccionales de 2 y 4 galones.

- 2) Balizamiento numérico que tiene por misión informar al conductor acerca de la posición en que se encuentra dentro de la carretera y que está constituida por:

- Hitos miramétricos.
- Hitos kilométricos.
- Hitos hectométricos.

2.5.1.1. Hitos miramétricos, kilométricos y de arista

Se colocarán los hitos kilométricos y miramétricos (múltiplos de 10 km) en los puntos kilométricos indicados en los planos de planta de la carretera convencional que corresponden a los códigos S-572 y S-575 correspondientemente del catálogo de señales.

En el plano “Señalización. Detalles” del documento nº 2 se especifican todos los diferentes elementos de fijación empleados en el presente proyecto.

El hito de arista se compone de tres partes:

- - Poste.
- - Material reflexivo y franja negra.
- - Elementos de anclaje.

El poste será de color blanco con una perforación en la cara posterior para el drenaje. Sus características técnicas y materiales están definidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

En la parte superior del hito se encuentra una franja adherida negra inclinada de 250 mm de vinilo pigmentado que se colocará a 180 mm de la parte superior del hito, siendo esta altura la óptima para la eficacia de los dispositivos reflectantes.

Sobre las bandas negras se colocarán los elementos reflectantes, pudiendo ser de lámina reflexiva de alta intensidad o del tipo catadióptrico. Para dificultar el vandalismo se opta por la primera solución, ya que la experiencia demuestra que los catadióptricos desaparecen. Su color es amarillo en el borde derecho con forma rectangular de 180 mm por 50 mm. En el borde izquierdo son de color blanco compuestos de dos círculos de 60 mm de diámetro separados 150 mm.

En la parte central del poste, a 700 mm de su borde inferior se inscribirá un rectángulo de 75 por 40 mm con un número que representa el hectómetro adherido con el mismo material que la franja negra.

Como ya se ha indicado, el hito de arista proyectado es además un hectómetro, por lo que su implantación se realizará en primer lugar coincidiendo con todos los hectómetros de la carretera (colocados dividiendo en 10 partes iguales la distancia entre dos hitos kilométricos sucesivos); inscribiendo en ese caso, en el lugar indicado en los planos, un número de 1 a 9 que indica el hectómetro de que se trata. No se colocarán hitos coincidentes con los hitos kilómetros.

Una vez colocados todos los hectómetros, se procederá a colocar entre dos hectómetros sucesivos un número de hitos de arista, (iguales a los hectómetros, pero sin el número) variable entre 1 y 9 en función de la curva o recta de que se trate, según el criterio definido en la Tabla adjunta.

Para lograr la máxima uniformidad posible en la instalación de estos hitos, se seguirá el criterio de determinar en cada curva cuál es el radio y disponer en el hectómetro o hectómetros que abarcan total o parcialmente la curva, el número de hitos de acuerdo con la siguiente tabla:

RADIO	(en m) DISTANCIA	(en Nº de hitos m) por hm	1er hm contiguo	2º hm contiguo	3er hm contiguo	4º hm contiguo
< 100	10	10	12,5	16,66	25	50
100-150	12,50	8	16,66	25	50	50
151-200	16,66	6	25	50	50	50
201-300	20	5	33,33	50	50	50
301-500	25	4	33,33	50	50	50
501-700	33,33	3	50	50	50	50
> 700 o RECTA	50	2	50	50	50	50

Distancias entre hitos de arista en su disposición a lo largo de una curva en función de su radio.

En curvas enlazadas, se implantarán en los hectómetros que correspondan a cada una según su radio, y en los hectómetros intermedios se irán espaciando de acuerdo con el criterio de la tabla anterior. En el caso de que por la diferencia de radios y por la proximidad de las curvas, se empiece a aumentar la separación desde la curva de menor radio y se llegue a la de mayor radio con una separación menor que la que le correspondería por su propio radio, se adoptará la solución que suponga mayor número de hitos.

La disposición de los hitos será la misma por el interior y exterior de la curva colocándose enfrentados en un mismo radio. Sin embargo, donde la curva tenga radio inferior a 100 m, en su interior sólo se colocarán la mitad de los hitos.

En cuanto a su implantación transversal se colocarán a 30 cm de la parte exterior del arcén, formando un ángulo de 15 grados sexagesimales con el plano perpendicular al eje de la carretera.

En los tramos en que haya barrera de seguridad, el hito se colocará sobre dicha barrera, mediante accesorios adecuados contruidos de tal forma que garantiza la correcta sujeción del reflectante a la barrera, sin que desprenda o deteriore sensiblemente al limpiarse ésta por procedimientos mecánicos.

