



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

Los sistemas de contención de vehículos han experimentado en los últimos años un importante desarrollo, llegando a traspasar el ámbito meramente técnico.

La normativa generada al respecto ha sido básicamente la siguiente:

- Orden Circular 321/95 T y P "Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos".
- Orden Circular 18/2004 sobre "Criterios de empleo de sistemas para protección de motociclistas".
- Orden Circular 18bis/2008 sobre "Criterios de empleo de sistemas para protección de motociclistas".
- Orden Circular 28/2009 sobre "Criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas".

La Orden Circular 321/95 T y P ha constituido un referente básico en los proyectos desarrollados en los últimos años, siendo sustituida y anulada por la Orden Circular 28/2009 en lo referente a barreras de seguridad metálicas.

Las barreras de seguridad han sido objeto de avances importantes tanto desde el punto de vista de su morfología y disposición, apoyados en ensayos a escala real, como de su homologación para la posterior inclusión en los proyectos y obras de las carreteras.

En los últimos años, se ha detectado que en dicho apartado el contenido en los distintos proyectos presenta en ocasiones enfoques heterogéneos y alcances desiguales.

Estas razones, entre otras, aconsejan uniformizar y homogeneizar el Apartado "Barreras de Seguridad" con objeto de contribuir a un estudio completo de las alternativas que conduzca a la selección y posterior definición de la solución más eficiente.



La actualización de la normativa relativa a barreras de seguridad de aplicación en la Red de Carreteras del Estado, así como la entrada en vigor de la obligatoriedad del marcado CE, desde el 1 de enero de 2011, para todos los sistemas de contención de vehículos, hacen necesario unificar criterios y directrices para la redacción del Apartado "Barreras de seguridad" que forma parte del Anejo "Señalización, balizamiento y defensas" de los proyectos de la Dirección General de Carreteras. Por ello se ha dispuesto lo siguiente:

- El Apartado "Barreras de Seguridad" incluido en el Anejo "Señalización, Balizamiento y Defensas" de los proyectos de trazado y/o construcción debería elaborarse según el modelo que se adjunta en el Anexo.
- El texto principal del Anexo de esta Nota de Servicio corresponde a la redacción que debería incluirse en el Apartado "Barreras de Seguridad" de cada proyecto, no obstante se recogen una serie de recuadros y párrafos en verde con letra cursiva, que corresponden a observaciones, fruto de la experiencia, a tener en cuenta.

La metodología a seguir en el mencionado Anexo a esta Nota de Servicio es la siguiente:

- En primer lugar, se lleva a cabo un análisis de los márgenes de la plataforma identificando las zonas de potencial riesgo.
- Una vez identificadas estas zonas, en principio se estudian alternativas en las que no se instalan sistemas de contención siempre en el marco de la seguridad vial, finalmente todas las soluciones se valoran en términos económicos y se comparan con los costes y beneficios inherentes a la disposición, o no, de barreras de seguridad.
- En las zonas donde finalmente se justifique la necesidad de la implantación de barreras de seguridad, una vez evaluadas todas las alternativas, se establece, en primer lugar, la clase y el nivel de contención necesarios.
- A continuación se selecciona la anchura de trabajo y la deflexión dinámica, y por último el índice de severidad.



MINISTERIO
DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO
DE INFRAESTRUCTURAS,
TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL
DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL
DE CARRETERAS

SUBDIRECCIÓN GENERAL
DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

- Una vez que están perfectamente definidos en cada zona los parámetros (clase y nivel de contención, índice de severidad, anchura de trabajo y deflexión dinámica) es el momento de seleccionar el sistema de contención a instalar.
- Por último de acuerdo con las Órdenes Circulares 18/2004 y 18bis/2008, se establecen los tramos que presentan la necesidad de instalar sistemas para protección de motociclistas, seleccionando el nivel de severidad correspondiente, además de los parámetros definidos anteriormente.

No son objeto de esta Nota de Servicio los pretilos.

Madrid, 27 de diciembre de 2012.
LA SUBDIRECTORA GENERAL
DE ESTUDIOS Y PROYECTOS,

Fdo.: Fuencisla Sancho Gómez

ANEXO A 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

1.	INTRODUCCIÓN	3
2.	NORMATIVA VIGENTE	3
3.	EMPLEO DE BARRERAS DE SEGURIDAD	3
4.	IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE POTENCIAL RIESGO	4
4.1.	BARRERA EN MEDIANA	7
4.1.1.	NECESIDAD DE BARRERA.....	7
4.1.2.	NIVEL DE CONTENCIÓN	9
4.1.3.	CRITERIOS DE DISPOSICIÓN.....	9
5.	DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS A LA IMPLANTACIÓN DE BARRERAS DE SEGURIDAD	11
6.	CRITERIOS DE SELECCIÓN DE BARRERAS DE SEGURIDAD	14
6.1.	CLASE Y NIVEL DE CONTENCIÓN	14
6.2.	ANCHURA DE TRABAJO Y DEFLEXIÓN DINÁMICA.....	16
6.3.	ÍNDICE DE SEVERIDAD	17
6.4.	SITUACIONES ESPECIALES	17
6.5.	DISPOSICIÓN EN MÁRGENES EXTERIORES	18
7.	ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO	18
8.	SELECCIÓN DEL SISTEMA A IMPLANTAR	19
9.	DISPOSICIÓN ÓPTIMA	23
9.1.	DISTANCIA A BORDE DE CALZADA.....	23
9.2.	DISPOSICIÓN EN ALTURA	23
9.3.	INCLINACIÓN	23
9.4.	CIMENTACIÓN Y LONGITUD DE POSTES	23

10. BARRERAS CON SISTEMA PARA PROTECCIÓN DE MOTOCICLISTAS (SPM)	25
10.1. INTRODUCCIÓN	26
10.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	26
10.3. SELECCIÓN DE BARRERAS CON SPM	27
11. PASOS DE MEDIANA	29
12. SISTEMAS DE CONTENCIÓN NO METÁLICOS	29
13. PLANOS	30

APÉNDICE I. ESTUDIO DE SOLUCIONES ALTERNATIVAS

APÉNDICE II. ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO

1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento de la O.C. 28/2009, de octubre de 2009, sobre “Criterios de Implantación de Barreras de Seguridad Metálicas” de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, este anejo incluye un análisis de los márgenes de la plataforma y, en su caso, la justificación, descripción, clase, tipo, nivel de contención, severidad, ancho de trabajo, deflexión dinámica, ubicación y disposición de todos los sistemas de contención de vehículos que se consideran adecuados.

2. NORMATIVA VIGENTE

Las barreras de seguridad se han proyectado de acuerdo con la siguiente normativa:

- O.C. 18/2004 sobre “Criterios de empleo de sistemas para protección de motociclistas”.
- O.C. 18bis/2008 sobre “Criterios de empleo de sistemas para protección de motociclistas”, ampliación de la O.C. 18/2004.
- O.C. 28/2009 sobre “Criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas”.
- Desde el 1 de enero de 2011 es obligatorio el marcado CE también en barreras y pretilos de hormigón. En consecuencia, sólo aquellas barreras y pretilos de hormigón que una vez ensayadas cumplan todos los requisitos y posean el correspondiente certificado de conformidad CE, Norma UNE-EN-1317, podrán ser instaladas en la Red de Carreteras del Estado.

3. EMPLEO DE BARRERAS DE SEGURIDAD

Las barreras de seguridad son sistemas de contención de vehículos cuya implantación en las carreteras contribuye activamente a mitigar las consecuencias de un eventual accidente de circulación, reduciendo objetivamente su gravedad y haciéndolo más predecible, pero no evitando que se produzca.

