



Orden Circular 35/2014

Sobre Criterios De Aplicación De Sistemas De Contención De Vehículos



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO
DE INFRAESTRUCTURAS
TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL
DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL
DE CARRETERAS

serie normativas

Orden Circular 35/2014
Sobre Criterios De Aplicación
De Sistemas De Contención De Vehículos



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO
DE INFRAESTRUCTURAS
TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL
DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL
DE CARRETERAS

2014



ORDEN CIRCULAR 35/2014 SOBRE CRITERIOS DE APLICACIÓN DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS

La normativa correspondiente a los sistemas de contención de vehículos, en su concepción general, ha venido desarrollándose desde el año 1991. En las sucesivas normas, recogidas generalmente en órdenes circulares, se han tenido en cuenta más y mejores criterios sobre seguridad viaria; incorporando paulatinamente más conceptos acerca de la contención de vehículos, así como sistemas de contención para usuarios más vulnerables, como es el caso de los motociclistas.

El desarrollo normativo ha tratado de adaptarse siempre a los avances tecnológicos de los propios sistemas de contención y de sus materiales constituyentes, así como a las exigencias normativas de cada momento. La diversidad de sistemas de contención contemplados, así como el diseño de los mismos y de sus materiales constituyentes, han obligado a espaciar en el tiempo distintas reglamentaciones que se unificaron por primera vez en 1995 y que se armonizan, de nuevo, con esta orden circular.

Además desde la entrada en vigor del mercado CE en enero de 2011, con los sistemas de contención de vehículos se ha adquirido la experiencia necesaria en cuanto a sus características y especificaciones técnicas, así como en el empleo de los sistemas en función de los parámetros de comportamiento ante el impacto de vehículos.

La Comisión para la Revisión de Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos, creada en 1994 para desarrollar la Orden Circular 321/95T. y P. y formada por ingenieros funcionarios expertos en seguridad vial de la Dirección General de Carreteras, ha sido renovada durante el año 2013 y se ha encargado de revisar toda la normativa vigente al respecto con el fin de mejorarla y adaptarla a las nuevas exigencias, dando lugar a un texto refundido bajo el título "Recomendaciones sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos", que aparece como anejo a esta orden circular.

Las recomendaciones que se aprueban como anejo de esta orden circular constituyen una guía que se pone a disposición de los técnicos de carreteras en sustitución de toda normativa anterior, para el proyecto y la puesta en obra de los sistemas de contención de vehículos en las carreteras de la red del Estado.

Su ámbito de aplicación se refiere a los sistemas de contención de vehículos que se vayan a instalar de forma permanente, cuya finalidad sea proporcionar un cierto nivel de contención a un vehículo fuera de control, de manera que se limiten los daños y lesiones, tanto para sus ocupantes como para el resto de los usuarios de la carretera y otras personas u objetos situados en las proximidades.



No son objeto de estas recomendaciones los sistemas de contención de vehículos que se vayan a emplear de forma temporal en obras de carretera, ni las barandillas o sistemas de contención para zonas de paso de peatones que se puedan instalar en los márgenes de carreteras o en las aceras sobre tableros de obras de paso o estructuras, salvo en aquellos casos en los que estos elementos sean una parte integrante de un sistema de contención de vehículos.

Las recomendaciones serán de aplicación en los proyectos de construcción de nuevas carreteras o de acondicionamiento de las existentes, (tal como se definen en el apartado 2.3 de la Norma 3.1.-I.C., Trazado). Dichos proyectos deberán incluir en su memoria el análisis de los márgenes de la plataforma y, en su caso, la justificación, descripción, clase, tipo, nivel de contención, índice de severidad, ancho de trabajo, deflexión dinámica, ubicación y modo de disposición de todos los sistemas de contención de vehículos que se consideren aconsejables.

Debido a la obligatoriedad de un estudio específico de todos los elementos que forman parte de la seguridad viaria, tal como se indica en la Directiva 2008/96/CE sobre gestión de las infraestructuras viarias, la seguridad pasiva de la carretera ha de considerarse bajo un enfoque integral, con un análisis de los posibles escenarios, así como de las mejores soluciones posibles. Resulta imprescindible que dicho análisis se integre en un anexo único, dentro de la memoria del proyecto correspondiente.