2.5.1.2. Captafaros

Son un complemento de las marcas viales y tienen como finalidad el alertar, guiar e informar al usuario de la carretera. Se han proyectado dos tipos de captafaros:

- Empotrados en barreras de seguridad situados cada 8 m en situaciones normales y cada 4 m en tramos de protección especial como, por ejemplo, paso por estructuras, protección en pilas, etc. Las zonas donde la barrera quede retranqueada del arcén, como es el caso de los despejes para visibilidad, no se dispondrán captafaros en dicha barrera, debido a que podrían dar una información errónea del ancho de la plataforma. En estos casos la plataforma se balizará mediante los hitos de arista y ojos de gato cada 12 metros.

- Captafaros tipo “ojo de gato” situados sobre el pavimento cada 12 metros excepto en curvas menores de 250 metros que se colocarán cada 4 metros. Su posición transversal será a 10 cm del borde exterior de la línea blanca de la calzada para un mejor guiado a lo largo de todo el tramo del tronco de las autovías del proyecto con especial importancia en los tramos de despeje de visibilidad.
- También se instalarán captafaros tipo loseta cada 4 metros sobre la marca vial M-2.2 que separa sentidos de circulación opuesta en un tramo del eje 42.
- Todos los captafaros, ya sean de barrera o de calzada, serán de color amarillo para margen derecha o borde exterior de la calzada y blanco para la margen izquierda de la calzada.

Las características de los materiales y modo de colocación se describen en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

2.5.1.3. Paneles direccionales

Para una mejor información al usuario de la carretera de la peligrosidad de una curva, se dispondrán en la entrada de dicha curva y con una visibilidad mínima de 100 m unos paneles direccionales, con franjas en blanco y azul oscuro, que indican la peligrosidad en función de la reducción de velocidad que se tenga que efectuar. Si la reducción, diferencia entre la velocidad de aproximación (V_m) y la velocidad de la curva (V_c), es menor de 15 km/h la curva no se balizará. Si la reducción está comprendida entre 15 y 30 km/h se colocará un panel direccional, aproximadamente perpendicular a la visual del conductor. Si la reducción está comprendida entre 30 y 45 km/h se colocarán dos paneles direccionales adosados, uno superpuesto sobre el otro, aproximadamente perpendiculares a la visual del conductor y, por último, si la reducción de velocidad es superior a 45 km/h, se colocarán tres paneles direccionales adosados, superpuestos unos encima de otros, situados aproximadamente perpendiculares a la visual del conductor. De esta forma el conductor podrá calibrar la peligrosidad de la curva según el número de paneles que divise a su entrada, a mayor número de paneles mayor peligrosidad.

Asimismo, y para mejorar la seguridad vial, se colocarán paneles direccionales a todo lo largo de la curva con el fin de que el conductor pueda apreciar fácilmente su trazado. El primer panel podrá ser simple, doble o triple, y los restantes serán siempre simples. Este primer panel, sencillo, doble o triple es el más importante de todos ya que por el número de superpuestos indica la gravedad de la curva. La separación vertical entre los paneles superpuestos colocados al principio de la curva será de 15 cm.

Los paneles se disponen a lo largo de la curva de forma que su separación será aproximadamente $R/10$ (R = radio de la curva), de modo que el conductor que recorra la curva pueda ver siempre un mínimo de tres paneles y un máximo de cinco, para una visión angular de 20 grados como máximo. Además, esta separación debe estar comprendida entre un mínimo de 6 m y un máximo de 40 m.

Ningún obstáculo deberá impedir la visión de los paneles.

Los paneles serán de 1,60 x 0,40 m (4 galones), excepto en el caso de medianas estrictas de 1 m o de márgenes de carreteras convencionales sin arcones que discurran por terrenos accidentados en donde no se disponga de espacio suficiente, en que podrán ser de 0,80 x 0,40 m (2 galones), con una separación entre paneles superpuestos de 15 cm.

Estos paneles están fabricados en chapa de acero galvanizado que cumplirá las prescripciones recogidas en los apartados de características y método de ensayo de la norma UNE 135365.

Las láminas blancas retrorreflectantes empleadas en los paneles serán de clase RA2 sobre fondo de color azul clase NR, salvo que la iluminación ambiental dificulte su detección, en cuyo caso se empleará el nivel RA3 y cumplirá lo especificado en la norma UNE 135334 y UNE 135340.

Dado que la velocidad de aproximación y las velocidades de las curvas cuentan con una diferencia menor a 15 km/h, estas no se balizarán.

4. DEFENSAS

4.1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento de la Orden Circular 35/2014 sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos del Ministerio de Fomento, se incluye en este documento un análisis de los márgenes de la plataforma, así como la justificación, descripción, clase, tipo, nivel de contención, índice de severidad, ancho de trabajo, deflexión dinámica, ubicación y modo de disposición de los sistemas de contención de vehículos que se han diseñado.