En la presente Nota de Servicio, en primer lugar, se lleva a cabo un **análisis de los márgenes de la plataforma** identificando las zonas de potencial riesgo.

Una vez identificadas, se plantean las posibles **soluciones alternativas**, preferibles a la instalación de sistemas de contención en el marco de la seguridad vial. Estas soluciones se valoran en términos económicos y se comparan con los costes y beneficios inherentes a la disposición de barreras de seguridad.

En las zonas donde finalmente se justifique la necesidad de la implantación de barreras de seguridad, se establece la **clase y el nivel de contención necesarios**, en función de las tablas incluidas en el punto 6.1, basadas en la Norma UNE-EN 1317.

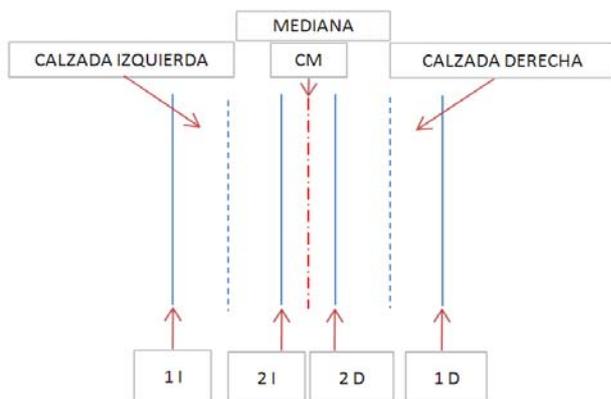
A continuación se selecciona la **anchura de trabajo** y la **deflexión dinámica**, y por último el **índice de severidad**.

Con los parámetros perfectamente definidos en cada caso (clase y nivel de contención, índice de severidad, anchura de trabajo y deflexión dinámica) se selecciona el sistema de contención a instalar.

4. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE POTENCIAL RIESGO

Las situaciones potenciales de riesgo de accidente que se encuentran a lo largo del trazado se enumeran a continuación, para cada uno de los ejes proyectados (*seleccionar las situaciones que en cada caso se plantean en el proyecto a redactar, indicando las progresivas o distancias al origen (D.O.) inicial y final, así como el margen de la calzada donde se localizan, todo ello según el croquis siguiente, distinguiendo, en primer lugar, entre calzadas separadas o carretera convencional*):

CALZADAS SEPARADAS:



CARRETERA CONVENCIONAL:

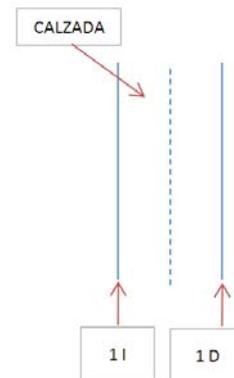


TABLA 1. IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS CON ELEMENTOS O SITUACIONES POTENCIALES DE RIESGO (Eje nº __)
(Seleccionar las situaciones que se plantean en el proyecto a redactar)

Elementos o situaciones potenciales de riesgo	1 I		2 I		CM		2 D		1 D		Riesgo de accidente
	D.O. inicial	D.O. final									
Dotaciones viales que sobresalgan del terreno (*):											
- Báculos de iluminación sin fusible estructural (Vp>80 km/h)											Normal c.2)
- Elementos de sustentación de carteles (Vp>80 km/h)											Normal c.2)
- Elementos de sustentación de pórticos y banderolas (Vp>60 km/h)											Grave b.2)
- Postes SOS (Vp>80 km/h)											Normal c.2)
- Pantallas antirruído (Vp>60 km/h)											Grave b.2)
Elementos o árboles con más de 15 cm de diámetro medio medido a 50 cm de altura desde la superficie de rodadura (**), así como postes de señales de tráfico (Vp>80 km/h) (*)											Normal c.2)
Carreteras o calzadas paralelas, cuando la distancia entre ellas sea inferior a la establecida en la tabla 1 de la O.C. 28/2009 (ver apartado 4.1)											Grave b.4)
Muros, tablestacados, edificios, instalaciones, cimentaciones y elementos del drenaje superficial (arquetas, impostas, etc.) que sobresalgan del terreno más de 7cm (Vp>80 km/h) (*)											Normal c.2)
Muro de sostenimiento con Vp>60 km/h y terreno accidentado o muy accidentado (*)											Normal c.4)
Accesos a puentes, túneles y pasos estrechos (Vp>80 km/h) (*)											Grave b.3)
Elementos estructurales de pasos superiores u otras construcciones (Vp>60 km/h) (*)											Grave b.2)
Cunetas que no sean de seguridad (inclinación de taludes inferior a 6:1 y aristas sin redondear) (Vp>80 km/h e IMD > 1500 vehículos) (*)											Normal c.2)
Desmontes cuyos taludes sean inferiores al 3:1 (cambios de inclinación sin redondear), o al 2:1 (cambios de inclinación redondeados) (Vp>80 km/h) (*)											Normal c.2)
Terraplenes de altura superior a 3 m (Vp>80 km/h) (*)											Normal c.2)
Terraplenes de altura inferior a 3 m pero cuyos taludes sean inferiores al 5:1, si los cambios de inclinación no se han redondeado, o bien 3:1, si están redondeados (Vp>80 km/h) (*)											Normal c.2)
Paso sobre una vía férrea de alta velocidad											Muy grave a.1)
Paso sobre una vía férrea por la que circulen, de media anual, más de 6 trenes por hora											Muy grave a.1)
Paso sobre una vía férrea por la que circulen, de media anual, más de 6 trenes por semana, que contenga al menos un vagón cargado con gases inflamables o tóxicos, o líquidos inflamables											Muy grave a.1)
Existencia de una vía férrea paralela a una distancia inferior a la indicada en la tabla 1 de la O.C. 28/2009 para accidente muy grave y situada a más de 1 m por debajo del nivel de la carretera											Muy grave a.2)
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											Muy grave a.3)

Elementos o situaciones potenciales de riesgo	1 I		2 I		CM		2 D		1 D		Riesgo de accidente
	D.O. inicial	D.O. final									
Existencia a nivel inferior de una vía férrea, autopista, autovía o carretera convencional, y que en el emplazamiento de la carretera concurren curvas horizontales o acuerdos verticales de dimensiones inferiores a las admisibles por la Norma de Trazado 3.1-IC											Muy grave a.4)
Ríos, embalses y otras masas de agua con corriente impetuosa o profundidad superior a 1 m (Vp>80 km/h) (*)											Grave b.3)
Barrancos o zanjas profundas (Vp>80 km/h) (*)											Grave b.3)
Emplazamientos singulares (con justificación): <ul style="list-style-type: none"> - Nudos complejos. - Intersecciones próximas a obras de paso. - Emplazamientos con una accidentalidad anormalmente elevada. - Narices en salidas asociadas a una divergencia o bifurcación. 											Normal c.5)
Casos en los que falte alguno de los requisitos para ser considerado como riesgo de accidente muy grave, con IMD por calzada >10.000 vehículos.											Grave b.1)
Casos en los que falte alguno de los requisitos para ser considerado como riesgo de accidente grave											Normal c.1)
Obras de paso, cuando no se den los requisitos para que el riesgo de accidente sea grave o muy grave											Normal c.3)

(*) A distancia inferior a la indicada en la tabla 1 de la O.C. 28/2009 para accidente grave. Asimismo, se podrá considerar que un obstáculo o desnivel está próximo si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

- Está situado entre las dos plataformas de una divergencia de salida o bifurcación de la calzada, a una distancia inferior a 60 m a partir del punto de apertura de los carriles completos.
- Está situado en la mediana y a menos de 60 m del comienzo de la misma, en el paso de calzada única a calzadas separadas.