La necesidad de disponer o no de sistemas de contención de vehículos deberá estar presente desde la fase de proyecto de trazado. Por este motivo, el análisis de los márgenes de la plataforma, así como las opciones alternativas, su valoración y solución adoptada, formarán parte de un anexo específico del correspondiente proyecto de construcción.

Como consecuencia de todo lo anterior, y a propuesta de la Comisión formada para la revisión de la normativa referente a sistemas de contención de vehículos, la Dirección General de Carreteras ha dispuesto lo siguiente:

Primero.- Aprobar las Recomendaciones sobre criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos, que acompañan como anejo a esta orden circular.

Segundo.- Definir como ámbito de aplicación de esta orden circular los siguientes tipos de proyectos, obras y actuaciones en general en la red de carreteras del Estado:

- Proyectos de carreteras de nueva construcción y de acondicionamiento de las existentes (tal como se definen en el apartado 2.3 de la Norma 3.1.-I.C., Trazado), cuya orden de estudio se autorice o que se encuentren en fase de redacción con posterioridad a la entrada en vigor de esta orden circular.
- En el caso de obras en fase de licitación o adjudicadas, se elevará consulta a la Subdirección General de Construcción o a la de Conservación de esta Dirección General, según corresponda, acerca de la conveniencia de proceder a modificar el contrato para adecuarlo técnicamente a lo previsto en esta orden circular.
- Se exceptúan las obras de conservación para las que la aplicación de los nuevos criterios de disposición exigieran la redacción de proyectos



de mejoras locales (apartado 2.3 de la Norma 3.1.-I.C., Trazado), así como el interior de los túneles y pasos inferiores, sin perjuicio de que se apliquen estos criterios si a la luz de estudios específicos resulta técnica y económicamente viable.

Tercero.- Considerar eficaces las instalaciones de sistemas de contención actualmente en servicio, cuyo mantenimiento o reposición puntual podrá seguir realizándose mediante elementos o sistemas semejantes a los existentes. Se exceptúan los sistemas que previamente fueron anulados por sus características geométricas; en particular no podrán reponerse en ningún caso soportes con soportes IPN o similares.

Para los pretilos, el sistema existente se sustituirá por uno completo, cuando la reposición alcance el 50% de la longitud del mismo. No obstante, cuando sea técnica y económicamente viable, se prescribe la utilización de los criterios recogidos en las recomendaciones aprobadas por esta orden circular.

Cuarto.- La instalación de sistemas de protección de motociclistas se preceptúa en el texto que se aprueba en determinados tramos de las carreteras y siempre sobre sistemas de contención de vehículos cuya necesidad viene determinada por razones distintas a dicha protección. En todo caso, en defensa de dichos usuarios, se prohíbe la utilización de sistemas que empleen soportes con perfiles IPN o similares, aun cuando sobre estos se dispusiesen sistemas de protección de motociclistas.

Quinto.- Aunque en enero de 2011 con la entrada en vigor del marcado CE se anularon parcialmente las órdenes circulares sobre barreras de seguridad y pretilos, anteriores a dicha fecha, y que afectó tanto a los catálogos de sistemas como a algunos aspectos específicos de instalación y disposición que figuraban en sus anejos, se confirma aquella anulación, extendiéndola con esta orden a la totalidad del documento correspondiente. En concreto se anulan en todo su contenido las siguientes órdenes circulares:

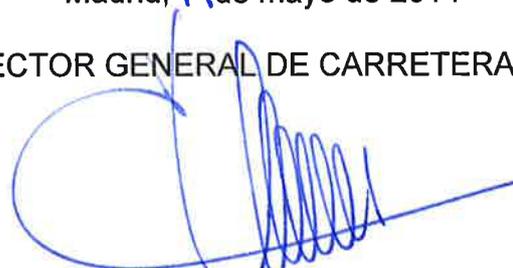
- Orden Circular 321/95 T. y P. "Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos".
- Orden Circular 6/2001 "Modificación de la O.C. 321/95 T y P en los referente a barreras de seguridad metálicas para su empleo en carreteras de calzada única".
- Orden Circular 18/2004. "Criterios de empleo de sistemas para protección de motociclistas".
- Orden Circular 18bis/2008 "Criterios de empleo de sistemas para protección de motociclistas";
- Orden Circular 23/2008 "Criterios de aplicación de pretilos metálicos en carretera".
- Orden Circular 28/2009 "Criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas".