Para este apartado también se ha seguido la Nota de Servicio 5/2012 Recomendaciones para la redacción del apartado “Barreras de Seguridad” del anejo “Señalización, balizamiento y defensas” de los proyectos de la Dirección General de Carreteras.

4.2. NORMATIVA

Como ya se ha indicado en el apartado anterior, para la determinación de los tramos donde tendrá que instalarse barrera de seguridad y que tipo disponer, se han seguido las siguientes recomendaciones del Ministerio de Fomento:

- Orden Circular 35/2014 sobre “Criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos”.
- Nota de Servicio 5/2012 sobre “Recomendaciones para la redacción del apartado Barreras de Seguridad del anejo señalización, Balizamiento y Defensas de los proyectos de la Dirección General de Carreteras”
- “Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos en carreteras de características reducidas.

Desde el 1 de enero de 2011 es obligatorio el marcado CE en barreras y pretilas de hormigón. Por este motivo, sólo se colocarán aquellas barreras y pretilas, que habiendo sido ensayadas y cumpliendo todos los requisitos, posean el correspondiente certificado de conformidad CE según la norma UNE-EN-1317.

4.3. ASPECTOS CONSIDERADOS

Para la elección del tipo de barrera a emplear se han tenido en cuenta los siguientes factores o condicionantes:

- Tipo de vía.
- Ancho de berma.
- Trazado en desmonte o terraplén y sus taludes.
- Presencia y tipos de obstáculo.
- Distancia al obstáculo.
- Gravedad del posible accidente.
- IMD total y de vehículos pesados IMDp.

La instalación de barreras de seguridad se justifica cuando existe la probabilidad de que se produzca un accidente en zonas en las que se detecta presencia de obstáculos, desniveles, elementos de riesgo o

protegidos ambientalmente próximos a la calzada y se haya descartado algún tipo de solución alternativa orientada a eliminar o desplazar el elemento que provoca dicha implantación.

Los elementos o situaciones potenciales de riesgo considerados son los siguientes:

Código	Elemento
A	Dotaciones viales que sobresalgan del terreno: báculos de iluminación, elementos de sustentación de carteles, pórticos y banderolas, postes SOS, pantallas acústicas, etc.
B	Postes de señales de tráfico, otros postes, elementos o árboles, cuando tengan más de 15 cm de diámetro medio medido a 50 cm de altura desde la superficie de rodadura.
C	Carreteras o calzadas paralelas.
D	Muros, tablestacados, edificaciones, instalaciones, cimentaciones, elementos del drenaje, arquetas, impostas, salvacunetas, etc. que sobresalgan del terreno más de 7 cm.
E	Accesos a puentes, túneles y estrechamientos de plataforma.
F	Elementos estructurales de los pasos superiores
G	Cunetas que no estén suficientemente tendidas. Una cuneta es suficientemente tendida si la relación H:V de sus taludes es superior o igual a 6:1 y sus aristas están suavizadas.
H	Desmontes cuyos taludes (H:V) sean inferiores al 3:1, si los cambios de inclinación transversal no se han suavizado, o al 2:1, si están suavizados.
I	Terraplenes de altura superior a 3 m y aquellos de altura inferior pero cuyos taludes (H:V) sean inferiores al 5:1, si los cambios de inclinación transversal no se han suavizado, o al 3:1, si lo están.
J	Casos de posibilidad de caída a distinto nivel (estructuras, muros laterales, etc).

4.4. RIESGO DE ACCIDENTE

Se considera el riesgo de accidente relacionado con la probabilidad del suceso y con la magnitud de los daños y lesiones previsibles, tanto para ocupantes como para otras personas o bienes situados en las proximidades.

En función del riesgo, los accidentes se continúan clasificando en la Orden Circular en tres categorías: muy grave, grave o normal.

a) Riesgo de accidente MUY GRAVE:

En cualquier tipo de carretera, y velocidad de proyecto; cuando el tramo estudiado esté en alguno de los siguientes supuestos:

- a.1) Paso sobre una vía férrea en servicio.
- a.2) Existencia de una vía férrea paralela próxima a la carretera y situada a más de 1 m por debajo del nivel de ésta.
- a.3) Existencia a nivel inferior de instalaciones contiguas a una obra de paso, permanentemente habitadas o utilizadas para almacenamiento de sustancias peligrosas, o que presten servicio público

de interés general, previamente autorizadas a tal fin y situadas dentro de la zona de afección de la carretera.

a.4) Existencia a nivel inferior de cualquier tipo de infraestructura del transporte terrestre, y que en el emplazamiento de la carretera superior concurren curvas horizontales o acuerdos verticales de dimensiones inferiores a las contempladas por la Norma 3.1. IC. Trazado, para la velocidad de proyecto (Vp) correspondiente.