(**) Para diámetros mayores de 15 cm el proyectista valorará si la robustez del tronco y de la copa del árbol aconseja elevar el riesgo de accidente por encima del Normal.

4.1. BARRERA EN MEDIANA

4.1.1. NECESIDAD DE BARRERA

Para establecer la necesidad de barrera en la mediana se debe entrar en la tabla 1 de la O.C. 28/2009 (tabla 4 del apartado 5), en el caso de carreteras con calzadas separadas. Resulta un riesgo de accidente **GRAVE**, puesto que se corresponde con el caso b.4 del apartado 2.2 de la Orden Circular “*Carreteras o calzadas paralelas en el sentido opuesto de circulación, en las que la anchura de la mediana sea inferior a la establecida en la tabla 1*”.

En el presente proyecto los parámetros a considerar son:

- Ancho de mediana (entre bordes de arcén): X (m).
- Ancho de arcén interior: Y (m).
- Ancho de marcas viales exteriores: Z (m).
- Taludes mediana: H/V .

Por tanto, la distancia entre los bordes exteriores de las marcas viales que definen la mediana es de $X + 2Y - 2Z = D$ (m).

En dicha tabla 1 de la O.C. 28/2009 se distinguen dos supuestos:

1. Recta, lados interiores de curvas o lado exterior de una curva de radio > 1.500 m.
2. Lado exterior de una curva de radio < 1.500 m.

Se obtiene la distancia por debajo de la cual es necesario disponer barrera en mediana entrando con su talud en cada uno de estos supuestos para accidente grave (*si la distancia D obtenida es menor que la de la tabla será necesaria la barrera*).

Por tanto, en el presente proyecto:

- En el supuesto 1: *SI/NO (elegir el adecuado)* es necesaria barrera en mediana.
- En el supuesto 2: *SI/NO (elegir el adecuado)* es necesaria barrera en mediana.

Por ejemplo: Necesidad de barrera en mediana de 10 m (incluyendo bermas, pero no los arcenes) y con taludes 6/1

1. Recta, lados interiores de curvas, lado exterior de una curva de radio > 1.500 m:

Con taludes 6/1 **por debajo de 12 m entre bordes exteriores de la marca vial** sería necesaria barrera. Con arcenes de 1m saldría una distancia de 11,7 m (10 m de mediana + 2 x 1 m de arcén – 2 x 0,15 m de marcas viales= 11,7 m), menor que 12 m, luego haría falta barrera de seguridad.

2. Lado exterior de una curva de radio < 1.500 m: con taludes 6/1 **por debajo de 14 m entre bordes exteriores de la marca vial** sería necesaria barrera de seguridad.

TABLA 1 de la O.C. 28/2009. DISTANCIA (m) DEL BORDE DE LA CALZADA (borde exterior de la marca vial) A UN OBSTÁCULO O DESNIVEL, POR DEBAJO DE LA CUAL SE CONSIDERA QUE EXISTE RIESGO DE ACCIDENTE, SEGÚN LA GRAVEDAD DEL MISMO.

TIPO DE CARRETERA	TIPO DE ALINEACIÓN	INCLINACIÓN TRANSVERSAL DEL MARGEN (*) Horizontal/Vertical	RIESGO DE ACCIDENTE	
			GRAVE O MUY GRAVE	NORMAL
CARRETERAS CON CALZADAS SEPARADAS	Recta, lados interiores de curvas, lado exterior de una curva de radio > 1.500 m	>8:1	10	6
		8:1 a 5:1	12	8
		<5:1	14	10
	Lado exterior de una curva de radio < 1.500 m	>8:1	12	10
		8:1 a 5:1	14	12
		<5:1	16	14

(*) Entre el borde exterior de la marca vial y el obstáculo o desnivel. Los valores indicados corresponden a pendiente transversal, es decir, donde la cota del margen disminuya al alejarse de la calzada; para el caso opuesto (rampa transversal) se emplearán los límites dados para una pendiente transversal > 8:1. La rampa transversal podrá incluir una cuneta, siempre que la inclinación de sus taludes sea inferior a 5:1. En todo caso los cambios de inclinación transversal se suavizarán, particularmente para pendientes < 5:1.

Conclusión 1: con mediana de 10 m, taludes 6/1 y arcenes de 1 m, siempre se necesita barrera, según la O.C. 28/2009.

Conclusión 2: con mediana de 10,5 m taludes 6/1 y arcenes de 1 m es necesaria barrera en el lado exterior de curvas de radio < 1.500 m, pero no en el resto de los casos, según la O.C. 28/2009.

4.1.2. NIVEL DE CONTENCIÓN

Como ya se ha indicado, en el caso de carreteras o calzadas paralelas en el sentido opuesto de circulación, en las que la anchura de la mediana sea inferior a la establecida en la tabla 1 de la O.C. 28/2009 el riesgo de accidente es GRAVE.

Según la tabla 5 del apartado 6.1 para riesgo de accidente grave la clase de contención debe ser alta y el nivel de contención debe ser H1-H2-H3.

En una carretera de calzadas separadas si se pretende contener adecuadamente un autocar y evitar la invasión de la calzada de sentido contrario debería considerarse la posibilidad de disponer un nivel de contención H2 para barreras en mediana, ver tabla 6 del apartado 6.1 (tabla 3 de la O.C. 28/2009).

4.1.3. CRITERIOS DE DISPOSICIÓN

Para establecer la disposición de barreras de seguridad metálicas (BSM) en la mediana se han seguido las recomendaciones incluidas en el apartado 4.4.2 de la O.C. 28/2009. En dicho apartado se distinguen dos casos:

- a) Cuando la barrera de seguridad metálica tenga por objeto evitar que un vehículo incontrolado alcance la calzada adyacente y se cumpla lo indicado en el caso b4 del apartado 2.2 de la O.C. 28/2009.
- b) Cuando el mayor riesgo de accidente se deba a la presencia de un obstáculo o desnivel en la mediana (por ejemplo, una pila de una estructura o el propio terreno)

En el presente proyecto el caso existente es el "a) o "b)" (*seleccionar el adecuado*).

Las recomendaciones de la O.C. en este caso son (*seleccionar las que correspondan*):

Caso "a)":

1. En las medianas con terreno llano en las que la distancia entre los bordes interiores de las superficies pavimentadas sea igual o menor que la establecida en la tabla 2 del apartado 4.1.3 (tabla 8 de la O.C. 28/2009), se empleará preferentemente una barrera de seguridad metálica doble (1 BSMD) que se dispondrá dentro de la mediana, en la posición transversal más conveniente, según criterios de trazado (visibilidad), de conservación, etc.

TABLA 2 (Tabla 8 de la O.C. 28/2009)
MÁXIMA DISTANCIA (m) ENTRE EL BORDE DE LAS SUPERFICIES PAVIMENTADAS Y UNA BARRERA DE SEGURIDAD METÁLICA PARALELA A ELLA

Nº DE CARRILES POR CALZADA	VELOCIDAD DE PROYECTO Vp (km/h)					
	50	60	70	90	100	120
1	1,5	2,8	4,5	7,5	11,0	16,8
2	0,5	0,5	1,0	4,0	7,5	13,3
3	0,5	0,5	0,5	0,5	4,0	9,8
4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	6,3

2. En las medianas con terreno llano en las que la distancia entre los bordes interiores de las superficies pavimentadas y el eje de la mediana sea igual o menor que la establecida en esta tabla 2 (tabla 8 de la O.C. 28/2009), se empleará preferentemente una barrera de seguridad metálica doble (1 BSMD) dispuesta cerca del eje de la mediana.
3. En las medianas con terreno llano en las que la distancia entre los bordes interiores de las superficies pavimentadas y el eje de la mediana sea superior a la establecida en esta tabla 2 (tabla 8 de la O.C. 28/2009), se dispondrán dos barreras de seguridad metálicas (2 BSM), que podrán ser simples o dobles.
4. En las medianas con terreno no llano se dispondrán dos barreras de seguridad metálicas (2 BSM), que podrán ser simples o dobles.