Así mismo, por razones semejantes a las enunciadas en el párrafo anterior se reitera la anulación de todos los documentos normativos de menor rango en materia de sistemas de contención (notas de servicio, notas técnicas, etc.), previas a esta orden circular, que hayan sido redactadas por diferentes Subdirecciones Generales de la Dirección General de Carreteras, o por la Comisión para la revisión de criterios de aplicación de los sistemas de contención de vehículos.

Sexto.- Esta orden circular entrará en vigor a partir del día 2 de junio de 2014.

Madrid, 19 de mayo de 2014

EL DIRECTOR GENERAL DE CARRETERAS

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized initial 'J' followed by a series of loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Fdo: Jorge Urrecho Corrales

**ANEJO. RECOMENDACIONES SOBRE
CRITERIOS DE APLICACIÓN DE
SISTEMAS DE CONTENCIÓN
DE VEHÍCULOS.**

Este documento ha sido elaborado por una Comisión de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, nombrada por el Director General de Carreteras con fecha 27 de febrero de 2013, formada por los funcionarios de la Dirección General de Carreteras:

- D. Carlos Llinás González (Presidente).
- D. Jorge Lucas Herranz.
- D. Ángel Luis Martínez Muñoz.
- D^a Juana Isabel González Rodríguez.
- D. Francisco Pérez María.
- D. Pablo Pérez de Villar Cruz.
- D. Carlos Azparren Calvo (Secretario).

También han aportado ideas y sugerencias al texto del anejo:

- D. Vicente Vilanova Martínez-Falero
- D. Isidoro Picazo Varela
- D. Carlos Casas Nagore
- D. Javier Payán de Tejada González
- D. José Vidal Corrales Díaz
- D. Sergio Panadero Calvo

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	4
2.- EMPLEO DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES	4
2.1.- Consideraciones previas	4
2.2.- Criterios de instalación	6
3.- TIPOS, COMPORTAMIENTO Y CLASIFICACIÓN DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES	10
3.1.- Definiciones	10
3.2.- Comportamiento	11
3.3.- Clasificación	14
4.- CRITERIOS DE EMPLEO DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES	15
4.1.- Selección del nivel de contención	15
4.2.- Selección de la clase de anchura de trabajo y deflexión dinámica	16
4.2.1.- Protección frente a un obstáculo	16
4.2.2.- Protección frente a un desnivel	16
4.3.- Selección del índice de severidad	16
4.4.- Criterios de disposición en márgenes y medianas	17
4.4.1.- Criterios de disposición en los márgenes exteriores	17
4.4.2.- Criterios de disposición en medianas	17
5.- SELECCIÓN DEL SISTEMA	20
6.- DISPOSICIÓN	21
6.1.- Disposición longitudinal	21
6.1.1.- Generalidades	21
6.1.2.- Anticipación del comienzo	21
6.1.3.- Prolongación de la terminación	23
6.1.4.- Continuidad y transiciones	24
6.2.- Disposición transversal	24
6.2.1 Distancias al borde de calzada	24
6.2.2 Distancias a obstáculos o desniveles	25
6.2.3 Distancias en medianas	26
6.3.- Disposición en altura	27
6.4.- Inclinación	29
6.5.- Cimentación	29
6.6.- Extremos	30
6.7.- Zonas especiales	30
6.7.1.- Accesos a puentes, viaductos, obras de paso o túneles	30
6.7.2.- Vías de giro en intersecciones y ramales en nudos	31
6.7.3.- "Narices" en salidas	31
6.7.4.- Comienzos de mediana	32
6.7.5.- Interrupciones	33
6.7.6.- Transiciones entre diferentes sistemas de contención	33
6.7.7.- Cambios de alineación	33

6.7.8.- <i>Pasos de mediana</i>	34
6.7.8.1.- <i>Disposición de los pasos de mediana</i>	34
6.7.8.2.- <i>Defensa de los pasos de mediana</i>	34
6.7.9- <i>Pasos salvacunetas</i>	35
6.7.10.- <i>Peatones</i>	36

7.- CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS OBLIGATORIAS PARA LAS BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES 36

8.- EMPLEO DE LOS SISTEMAS PARA PROTECCIÓN DE MOTOCICLISTAS 39

8.1.- **Criterios de empleo y disposición de los sistemas para protección de motociclistas** 39