a.5) Nudos de dos carreteras cuando la del nivel superior tenga una intensidad media diaria de vehículos pesados igual o superior a 2000. La intensidad media diaria a considerar será la correspondiente al año de puesta en servicio en vías en fase de proyecto o construcción.

a.6) Eventualmente, en emplazamientos singulares en, o junto a la coronación de obras de fábrica, tales como:

- Nudos complejos en los que pueda resultar más probable que se produzca un error por parte del conductor.
- Intersecciones situadas en las proximidades de obras de paso.
- Emplazamientos con una accidentalidad por salida de vía anormalmente elevada.
- Estructuras singulares, entendiendo como tales las que tienen luces superiores a 200 m, así como aquellas de menor longitud que salvan zonas singulares (grandes cursos de agua, embalses, valles de muy difícil acceso).
- En carreteras con calzadas separadas, cuando la estructura esté inscrita en una alineación circular en planta de radio menor que 300 m.
- En carreteras con calzadas separadas, cuando antes de acceder a una estructura exista una pendiente media superior al 3%, continuada de más de 400 m de longitud.

En nuestro caso este tipo de RIESGO MUY GRAVE, se da en la curva del Callejo y al inicio de la recta de La Cadena.

b) Riesgo de accidente GRAVE:

b.1) Casos en los que falte alguno de los requisitos descritos para ser considerado como riesgo de accidente muy grave, siendo la intensidad media diaria (IMD) por calzada superior a 10.000 vehículos.

b.2) Velocidad de proyecto Vp superior a 80 Km/h y existencia en las proximidades de:

- Ríos, embalses y otras masas de agua con corriente impetuosa o profundidad superior a 1 metro y barrancos o zanjas profundas.
- Accesos a puentes, túneles y pasos estrechos.

b.3) Vp superior a 60 Km/h y en las proximidades existencia de:

- Elementos en los que un choque pueda producir la caída de objetos de gran masa sobre la plataforma (tales como pilas de pasos superiores, pórticos o banderolas de señalización, estructuras de edificios, pantallas antiruido y otros similares).
- Obstáculos tales que el choque de un vehículo contra ellos pueda producir daños graves en los elementos estructurales de un edificio, paso superior u otra construcción.

- Caídas desde estructuras y obras de paso, exceptuando obras de drenaje con altura de caída desde la calzada menor de 2 m.

- Caída desde muros de sostenimiento (del lado del desnivel) de una carretera en terreno accidentado o muy accidentado.

b.4) Carreteras o calzadas separadas paralelas en sentido opuesto de circulación, en las que la anchura de mediana (definida según Reglamento General de Carreteras; R.D:1812/1994), de las calzadas, o entre la calzada principal y la de servicio, sea inferior a la establecida en la tabla 1 o que, siendo esta distancia igual o superior a la mencionada, esté justificado específicamente.

En nuestro caso NO SE DA este tipo de RIESGO GRAVE, al ser la velocidad de proyecto máxima de 60 km/h.

c) Riesgo de accidente NORMAL:

c.1) Obras de paso, cuando no se den los requisitos específicos para que el riesgo de accidente sea grave o muy grave.

c.2) Casos en los que falte alguno de los requisitos descritos para ser considerado como riesgo de accidente grave.

c.3) Velocidad de proyecto Vp superior a 80 km/h y existencia en las proximidades de:

- Obstáculos, árboles o postes, de más de 15 cm de diámetro, o postes SOS.
- Elementos de sustentación de carteles de señalización o báculos de alumbrado no provistos de un fusible estructural (según la norma UNE-EN 12767) que permita su fácil desprendimiento o abatimiento ante un impacto o que, aun estando provistos de un fusible estructural, su caída en caso de impacto pueda provocar daños a terceros.
- Cimentaciones o elementos del drenaje superficial (arquetas, impostas, etc.) que sobresalgan del terreno más de 7 cm.
- Siempre que la intensidad media diaria IMD por calzada sea superior a 1500 vehículos, los escalones y cunetas de más de 15 cm de profundidad, excepto las cunetas suficientemente tendidas.
- Desmontes, si el talud (relación H:V) es inferior a:

3:1, si los cambios de inclinación transversal no se han suavizado.

2:1, si los cambios de inclinación transversal se han suavizado.

- Terraplenes, si el talud (relación H:V) es inferior a:

5:1, si los cambios de inclinación transversal no se han suavizado.