Las anteriores recomendaciones se recogen en el siguiente cuadro:

	TERRENO	DISTANCIA	RECOMENDACIÓN
1	Llano	Mediana \leq tabla 2	1 BSMD
2	Llano	Mediana/2 \leq tabla 2	1 BSMD cerca del eje
3	Llano	Mediana/2 $>$ tabla 2	2 BSM simples o dobles
4	No llano	-----	2 BSM simples o dobles

Caso "b)":

Con carácter general se dispondrán dos barreras de seguridad, podrá ser una si el riesgo de accidente existe solamente en uno de los dos sentidos de circulación.

De acuerdo con esto, en la tabla 8 del apartado 8 se incluye la disposición de barreras en mediana (2I / CM / 2D), así como el tipo (simple o doble).

5. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS A LA IMPLANTACIÓN DE BARRERAS DE SEGURIDAD

Una vez identificadas las zonas con elementos o situaciones potenciales de riesgo en cada eje se estudian las siguientes soluciones alternativas a la implantación de barreras indicando las progresivas o distancias al origen (D.O.) inicial y final, así como el margen de la calzada donde se aplica cada una de ellas:

TABLA 3. SOLUCIONES ALTERNATIVAS A LA IMPLANTACIÓN DE BARRERAS DE SEGURIDAD (Eje nº __)
(Seleccionar las situaciones que se plantean en el proyecto a redactar)

Solución alternativa	1 I		2 I		2 D		1 D		Explicación particularizada (*)
	D.O. inicial	D.O. final							
Eliminación del obstáculo o desnivel.									
Rediseño del elemento que suponga un obstáculo o un desnivel, de modo que resulte franqueable por los vehículos en condiciones de seguridad (taludes más tendidos, medianas más anchas y sensiblemente llanas, cunetas de seguridad, arquetas que no sobresalgan del terreno, etc.)									
Traslado del obstáculo a otra zona donde resulte menos probable que el vehículo impacte con él (por ejemplo situarlo a mayor distancia del borde de la calzada o disponerlo en un tramo recto en vez de en una alineación curva). Se tienen en cuenta las distancias indicadas en la tabla 1 de la O.C. 28/2009, por debajo de las cuales se considera que existe riesgo de accidente, según su gravedad.									
Disminución de la severidad del impacto contra el obstáculo disponiendo una estructura soporte eficaz para la seguridad pasiva (por ejemplo báculos de iluminación con fusible estructural), entendiéndose por tales aquellos elementos que satisfacen los requisitos de la norma UNE-EN 12767, siempre que la caída del elemento no pueda provocar daños adicionales a terceros.									

() Se describirá de manera particularizada la solución alternativa adoptada, indicando si en dicha solución se modifica algún elemento existente en el terreno, o se modifica algo que estaba previsto en el proyecto.*

En cualquier caso se ha tenido en cuenta la tabla 1 de la O.C. 28/2009, incluida a continuación como tabla 4, que indica la distancia mínima (expresada en metros) desde el borde de la calzada a un obstáculo o desnivel por debajo de la cual se justifica la disposición de barrera de seguridad.

TABLA 4 (Tabla 1 de la O.C. 28/2009)
 DISTANCIA (m) DEL BORDE DE LA CALZADA (borde exterior de la marca vial) A UN OBSTÁCULO O DESNIVEL, POR DEBAJO DE LA CUAL SE CONSIDERA QUE EXISTE RIESGO DE ACCIDENTE, SEGÚN LA GRAVEDAD DEL MISMO.

TIPO DE CARRETERA	TIPO DE ALINEACIÓN	INCLINACIÓN TRANSVERSAL DEL MARGEN (*) Horizontal/Vertical	RIESGO DE ACCIDENTE	
			GRAVE O MUY GRAVE	NORMAL
CARRETERAS DE CALZADA ÚNICA	Recta, lados interiores de curvas, lado exterior de una curva de radio > 1.500 m	>8:1	7,5	4,5
		8:1 a 5:1	9	6
		<5:1	12	8
	Lado exterior de una curva de radio < 1.500 m	>8:1	12	10
		8:1 a 5:1	14	12
		<5:1	16	14
CARRETERAS CON CALZADAS SEPARADAS	Recta, lados interiores de curvas, lado exterior de una curva de radio > 1.500 m	>8:1	10	6
		8:1 a 5:1	12	8
		<5:1	14	10
	Lado exterior de una curva de radio < 1.500 m	>8:1	12	10
		8:1 a 5:1	14	12
		<5:1	16	14

(*) Entre el borde exterior de la marca vial y el obstáculo o desnivel. Los valores indicados corresponden a una pendiente transversal, es decir, donde la cota del margen disminuya al alejarse de la calzada; para el caso opuesto (rampa transversal) se emplearán los límites dados para una pendiente transversal > 8:1. La rampa transversal podrá incluir una cuneta, siempre que la inclinación de sus taludes sea inferior a 5:1. En todo caso los cambios de inclinación transversal se suavizarán, particularmente para pendientes < 5:1.

El estudio completo de las soluciones alternativas se adjunta en el Apéndice I “Estudio de soluciones alternativas” donde se incluyen planos de planta y secciones de los puntos más característicos identificados.

6. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE BARRERAS DE SEGURIDAD

6.1. CLASE Y NIVEL DE CONTENCIÓN

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

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

Por otro lado, se instalan barreras de seguridad de contención alta (niveles H1, H2 y H3) cuando el riesgo de accidente es grave.

*En caso de riesgo de accidente **normal**, podrá emplearse un nivel de contención superior al N2 (generalmente H1) en casos debidamente justificados. Es importante destacar que, según la tabla 6 del apartado 6.1 (tabla 3 de la O.C. 28/2009), el nivel de contención N2 funciona adecuadamente con vehículos de peso (incluidos sus ocupantes) hasta 1.500 kg.*

*Consideraciones a tener en cuenta en la selección del nivel de contención en el caso de riesgo de accidente **grave**:*

- *Los sistemas de nivel de contención H1 frente a los de H2 y H3 presentan las siguientes ventajas: mayor sencillez de montaje, menor coste y menor necesidad de piezas especiales de transición con sistemas de contención adyacentes.*
- *En tramos que formen parte de itinerarios de líneas de autobuses, tanto urbanas como interurbanas, se estudiará la posibilidad de disposición de un nivel de contención H2.*
- *Por otro lado, si se considera la tabla 5 de la O.C. 28/2009, la disposición de nivel de contención H2 estaría justificada a partir de una IMD de vehículos pesados mayor o igual que 5000.*

*Las barreras de seguridad seleccionadas sólo serán de clase de contención muy alta (nivel H4b) si se determina la existencia de riesgo de accidente **muy grave**. Según indica el apartado 4.1 de la OC 28/2009, el empleo de una barrera de seguridad de contención muy alta requerirá autorización expresa de la Dirección General de Carreteras, debiendo solicitarse para cada actuación concreta.*

Para seleccionar el nivel de contención más adecuado para cada clase se consultan las tablas 5 y 6 de este apartado, que figuran a continuación, basadas en la Norma UNE-EN 1317:

TABLA 5. CLASE Y NIVEL DE CONTENCIÓN SEGÚN EL RIESGO DE ACCIDENTE

RIESGO DE ACCIDENTE	CLASE DE CONTENCIÓN	NIVEL DE CONTENCIÓN
Normal	Normal	N1 (*)
		N2
		H1
Grave	Alta	H1
		H2
		H3
Muy grave	Muy alta	H4b