8.2.- **Selección del sistema para protección de motociclistas** 40

8.3.- **Cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias para los sistemas para protección de motociclistas** 41

9.- EMPLEO DE LOS ATENUADORES DE IMPACTO Y TERMINALES 41

10.- EMPLEO DE LOS LECHOS DE FRENADO 42

1.- INTRODUCCIÓN

Los criterios establecidos en estas recomendaciones se refieren a la disposición de los sistemas de contención de vehículos en las carreteras de la red del Estado, en función de su comportamiento, definido por el valor de los parámetros obtenidos por medio de los ensayos establecidos en la norma UNE-EN 1317. Otras consideraciones complementarias que no afecten al comportamiento y funcionalidad de los sistemas de contención de vehículos quedan fuera del objeto de estas recomendaciones.

Una vez justificada la necesidad de disponer un sistema de contención de vehículos, solo se podrán emplear en las carreteras de la red del Estado sistemas de contención de vehículos que cumpliendo con las especificaciones de comportamiento requeridas, dispongan del correspondiente marcado CE. El marcado CE es obligatorio para todos los sistemas, incluidos aquellos que hayan sufrido modificaciones posteriores a la obtención de este, tal como se indica en la norma UNE-EN 1317-5. En aquellos casos que no sea de aplicación el marcado CE, el sistema de contención de vehículos dispondrá del correspondiente certificado de conformidad, emitido por un organismo acreditado a tal fin, en el que se especifique el grado de cumplimiento de dicho sistema en su conjunto, con la norma que le sea de aplicación.

En ningún caso se podrán emplear dichos sistemas de contención de vehículos con disposiciones distintas a las empleadas en los ensayos acreditados, de acuerdo a lo indicado en la norma UNE-EN 1317. Únicamente se exceptúan de lo anterior las carreteras con características geométricas reducidas, los tramos urbanos así como aquellos tramos afectados por medidas correctoras derivadas de una Declaración de Impacto Ambiental, en los que podrán realizarse disposiciones distintas a las propuestas en estas recomendaciones siempre que, en los proyectos correspondientes, se diseñen convenientemente.

Estas recomendaciones establecen los criterios de disposición de los sistemas de contención de vehículos según se trate de barreras, pretilos u otros elementos.

2.- EMPLEO DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES

2.1.- Consideraciones previas

Las barreras de seguridad y pretilos, como sistemas de contención de vehículos, son elementos de las carreteras cuya función es mitigar las consecuencias de un accidente de circulación por salida de vía, haciéndolas 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.

Las barreras de seguridad son sistemas de contención de vehículos diseñados para su instalación en los márgenes y medianas de la carretera. Los pretilos son sistemas

de contención de vehículos, funcionalmente análogos a las barreras de seguridad, pero específicamente diseñados para su instalación en bordes de tableros de puentes y obras de paso, coronaciones de muros de sostenimiento, y obras similares.

En los proyectos de nuevas carreteras o de acondicionamiento de las existentes la necesidad de disponer o no de estos sistemas deberá estar presente en las fases iniciales del proyecto de trazado, de la sección transversal, de las obras de drenaje longitudinal y transversal, de las estructuras, etc. En estos proyectos se realizará un análisis de los márgenes de la plataforma, en el que se identificarán las zonas en las que pueda haber obstáculos, desniveles y demás elementos o situaciones de potencial riesgo de accidente por salida de la vía. A los efectos anteriores, se considerarán elementos o situaciones potenciales de riesgo, al menos, los siguientes:

- Las dotaciones viales que sobresalgan del terreno, tales como báculos de iluminación, elementos de sustentación de carteles, pórticos y banderolas, postes SOS, pantallas acústicas, etc.
- 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.
- Las carreteras o calzadas paralelas.
- Los muros, tablestacados, edificaciones, instalaciones, cimentaciones, elementos del drenaje, arquetas, impostas, salvacunetas etc. que sobresalgan del terreno más de 7 cm.
- Los accesos a puentes, túneles y estrechamientos de plataforma.
- Los elementos estructurales de los pasos superiores.
- Las cunetas que no estén suficientemente tendidas. Se podrá considerar que 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.
- Los 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.
- Los 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.
- Los casos de posibilidad de caída a distinto nivel (estructuras, muros laterales, etc).