3:1, si los cambios de inclinación transversal se han suavizado.

o, en todo caso, si el terraplén es de altura superior a 3 m.

c.4) Existencia en las proximidades de un muro de sostenimiento en una carretera con velocidad de proyecto (Vp) superior a 60 km/h y terreno accidentado o muy accidentado.

c.5) Siempre que aunque no se den los requisitos para que el riesgo de accidente sea grave o muy grave, en emplazamientos singulares con accidentes por salida de vía, tales como: Nudos complejos.

Intersecciones situadas en las proximidades de obras de paso. Emplazamientos con una elevada accidentalidad.

Analizadas las diferentes hipótesis de accidentes establecidas en la Orden Circular, dado que la velocidad de proyecto no supera en ningún tramo los 60 km/h no se hace necesario la colocación de barreras, **a excepción de un par de puntos en el Molinar y en La Cadena, donde nos encontramos un riesgo de accidente muy grave.** No obstante, se considera necesario proteger algunos riesgos observados a lo largo del tramo, como son las caídas en altura.

4.5. EMPLEO DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD

Las barreras de seguridad como sistemas de contención de vehículos son elementos de las carreteras cuya función es sustituir un accidente de circulación por otro de consecuencias más predecibles y menos graves, pero no evitan que el mismo se produzca, ni están exentas de algún tipo de riesgo para los ocupantes del vehículo.

En primer lugar se realiza un análisis de los márgenes de la plataforma, identificando las zonas con elementos o situaciones potenciales de riesgo.

Una vez identificadas estas zonas se plantean las soluciones alternativas preferibles a la instalación de una barrera de seguridad en lo que a seguridad vial se refiere.

En las zonas donde se justifica la necesidad de implantar barreras de seguridad, una vez evaluado el riesgo de accidente que se pueda producir, se establece la clase y el nivel de contención necesario, en base a las tablas que se incluyen en el apartado 6.1, basadas en la norma UNE-EN 1317.

A continuación se selecciona la anchura de trabajo y la deflexión dinámica, y por último el índice de severidad.

Una vez seleccionados los parámetros más adecuados en cada caso, es decir, clase y nivel de contención, índice de severidad, anchura de trabajo y deflexión dinámica, se elige el sistema a instalar.

En los apartados siguientes se desarrolla cada uno de estos apartados.

4.6. ZONAS CON ELEMENTOS O SITUACIONES POTENCIALES DE RIESGO

Con objeto de evaluar la necesidad de barrera y el nivel de contención, se procede en primer lugar a identificar aquellas zonas que se den en el proyecto indicando el PK inicial y final, así como el margen de la calzada donde se localizan.

En general se colocará barrera en los siguientes casos:

- Terraplenes de altura superior a 3 m, a pesar de que la velocidad de proyecto es inferior a 80 km/h.
- Escalones y cunetas de más de 15 cm de profundidad, ya que en general las cunetas no son suficientemente tendidas con relación 6:1, ya que daría lugar a una ocupación mucho mayor, que no es posible en nuestro caso debido a la orografía existente, la existencia de taludes de roca muy altos y muros existentes del río Karrantza. Además existen cunetones de mayores dimensiones donde las alturas de taludes existentes obligan a ello.
- Obras de paso.
- Casos de posibilidad de caída a distinto nivel en los muros laterales existentes del río Karrantza.
- Paso sobre una vía férrea en servicio,

- Existencia de una vía férrea paralela próxima a la carretera y situada a más de 1m por debajo del nivel de esta.

4.7. CRITERIOS DE EMPLEO DE BARRERAS DE SEGURIDAD METÁLICAS

4.7.1. Selección de la clase y nivel de contención

La selección de la clase y nivel de contención se hace en función del riesgo de accidente en cada caso.

De esta forma se emplean barreras de seguridad de contención normal (nivel N2-H1) cuando el riesgo de accidente detectado es normal.

Para seleccionar el nivel de contención más adecuado para cada clase de contención se han consultado las siguientes tablas, basadas en la norma UNE-EN 1317:

CLASE DE CONTENCIÓN	NIVEL DE CONTENCIÓN
Normal	N1
	N2
Alta	H1
	H2
	H3
	H4a
Muy alta	H4b

Tabla 2 de la O.C. 35/2014. Clases y niveles de contención para sistemas de contención de vehículos (UNE-EN 1317).

Los niveles de contención y los ensayos de impacto que deben superar los sistemas de contención de vehículos están especificados en la O.C. 35/2014.