TABLA 6 (TABLA 3 de la O.C. 28/2009)

CARACTERÍSTICAS DE LOS ENSAYOS DE IMPACTO SEGÚN LA NORMA UNE-EN 1317

NIVEL DE CONTENCIÓN UNE-EN 1317	DENOMINACIÓN DE LOS ENSAYOS UNE-EN 1317	TIPO DE VEHÍCULO	MASA DEL VEHÍCULO (kg)	VELOCIDAD (km/h)	ÁNGULO DE IMPACTO (°)
N1 (*)	TB31	Ligero	1.500	80	20
N2	TB32	Ligero	1.500	110	20
	TB11	Ligero	900	100	20
H1	TB42	Pesado no articulado	10.000	70	15
	TB11	Ligero	900	100	20
H2	TB51	Autobús	13.000	70	20
	TB11	Ligero	900	100	20
H3	TB61	Pesado no articulado	16.000	80	20
	TB11	Ligero	900	100	20
H4b (**)	TB81	Pesado articulado	38.000	65	20
	TB11	Ligero	900	100	20

(*) El nivel de contención N1 no se empleará ya que únicamente está ensayado para vehículos ligeros grandes, no teniendo en cuenta al usuario de vehículos ligeros pequeños.

(**) El nivel de contención H4b requiere autorización de la D.G.C. según se indica en el apartado 4.1 de la O.C. 28/2009. El nivel de contención H4a no se incluye porque no es de aplicación en el territorio nacional.

ANEXO A 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

Según lo anterior y teniendo en cuenta la masa de los vehículos empleados en los ensayos según la Norma UNE-EN 1317, se instalarán defensas, para cada uno de los ejes del proyecto, con las clases y niveles de contención recogidas en la tabla 8 del apartado 8.

6.2. ANCHURA DE TRABAJO Y DEFLEXIÓN DINÁMICA

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

Así mismo, cuando la finalidad de una barrera sea proteger de la eventual caída de un vehículo por un desnivel, la distancia al **desnivel** será igual o mayor que la **deflexión dinámica**.

*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:*

*TABLA 7 (TABLA 7 de la O.C. 28/2009)
DISTANCIA TRANSVERSAL AL OBSTÁCULO (d_0)
Y CLASE DE ANCHURA DE TRABAJO (UNE-EN 1317)*

<i>DISTANCIA AL OBSTÁCULO, d_0 (m)</i>	<i>CLASE DE ANCHURA DE TRABAJO NECESARIA</i>
<i>$d_0 \leq 0,6$</i>	<i>W1</i>
<i>$0,6 < d_0 \leq 0,8$</i>	<i>W2 a W1</i>
<i>$0,8 < d_0 \leq 1,0$</i>	<i>W3 a W1</i>
<i>$1,0 < d_0 \leq 1,3$</i>	<i>W4 a W1</i>
<i>$1,3 < d_0 \leq 1,7$</i>	<i>W5 a W1</i>
<i>$1,7 < d_0 \leq 2,1$</i>	<i>W6 a W1</i>
<i>$2,1 < d_0$</i>	<i>W7 a W1</i>

*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. 28/2009 “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”.

Anchura de trabajo y la deflexión dinámica seleccionadas en cada caso se incluyen en la tabla 8 del apartado 8.

6.3. 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 debe optar por sistemas con índice de severidad A frente a aquellos que ofrezcan índice de severidad B. Se debe destacar que el índice de severidad C no garantiza la seguridad de los ocupantes del vehículo en caso de accidente.

El índice de severidad seleccionado en cada caso se incluye en la tabla 8 del apartado 8.

6.4. SITUACIONES ESPECIALES

La realidad de las obras hace que, en ocasiones, se presenten situaciones no contempladas 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 pueda instalarse en condiciones similares a las de ensayo para proteger al vehículo de un potencial riesgo de accidente.

En la elaboración del presente proyecto se han detectado las siguientes situaciones especiales (*enumerarlas y justificar los sistemas de contención con marcado CE elegidos para cada caso*):

A continuación se describen algunas de las posibles situaciones especiales:

- *Terrenos inadecuados: según la norma los sistemas deben instalarse en terrenos de características similares a las utilizadas en el ensayo inicial de tipo.*

Para determinar si el terreno es apto o no debe procederse a realizar una prueba para la evaluación de la resistencia del terreno descrita en el apartado 6.5 de la O.C. 28/2009 y además en caso de que el terreno no tenga la resistencia adecuada o sea tan duro que no permita la hincapié, en la O.C. 28/2009 se proponen las soluciones a adoptar en cada caso. No obstante quedarían sin resolver, por ejemplo, las situaciones en las que, por las características del terreno o de la plataforma, se requiera la instalación de postes de mayor longitud.

- *Tramos curvos: todos los ensayos se han realizado, hasta la fecha, en tramos rectos, dada la dificultad de ensayar cada sistema con los diferentes radios que se pueden presentar.*

- *Glorietas: en este caso, además de tratarse de tramos curvos en su totalidad es posible que su perímetro tenga una longitud inferior a la longitud ensayada.*

Cuando se haya determinado la necesidad de instalar un sistema de contención para minimizar las consecuencias de un eventual accidente y por las características de la vía o su entorno sea una situación especial, debido a la cual no exista en el mercado ningún sistema con marcado CE que reúna los requisitos solicitados, el proyectista elegirá y justificará en el proyecto el sistema de contención con marcado CE que estime tendrá un mejor comportamiento.

6.5. DISPOSICIÓN EN MÁRGENES EXTERIORES

Según el apartado 4.4.1 de la O.C. 28/2009, en los márgenes exteriores de la carretera las barreras de seguridad metálicas serán, en general, de tipo simple (S). Estará justificado el empleo de una barrera de seguridad metálica doble (D) en los márgenes exteriores de la carretera cuando haya una calzada paralela al mismo nivel o cuando se precise un mayor nivel de contención.

En la tabla 8 del apartado 8 se identifica, para cada sistema de contención elegido, si este debe ser simple (S) o doble (D).

7. ESTUDIO TÉCNICO-ECONÓMICO

En el Apéndice II “Estudio técnico-económico” se incluye un análisis de los aspectos de la sección tipo que influyen en la necesidad de disposición de sistemas de contención. En cada caso en el que se opta por la implantación de barreras de seguridad y para elegir el tipo de estas se considera: anchura de mediana, bermas y cunetas, visibilidad resultante, etc.

Se deben analizar, por ejemplo, o bien las consecuencias de disponer una berma más amplia que pueda evitar la necesidad de barrera, o bien la posibilidad de barreras más ligeras que puede dar lugar a longitudes mayores de los pasos superiores (incluso cambios de tipología), pasos inferiores, obras de drenaje, mayor ocupación (expropiación)...

8. SELECCIÓN DEL SISTEMA A IMPLANTAR

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

Es importante recalcar que todos los sistemas de contención deben poseer el correspondiente marcado CE. Las barreras deben cumplir los ensayos marcados por la Norma UNE-EN 1317, así como la O.C. 28/2009 en sus apartados 1 al 7. El catálogo de dicha Orden Circular es meramente orientativo, pudiendo emplearse únicamente los sistemas incluidos en él si han sido ensayados y han obtenido el marcado CE.

La longitud del sistema elegido en cada caso debe ser superior a la longitud mínima ensayada.

Para un nivel de contención N2 no se exige necesariamente la colocación de separadores, por lo que a la hora de elegir el sistema de contención se atenderá a las mejores condiciones económicas, dentro de las prestaciones necesarias en cada caso (clase y nivel de contención, índice de severidad, anchura de trabajo y deflexión dinámica).