NIVEL DE CONTENCIÓN	DENOMINACIÓN DE LOS ENSAYOS	TIPO DE VEHÍCULO	CONDICIONES DE LOS ENSAYOS		
			MASA DEL VEHÍCULO (kg)	VELOCIDAD (km/h)	ÁNGULO DE IMPACTO (°)
N1	TB31	Ligero	1500	80	20
N2	TB32	Ligero	1500	110	20
	TB11(*)	Ligero	900	100	20
H1	TB42	Pesado no articulado	10 000	70	15
	TB11(*)		900	100	20
H2	TB51	Autobús	13 000	70	20
	TB11(*)	Ligero	900	100	20
	TB61		16 000	80	20

H3	TB11(*)	Pesado no articulado	900	100	20
H4a	TB71	Pesado no articulado	30 000	65	20
	TB11(*)		900	100	20
H4b	TB81	Pesado articulado	38 000	65	20
	TB11(*)		900	100	20

Tabla 3 de la O.C. 35/2014. Características de los ensayos de impacto (Norma UNE-EN 1317).

RIESGO DE ACCIDENTE	IMD e IMDp POR SENTIDO	NIVEL DE CONTENCIÓN RECOMENDADO	
		BARRERAS	PRETILES
MUY GRAVE	IMDp $\geq$ 5000	H3 – H4b	H4b
	5000 > IMDp $\geq$ 2000	H2 – H3	H4b
	IMDp < 2000	H2	H3
GRAVE	IMD $\geq$ 10000	H1 – H2	H3
	IMDp $\geq$ 2000	H2	H3
	400 $\leq$ IMDp < 2000	H1	H2
	IMDp < 400	N2 – H1	H1 – H2
NORMAL	IMDp $\geq$ 2000	H1	H1 – H2
	400 $\leq$ IMDp < 2000	N2 – H1	H1
	IMDp < 400	N2	N2 – H1
	IMDp < 50 y Vp $\leq$ 80 km/h	N1 – N2	N2

Tabla 6 de la O.C. 35/2014. Selección del nivel de contención encomendado para sistemas de contención de vehículos, según el riesgo de accidente.

El nivel de contención recomendado, para un riesgo de accidente normal, y una intensidad media de vehículos pesados por sentido menor que 400 es N2 para barreras y N2-H1 para pretiles. Se adopta un nivel de contención normal **N2**. **En el mercado no se han encontrado pretiles comerciales H1, por lo que se adopta un nivel H2**. Para los casos de riesgo de accidente muy grave, una intensidad media de vehículos pesados por sentido menor que 2000 se utilizará una barrera H2 y un pretil H3.

4.7.2. Selección de la clase de anchura de trabajo y deflexión dinámica

4.7.2.1. Anchura de trabajo

Cuando la finalidad de una barrera sea proteger del impacto contra un objeto, la distancia al obstáculo deberá ser mayor que la anchura de trabajo.

La anchura de trabajo se define como la distancia entre la cara más próxima al tráfico antes del impacto y la posición lateral más alejada que durante el choque alcanza cualquier parte esencial del conjunto del sistema de contención y el vehículo. La clase de anchura de trabajo deberá ser alguna de las indicadas en la siguiente tabla:

CLASES DE ANCHURA DE TRABAJO	ANCHURA DE TRABAJO (W), EN METROS
W1	$W \leq 0,6$
W2	$0,6 < W \leq 0,8$
W3	$0,8 < W \leq 1,0$
W4	$1,0 < W \leq 1,3$
W5	$1,3 < W \leq 1,7$
W6	$1,7 < W \leq 2,1$
W7	$2,1 < W \leq 2,5$
W8	$2,5 < W \leq 3,5$

Tabla 5 de la O.C. 35/2014. Clases de anchura de trabajo para las barreras de seguridad y pretiles (UNE-EN 1317)

En el presente proyecto, dadas las dificultades para ampliar la plataforma, por los condicionantes orográficos y de espacio existentes, las barreras se proyectan con una anchura de trabajo lo menor posible. Para un nivel de contención N2, en varios fabricantes consultados, no hay barreras comerciales de clase W1, por lo que se elige una anchura de trabajo W4 entre 1,0 y 1,3 m.

4.7.2.2. Deflexión dinámica

La deflexión dinámica se define como el máximo desplazamiento dinámico lateral de la cara del sistema más próxima al tráfico.

Según se indica en el apartado 7 de la O.C. 35/2014 “los sistemas con anchura de trabajo W8 o deflexión dinámica superior a 2,5 m, no deben emplearse debido a las condiciones geométricas de las secciones transversales habituales en las carreteras de la red de carreteras del Estado”.

4.7.3. Selección del índice de severidad

Se entiende por índice de severidad la cualidad de un sistema que cuantifica el daño sufrido por los ocupantes en el interior del habitáculo de un vehículo ligero menor (masa de 900 kg) que impacta contra un sistema de contención. A igualdad del resto de los parámetros se ha acudido preferentemente a

sistemas con índice de severidad A antes que aquellos que tengan índice de severidad B. El índice de severidad C no garantiza la seguridad de los ocupantes del vehículo en caso de accidente.