Asimismo, para un nivel de contención H1 no se exige necesariamente un determinado número de vallas, por lo que a la hora de elegir el sistema de contención se atenderá a las mejores condiciones económicas dentro de las prestaciones necesarias en cada caso (clase y nivel de contención, índice de severidad, anchura de trabajo y deflexión dinámica). Es importante comprobar la “distancia de visibilidad” resultante tras la instalación del sistema.

En caso de actuaciones de nueva implantación es fundamental que la disposición del sistema de contención reproduzca lo más fielmente posible las condiciones del ensayo inicial de tipo.

En caso de actuaciones en infraestructuras existentes se atenderá asimismo a las condiciones geométricas de la carretera (existencia de bermas, separación a obstáculos y desniveles, continuidad con otros sistemas implantados,...).

Es importante resaltar que el nivel de contención H4b tiene una incidencia en el vehículo ligero reflejada por el “índice de severidad” que ha de fijar la entidad certificadora tras el ensayo.

En la elección del ancho de trabajo se tendrá en cuenta la disposición de farolas, pantallas antirruido y cualquier otro elemento que suponga un obstáculo para el vehículo.

En la tabla 8 de este apartado se incluyen los sistemas elegidos para cada eje, con sus respectivos parámetros en función del riesgo de accidente detectado. *(Seleccionar las situaciones que se produzcan en el proyecto indicando las progresivas o distancias al origen (D.O.) inicial y final donde se localizan, así como el margen de la calzada correspondiente, particularizando los valores de clase y nivel de contención, índice de severidad, anchura de trabajo, deflexión dinámica y si es simple o doble).*

Debido a la constante evolución del mercado se podría disponer en el momento de ejecutar la obra de cualquier producto que cumpla los parámetros de dicha tabla, siempre que el fabricante acredite que sus sistemas han superado los correspondientes ensayos y cumplan con la normativa vigente y con el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto.

En los proyectos se pueden definir los sistemas de contención a instalar a partir de: los parámetros de comportamiento (anchura de trabajo, deflexión dinámica e índice de severidad), los materiales constituyentes (acero, hormigón, madera u otros), determinados aspectos tipológicos (poste abierto ó cerrado, longitud de poste, altura, separador existente en tramos adyacentes,...). Todo ello de forma suficientemente justificada.

La elección de un determinado sistema de contención, entre los que cumplan las condiciones técnicas exigibles, es siempre responsabilidad de la Dirección de Obra, que debe tener en cuenta la integración del sistema en las características del tramo en que se colocará: bermas existentes, terreno de cimentación, longitudes mínimas, conexión a sistemas existentes, etc. En particular en las obras de paso se pondrá especial atención en las características estructurales del tablero, así como en las posibilidades de anclaje de los sistemas que hayan obtenido el marcado CE.

TABLA 8. SELECCIÓN DEL SISTEMA A IMPLANTAR (Eje nº __)
(Seleccionar las situaciones que se plantean en el proyecto)

Elementos o situaciones potenciales de riesgo	1 I		2 I		CM		2 D		1 D		Riesgo de accidente	Clase de contención	Nivel de contención	Índice de severidad (***)	Anchura de trabajo	Deflexión dinámica	Simple/ Doble
	D.O. inicial	D.O. final															
Dotaciones viales que sobresalgan del terreno (*):																	
- Báculos de iluminación sin fusible estructural (Vp >80 km/h)											Normal c.2)	Normal	N2-H1				
- Elementos de sustentación de carteles (Vp>80 km/h)											Normal c.2)	Normal	N2-H1				
- Elementos de sustentación de pórticos y banderolas (Vp>60 km/h)											Grave b.2)	Alta	H1-H2-H3 (****)				
- Postes SOS (Vp>80 km/h)											Normal c.2)	Normal	N2-H1				
- Pantallas antirruído (Vp>60 km/h)											Grave b.2)	Alta	H1-H2-H3 (****)				
Elementos o árboles con más de 15 cm de diámetro medio medido a 50 cm de altura desde la superficie de rodadura (**), así como postes de señales de tráfico (Vp>80 km/h) (*)											Normal c.2)	Normal	N2-H1				
Carreteras o calzadas paralelas, cuando la distancia entre ellas sea inferior a la establecida en la tabla 1 de la O.C. 28/2009 (ver apartado 4.1)											Grave b.4)	Alta	H1-H2-H3 (****)				
Muros, tablestacados, edificios, instalaciones, cimentaciones y elementos del drenaje superficial (arquetas, impostas, etc.) que sobresalgan del terreno más de 7cm (Vp > 80 km/h) (*)											Normal c.2)	Normal	N2-H1				
Muro de sostenimiento con Vp>60km/h y terreno accidentado o muy accidentado (*)											Normal c.4)	Normal	N2-H1				
Accesos a puentes, túneles y pasos estrechos(Vp>80 km/h) (*)											Grave b.3)	Alta	H1-H2-H3 (****)				
Elementos estructurales de pasos superiores u otras construcciones (Vp>60 km/h) (*)											Grave b.2)	Alta	H1-H2-H3 (****)				
Cunetas que no sean de seguridad (inclinación de taludes inferior a 6:1 y aristas sin redondear) (Vp>80 km/h e IMD>1500 vehículos) (*)											Normal c.2)	Normal	N2-H1				
Desmontes cuyos taludes sean inferiores al 3:1 (cambios de inclinación sin redondear), o al 2:1 (cambios de inclinación redondeados) (Vp>80 km/h) (*)											Normal c.2)	Normal	N2-H1				
Terraplenes de altura superior a 3 m (Vp>80 km/h) (*)											Normal c.2)	Normal	N2-H1				
Terraplenes de altura inferior a 3 m pero cuyos taludes sean inferiores al 5:1, si los cambios de inclinación no se han redondeado, o al 3:1, si están redondeados (Vp>80 km/h) (*)											Normal c.2)	Normal	N2-H1				
Paso sobre una vía férrea de alta velocidad											Muy grave a.1)	Muy alta	H4b				
Paso sobre una vía férrea por la que circulen, de media anual, más de 6 trenes por hora											Muy grave a.1)	Muy alta	H4b				

Elementos o situaciones potenciales de riesgo	1 I		2 I		CM		2 D		1 D		Riesgo de accidente	Clase de contención	Nivel de contención	Índice de severidad (***)	Anchura de trabajo	Deflexión dinámica	Simple/Doble
	D.O. inicial	D.O. final															
Paso sobre una vía férrea por la que circulen, de media anual, más de 6 trenes por semana, que contenga al menos un vagón cargado con gases inflamables o tóxicos, o líquidos inflamables											Muy grave a.1)	Muy alta	H4b				
Existencia de una vía férrea paralela a una distancia inferior a la indicada en la tabla 1 de la O.C. 28/2009 para accidente muy grave y situada a más de 1 m por debajo del nivel de la carretera											Muy grave a.2)	Muy alta	H4b				
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											Muy grave a.3)	Muy alta	H4b				
Existencia a nivel inferior de una vía férrea, autopista, autovía o carretera convencional, y que en el emplazamiento de la carretera concurren curvas horizontales o acuerdos verticales de dimensiones inferiores a las admisibles por la Norma de Trazado 3.1-IC											Muy grave a.4)	Muy alta	H4b				
Ríos, embalses y otras masas de agua con corriente impetuosa o profundidad superior a 1 m (Vp>80 km/h) (*)											Grave b.3)	Alta	H1-H2-H3 (****)				
Barrancos o zanjas profundas (Vp>80 km/h) (*)											Grave b.3)	Alta	H1-H2-H3 (****)				
Emplazamientos singulares (con justificación): - Nudos complejos - Intersecciones próximas a obras de paso - Emplazamientos con una accidentalidad anormalmente elevada - Narices en salidas asociadas a una divergencia o bifurcación.											Normal c.5)	Normal	N2-H1				
Casos en los que falte alguno de los requisitos para ser considerado como riesgo de accidente muy grave, con IMD por calzada >10.000 vehículos.											Grave b.1)	Alta	H1-H2-H3 (****)				
Casos en los que falte alguno de los requisitos para ser considerado como riesgo de accidente grave											Normal c.1)	Normal	N2-H1				
Obras de paso, cuando no se den los requisitos para que el riesgo de accidente sea grave o muy grave											Normal c.3)	Normal	N2-H1				

(*) A distancia inferior a la indicada en la tabla 1 de la O.C. 28/2009 para accidente grave. Asimismo, se podrá considerar que un obstáculo o desnivel está próximo si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

- Está situado entre las dos plataformas de una divergencia de salida o bifurcación de la calzada, a una distancia inferior a 60 m a partir del punto de apertura de los carriles completos.
- Está situado en la mediana y a menos de 60 m del comienzo de la misma, en el paso de calzada única a calzadas separadas.

(**) Para diámetros mayores de 15 cm el proyectista valorará si la robustez del tronco y de la copa del árbol aconseja elevar el riesgo de accidente por encima del normal c.2).

(***) A igualdad del resto de los parámetros se acudirá preferiblemente a sistemas con índice de severidad A antes que aquellos que tengan índice de severidad B.

(****) Para elegir el nivel de contención se tendrán en cuenta las consideraciones incluidas en el apartado 6.1.

9. DISPOSICIÓN ÓPTIMA

9.1. DISTANCIAS AL BORDE DE CALZADA

Según se indica en el apartado 6.2.1 de la O.C. 28/2009 las barreras de seguridad se colocan fuera del arcén. Cuando este no exista o su anchura sea inferior a 0,50 m la barrera de seguridad se instalará al menos a 0,50 m de distancia transversal del borde de la calzada. Se recomienda, siempre que sea posible, colocar las barreras de seguridad separadas del borde pavimentado, sin superar las distancias máximas indicadas en la tabla 2 del apartado 4.1.3 (tabla 8 de la O.C. 28/2009).

9.2. DISPOSICIÓN EN ALTURA

Según se indica en el apartado 6.3 de la O.C. 28/2009 la altura sobre la cota del terreno de la parte superior del sistema ha sido la definida en los ensayos, llevados a cabo según la Norma UNE-EN 1317, con sus tolerancias. En la disposición en altura del sistema elegido se debe tener en cuenta en cualquier caso la posibilidad de un refuerzo de firme.

9.3. INCLINACIÓN

Según se indica en el apartado 6.4 de la O.C. 28/2009 la barrera de seguridad será instalada perpendicularmente a la plataforma adyacente.

9.4. CIMENTACIÓN Y LONGITUD DE POSTES

De acuerdo con el apartado 6.5 de la O.C. 28/2009, cuando el terreno tenga las mismas características que el empleado en el ensayo inicial de tipo, los postes se hincarán con técnicas semejantes a las empleadas en dichos ensayos. El ensayo inicial de tipo se realiza en un terreno constituido por una zahorra artificial ZA-20 compactada hasta alcanzar una densidad seca del 95% del ensayo Proctor Modificado.

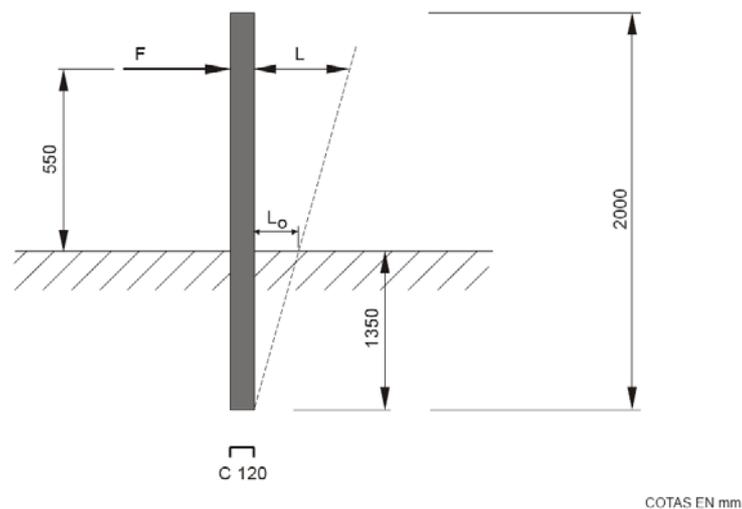
Donde el terreno sea diferente al del ensayo inicial de tipo, se realizará una evaluación de su resistencia sobre un poste aislado hincado en la zona donde se vaya a instalar el sistema de contención y a la misma distancia del borde de la calzada a la que se vayan a instalar los postes.

Donde no se obtenga un terreno adecuado según las condiciones del ensayo se ejecutará un cajeadado a lo largo de la línea de cimentación de los postes, con una anchura de 50 cm y una profundidad de 15 cm, relleno posteriormente con hormigón HA-25, disponiendo al mismo tiempo una armadura de 4 Φ 12, con cercos Φ 8 cada 50 cm.

Evaluación “in situ” de la resistencia del terreno, si éste es diferente al del ensayo inicial de tipo (apartado 6.5 de la O.C. 28/2009):

Se realizará una evaluación de la resistencia del terreno sobre un poste aislado hincado en la zona donde se vaya a instalar el sistema de contención y a la misma distancia del borde de la calzada a la que se vayan a instalar los postes. Dicho ensayo “in situ” consistirá en aplicar una fuerza de empuje F sobre el poste, situada en el instante inicial en un plano paralelo al del terreno de referencia y a 55 cm de altura sobre el mismo, en la dirección normal al eje de la carretera y sentido hacia el exterior.

Se medirá, en primer lugar, la fuerza de empuje necesaria para un desplazamiento del punto de aplicación de 25 cm (L en la figura siguiente). Posteriormente se incrementará la fuerza de empuje hasta alcanzar un desplazamiento del punto de aplicación de 45 cm, momento en el que se medirá el desplazamiento de la sección del poste a nivel del terreno (L_o).



Se considerará que el terreno es adecuado si se cumplen simultáneamente las dos condiciones siguientes:

L (25cm); F (>8kN)

L (45cm); L_o (<15cm)

10. BARRERAS CON SISTEMA PARA PROTECCIÓN DE MOTOCICLISTAS (SPM)

Si de acuerdo con las indicaciones de las Órdenes Circulares 18/2004 y 18bis/2008, no se detecta ningún tramo que presente la necesidad de sistemas para protección de motociclistas, en el anejo se incluirá el párrafo siguiente:

En el presente Proyecto no son necesarios sistemas para protección de motociclistas de acuerdo con las Órdenes Circulares 18/2004 y 18bis/2008.

Si de acuerdo con las indicaciones de las Órdenes Circulares 18/2004 y 18bis/2008 se detectan tramos con necesidad de implantar algún sistema para protección de motociclistas, en el anejo se incluirán los siguientes apartados:

10.1. INTRODUCCIÓN

Las barreras con sistema para protección de motociclistas deberán cumplir, en su conjunto:

- O.C. 18/2004 sobre criterios de empleo de sistemas para protección de motociclistas y su ampliación por la O.C. 18bis/2008, la cual exige un certificado de conformidad del grado de cumplimiento de la norma UNE 135900, emitido por un organismo acreditado a tal fin.
- Norma UNE-EN 1317 y O.C. 28/2009, según esta última las barreras empleadas deben tener el correspondiente marcado CE.
- *Se añadirá además la normativa europea vigente que sea de aplicación en el territorio nacional.*

10.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN

A la hora de determinar el modelo de SPM a instalar se ha tenido en cuenta severidad, coste, prestaciones y funcionalidad.