Por este motivo se escoge un índice de severidad A para las barreras, en cambio, para los pretilos se tomará el índice de severidad B, ya que no se ha encontrado en el mercado pretilos con las características necesarias.

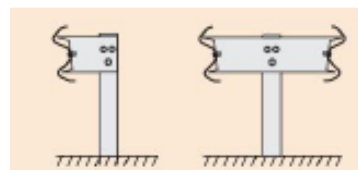
4.7.4. Criterios de selección en situaciones especiales

La realidad de las obras hace que se presenten situaciones que no están recogidas dentro del marco normativo. Se trata de casos en los que, por razones técnicas, geométricas o del terreno, no existe en el mercado ningún sistema con marcado CE que se pueda instalar en condiciones similares a las de ensayo para proteger un potencial riesgo de accidente.

En el presente proyecto no se han detectado situaciones especiales.

4.7.5. Criterios de disposición en los márgenes exteriores. Barrera metálica simple o doble

Según el apartado 4.4.1 de la O.C. 35/2014, en los márgenes exteriores de la carretera las barreras de seguridad metálicas serán, en general, de tipo simple. Estará justificado el sistema de contención doble en los márgenes exteriores de la carretera cuando haya una calzada paralela al mismo nivel, que no es nuestro caso.



Barrera simple y doble

4.7.6. Empleo de sistemas para protección de motociclistas

Según el apartado 8.1 de la O.C. 35/2014, se recomiendan los criterios de empleo y disposición siguientes:

- En carreteras interurbanas y periurbanas con velocidad máxima permitida igual o superior a 60 km/h en la alineación correspondiente, estará justificado el empleo de los sistemas para protección de motociclistas de tipo continuo cuando en los márgenes haya obstáculos o desniveles próximos al borde de la calzada (distancia inferior a la indicada en la tabla 1), y simultáneamente se dé alguna de las configuraciones siguientes:
 - En el lado exterior de las alineaciones curvas en las que la velocidad específica sea inferior en más de 30 km/h a la máxima permitida en la alineación in- mediatamente anterior.
 - En carreteras con calzadas separadas, en las salidas desde las calzadas principales mediante carril de deceleración, en el margen exterior del ramal de salida a lo largo del desarrollo de la alineación curva.
 - En el lado exterior de las alineaciones curvas de radio inferior al indicado en la tabla 13 en función del tipo de carretera.

TIPO DE CARRETERA		RADIO (m)
Carretera con calzadas separadas		750
Carretera de calzada única	arcén $\geq 1,5$ m	250
	arcén $< 1,5$ m	200

Tabla 13 de la O.C. 35/2014. Radio de curvatura.

A efectos de aplicación de esta tabla 13, el tramo de alineación curva puede ser curva circular o curva de transición.

- Con carácter excepcional y por cuestiones relativas a la explotación o derivadas de una mejora de la seguridad vial (potencial siniestralidad), en carreteras interurbanas y periurbanas con velocidad máxima permitida inferior a 60 km/h y configuraciones semejantes a las indicadas en los párrafos anteriores, podrá emplearse un sistema de protección de motociclistas de tipo continuo.

Por estos motivos se opta por colocar sistemas para protección de motociclistas en las curvas de radio menor o igual que 200 metros.

4.8. DISPOSICIÓN

4.8.1. Disposición en altura, transversal e inclinación

Según se indica en el apartado 6.3 de la O.C. 35/2014 la altura de la parte superior del sistema ha sido la definida en los ensayos, según la norma UNE-EN 1317, con sus tolerancias. En la disposición en altura del sistema elegido se ha tomado la tolerancia a favor de un posible refuerzo de firme.

Transversalmente, las barreras de seguridad se colocarán lo más lejos posible del borde afirmado siempre que la zona comprendida entre el arcén y la barrera esté plana, compactada y desprovista de obstáculos.

4.8.2. Cimentación y longitud de postes

De acuerdo con el apartado 6.5 de la O.C. 35/2014, donde el terreno tenga las mismas características que el empleado en el ensayo inicial de tipo, los postes se hincarán de forma semejante a la empleada en dichos ensayos.

Donde el terreno sea diferente al del ensayo inicial de tipo se realizará una evaluación de la resistencia del terreno sobre un poste hincado aislado dispuesto en la zona donde se vaya a instalar el sistema y a la misma distancia del borde de la calzada a la que se vayan a instalar los postes.

Donde no se obtenga un terreno adecuado según las condiciones del ensayo se hará un cajeo a lo largo de la línea de cimentación de los postes, en una anchura de 50 cm y una profundidad de 15 cm, que se rellenará con hormigón HA-25, disponiendo una armadura de 4 Φ 12, con cercos Φ 8 cada 50 cm.