La elección de la barrera incorporando el SPM es totalmente libre siempre y cuando se garantice en todo momento la mejor severidad (índice y nivel) con la configuración escogida, preferiblemente nivel de severidad I para motociclistas e índice de severidad A para el resto de vehículos.

Además de la severidad, el coste, las prestaciones y la funcionalidad, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- a. La compatibilidad con las máximas configuraciones posibles, tanto con postes "C" como tubulares (T4, C4, C2, Superpuesta, Reducida, etc.). Esto permitirá instalar el mismo sistema a lo largo de una vía en la que hay instaladas diferentes configuraciones.*
- b. La facilidad en la limpieza de arcones y la evacuación de nieve y suciedad.*
- c. La sencillez de la instalación.*
- d. La facilidad para su regulación en altura que permita su elevación de una manera sencilla en el caso de que se realice el preceptivo refuerzo de firme.*

10.3. SELECCIÓN DE BARRERAS CON SPM

Atendiendo a las indicaciones de las Órdenes Circulares 18/2004 y 18bis/2008 se han obtenido los tramos en los que se deben implantar sistemas para protección de motociclistas. En la tabla 9 de este apartado se enumeran dichos tramos, así como el nivel de severidad requerido para el SPM, en cada eje del proyecto donde sea necesario *(seleccionar las situaciones que se plantean en el proyecto indicando las progresivas inicial y final donde se localicen, así como el margen de la calzada correspondiente)*.

En la tabla 8 del apartado 8 se incluyen, para los distintos ejes del proyecto, los sistemas de contención a implantar según los elementos o situaciones potenciales de riesgo detectados, indicando los tramos donde se localizan.

De la intersección de ambas situaciones se ha obtenido la tabla 9 de este apartado que se adjunta a continuación *(seleccionar las situaciones que se plantean en el proyecto y completar con la información de la tabla 8 del apartado 8 en los tramos correspondientes)*.

TABLA 9. RESUMEN DE BARRERAS CON SISTEMA PARA PROTECCIÓN DE MOTOCICLISTAS (Eje nº__)

(Seleccionar las situaciones que se plantean en el proyecto y completar con la información de la tabla 8 del apartado 8 en los tramos correspondientes)

Elementos o situaciones potenciales de riesgo (*)	1 I		2 I		CM		2 D		1 D		Riesgo de accidente	Clase de contención	Nivel de contención	Severidad (***)		Anchura de trabajo	Deflexión dinámica	Simple/Doble	
	D.O. inicial	D.O. final				Índice	Nivel												
Carreteras con calzadas separadas con $V_{m\acute{a}x} > 60$ km/h con obstáculos o desniveles próximos al borde de la calzada (**):																			
c) Lado exterior de alineaciones curvas $R < 750$ m																			
d) En salidas desde calzadas principales, en el margen izquierdo del ramal de salida a lo largo del desarrollo de la alineación curva (incluyendo curvas de acuerdo)																			
e) Lado exterior de alineaciones curvas en las que la velocidad específica sea inferior en más de 30 km/h a la de la alineación inmediatamente anterior																			
Carreteras con calzada única con $V_{m\acute{a}x} > 60$ km/h con obstáculos o desniveles próximos al borde de la calzada (**):																			
a) Arcén $\geq 1,5$ m:																			
f) Lado exterior de alineaciones curvas $R < 250$ m																			
g) Lado exterior de alineaciones curvas en las que la velocidad específica sea inferior en más de 30 km/h a la de la alineación inmediatamente anterior																			
h) En salidas de la calzada por medio de un carril directo, en el margen izquierdo del ramal de salida a lo largo del desarrollo de la alineación curva (incluyendo curvas de acuerdo)																			
b) Arcén $< 1,5$ m:																			
i) Lado exterior de alineaciones curvas $R < 200$ m																			
j) Lado exterior de alineaciones curvas en las que la velocidad específica sea inferior en más de 30 km/h a la de la alineación inmediatamente anterior																			

(*) En carreteras interurbanas y periurbanas con $V_{m\acute{a}x} < 60$ km/h y configuraciones semejantes a las de la tabla, se podrá emplear un sistema de protección de motociclistas de tipo continuo con carácter excepcional y siempre que se justifique por cuestiones relativas a la explotación o derivadas de una alta accidentalidad.

(**) A distancia inferior a la indicada en la tabla 1 de la O.C. 28/2009 (incluida en la página 12 del presente anejo). No se empleará ningún tipo de sistema de protección de motociclistas cuando en los márgenes no existan obstáculos o desniveles próximos al borde de la calzada.

(***) A igualdad del resto de los parámetros se acudirá preferiblemente a sistemas con índice de severidad A y nivel de severidad I antes que aquellos que tengan índice de severidad B y nivel de severidad II.

11. PASOS DE MEDIANA

Si en el proyecto no existen pasos de mediana se incluirá el párrafo siguiente:

En el presente proyecto no se disponen pasos de mediana.

Si en el proyecto existen pasos de mediana de nueva ejecución se incluirá el párrafo siguiente:

En los pasos de mediana se han definido sistemas de contención con marcado CE para un nivel de contención mínimo H2 ensayado sobre autocar (más restrictivo que simplemente sobre autobús, cuyo centro de gravedad es más bajo) que evita la invasión de la calzada de sentido contrario por vehículos de hasta 13.000 kg.

A continuación se relacionan los pasos de mediana proyectados describiéndose en cada caso las soluciones adoptadas.

PASOS DE MEDIANA		
D.O. INICIAL	D.O. FINAL	SOLUCIÓN ADOPTADA

12. SISTEMAS DE CONTENCIÓN NO METÁLICOS

Si en el proyecto solo existen sistemas de contención metálicos se incluirá el párrafo siguiente:

En el presente proyecto solo se disponen sistemas de contención metálicos.

Si en el proyecto existen sistemas de contención no metálicos se incluirá el párrafo siguiente:

Además de los sistemas de contención metálicos, se han utilizado otros elaborados con hormigón, madera, mixtos, etc. (*Seleccionar lo que corresponda*). En todos los casos, los sistemas deberán poseer el marcado CE y ser instalados de acuerdo con las características y condiciones de sus respectivos ensayos. Asimismo, los criterios de empleo de las barreras de seguridad, su disposición, y el cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias de la Orden Circular 28/2009 son de aplicación a cualquier tipo de barrera de seguridad con independencia de sus materiales constituyentes.

Los atenuadores de impacto proyectados se disponen de acuerdo con las características prescritas en la Norma UNE-EN 1317 que regula estos dispositivos.

13. PLANOS

En el Documento N°2 “Planos” se incluye una colección de plantas donde se reflejan los sistemas de contención y los sistemas para protección de motociclistas recogidos en las tablas 8 (apartado 8) y 9 (apartado 10.3) respectivamente.

La designación de plumillas a emplear en los planos, en color verdadero RGB (rojo, verde y azul), para los distintos niveles de contención será la siguiente:

N2 – Color verdadero 214, 255, 173 (verde)

H1 – Color verdadero 0, 127, 255 (azul)

H2 – Color verdadero 233, 168, 255 (violeta)

H3 – Color verdadero 255, 127, 0 (naranja)

H4b – Color verdadero 255, 0, 0 (rojo)

En todos los casos se empleará polilínea continua, de un grosor tal que permita su distinción con claridad.

En los tramos con sistemas para protección de motociclistas el tipo de línea a emplear será el siguiente:

Barrera con SPM 

Los atenuadores de impacto se representarán de la siguiente manera:

Atenuador de impacto 