4.8.3. Abatimientos

El extremo final de las barreras de seguridad supone un peligro por el impacto frontal de vehículos, teniéndose que acabar mediante dispositivos del tipo abatimiento. Los abatimientos utilizados en este proyecto son los siguientes: terminales de 12 metros con soportes de perfil tipo tubular, según el tipo de barrera, cuando éstos se encuentran de frente al sentido de circulación; y terminales de 4,32 metros con soportes de perfil tipo tubular, cuando estos se encuentran en sentido contrario al sentido de circulación.

Al encontrarnos en una carretera de doble circulación, los abatimientos en el tronco principal serán siempre de 12 metros, ya que un vehículo en dirección contraria puede impactar frontalmente contra la barrera. De no ser físicamente posible, atendiendo a las recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos en carreteras de características reducidas, se realizarán de 8 metros.

4.9. SELECCIÓN DE LAS BARRERAS UTILIZADAS.

Una vez seleccionados los parámetros más adecuados en cada caso, es decir, clase y nivel de contención, índice de severidad, tipo (simple o doble), anchura de trabajo y deflexión dinámica, se ha establecido el sistema a instalar.

Todos los sistemas de contención deben poseer el correspondiente marcado CE. Las barreras deberán cumplir los ensayos marcados por la Norma UNE-EN 1317, así como la O.C. 35/2014 en sus apartados 1 al 7.

La longitud del sistema elegido en cada caso debe ser superior a la longitud mínima ensayada. Los sistemas de contención seleccionados no deben incluir elemento separador.

En el Proyecto que nos ocupa se han considerado las posibilidades de accidente muy grave y normal, escogiendo el tipo de barrera utilizada según el nivel de contención necesario.

Definidas las zonas con riesgo de accidente y su categoría conforme a lo expuesto en la Orden Circular, se aplica en cada caso las barreras de seguridad metálicas más apropiadas en función de su deflexión dinámica y ancho de trabajo. En nuestro caso, sólo utilizamos dos tipos de barrera y dos tipos de pretiles para todo el trazado.

Los sistemas de seguridad utilizados serán los siguientes:

- Barrera N2-W4-A. Nivel de contención N2. $W = 1,1$ m, índice de severidad A. Utilizada en zonas en el que el riesgo de accidente puede ser normal.
- Barrera H2-W4-A. Nivel de contención H2. $1,0 < W \leq 1,3$ m, índice de severidad A. Utilizada en zonas en el que el riesgo de accidente puede ser muy grave.
- Pretil H2-W3-B. Nivel de contención H2. $0,8 < W \leq 1,0$ m, índice de severidad A. Utilizada en zonas en el que el riesgo de accidente puede ser normal.
- Pretil H3-W3-B. Nivel de contención H3. $0,8 < W \leq 1,0$ m, índice de severidad A. Utilizada en zonas en el que el riesgo de accidente puede ser muy grave.

En el documento nº 2 Planos, se incluye, la ubicación y tipología de los elementos de defensa proyectados.

3. SEÑALIZACIÓN DE OBRAS

El empleo de señalización específica de obras se concreta en el uso de señalización vertical, señalización horizontal, elementos de balizamiento y carteles informativos. Tanto para el diseño de la señalización como para la definición de los elementos empleados se siguen las directrices indicadas en la norma 8.3-IC sobre Señalización de Obras.

La señalización de las obras se ha realizado teniendo en cuenta las distintas fases en las que se ejecuta la construcción de los nuevos muros para la corrección de las fisuras. Se realizará especial hincapié en la señalización de obra en los momentos en los que es necesario el corte al tráfico en uno de los dos carriles existentes.

3.1. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

La línea de borde de calzada será siempre la misma, de color amarillo y trazo continuo de 10 cm de anchura.

La línea de separación de carriles va a ser también de color amarillo y estará formada por un trazo continuo de diez centímetros (10 cm) de anchura en toda la traza.

3.2. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Señales triangulares

Se prevé la utilización de señales de advertencia de peligro por proximidad a:

- Un tramo de obras (TP-18), en algunos casos el aviso va acompañado por tres luces ámbar intermitentes.
- Un tramo con estrechamiento de calzada (TP-17), estrechamiento de calzada por la derecha (TP-17a) y estrechamiento de calzada por la izquierda (TP-17b).
- Congestión de tráfico (P-31)
- Advertencia semáforo

Señales circulares

- Se prevé el uso de señales de fin de prohibiciones (TR-500) y de limitación de velocidad (TR-301).

3.3. BARRERAS DE SEGURIDAD Y BALIZAMIENTO

Se utilizarán como elementos de balizamiento durante la ejecución de las obras conos y paneles direccionales de obra tal y como se muestra en los ejemplos de señalización de obra que se adjuntan en el documento de Planos del proyecto.