Una vez identificadas las zonas con elementos o situaciones potenciales de riesgo, se plantearán las soluciones alternativas que se señalan a continuación, todas ellas preferibles en lo que a seguridad vial se refiere a la instalación de una barrera de seguridad o pretil, con el orden de prioridad siguiente:

1. Ampliar la plataforma o la sección transversal cuando el terreno sea llano y el coste de expropiación bajo.
2. Eliminar el obstáculo o desnivel.
3. Diseñar de nuevo el elemento que suponga un obstáculo o un desnivel (v.g.: taludes de desmontes y terraplenes más tendidos, medianas más anchas y sensiblemente llanas, cunetas más tendidas, arquetas y pasos de cuneta que no sobresalgan del terreno, etc.), de modo que resulte franqueable por los vehículos en condiciones de seguridad.

4. Trasladar el obstáculo a otra zona donde resulte menos probable que el vehículo impacte con él (v.g.: situarlo a mayor distancia del borde de la calzada o disponerlo en un tramo recto en vez de en una alineación curva).
5. Disminuir la severidad del impacto contra el obstáculo disponiendo una estructura soporte eficaz para la seguridad pasiva (v.g.: elementos soporte 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.

En este sentido y como contraposición al empleo de caces y cunetas hidráulicamente sobredimensionadas, habrán de proyectarse zanjas y pantallas drenantes enteradas, tal y como se prescribe en la O. C. 17/2003 sobre Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera (detalles del apéndice nº 2).

Dichas soluciones alternativas se valorarán económicamente y se compararán adoptando un mismo horizonte temporal con los costes y beneficios inherentes a la disposición de sistemas de contención. Para ello, en cada configuración al menos se tendrá en cuenta:

- La gravedad de la accidentalidad asociada a ella.
- La siniestralidad y el tráfico del tramo de la carretera que se estudia.
- Los costes sociales unitarios de los accidentes.
- Los costes de instalación y mantenimiento de los sistemas de contención, a lo largo de toda la vida útil.

2.2.- Criterios de instalación

La instalación de sistemas de contención de vehículos estará justificada en los siguientes casos:

- Zonas en las que se detecte, como consecuencia de la presencia de obstáculos, desniveles o elementos de riesgo próximos a la calzada, la probabilidad de que se produzca un accidente normal, grave o muy grave y haya que descartar al no ser posibles técnica o económicamente alguna de las soluciones alternativas previstas en el apartado anterior.
- Zonas cuya protección haya sido incluida entre las medidas correctoras derivadas de una Declaración de Impacto Ambiental (como lagos, humedales, cursos de agua, yacimientos arqueológicos, etc.), aun cuando no haya un obstáculo o desnivel en las proximidades del borde de la calzada.

En el primero de los casos (presencia de obstáculos, desniveles o elementos de riesgo cercanos a la calzada) se considerará el riesgo de accidente relacionado con la probabilidad del suceso y con la magnitud de los daños y lesiones previsibles, tanto para los ocupantes del vehículo como para otras personas o bienes situados en las proximidades. Se adoptarán los siguientes riesgos de accidente:

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 próxima¹ 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. I. C. Trazado, para la velocidad de proyecto (V_p) 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, entendiéndose 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.

¹ Distancia inferior a la indicada en la tabla 1 para accidente muy grave.

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)² por calzada superior a 10 000 vehículos.
- b.2) Velocidad de proyecto V_p superior a 80 km/h y existencia en las proximidades² de:
- Ríos, embalses y otras masas de agua con corriente impetuosa o profundidad superior a 1 m y barrancos o zanjas profundas.
 - Accesos a puentes, túneles y pasos estrechos.
- b.3) Velocidad de proyecto V_p superior a 60 km/h y existencia en las proximidades² 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 acústicas y otros similares).
 - Obstáculos tales que el choque de un vehículo contra ellos pueda producir daños graves en elementos estructurales de un edificio, paso superior u otra construcción.
 - Caída 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 paralelas con circulación en el sentido opuesto, en las que la anchura de la mediana (definida según Reglamento General de Carreteras; R.D. 1812/1994), o que la distancia entre la calzada principal y la de servicio, sea inferior a la establecida en la tabla 1.

² Distancia inferior a la indicada en la tabla 1 para accidente grave. Asimismo, se podrá considerar que un obstáculo o desnivel está próximo si se cumple alguna de las siguientes condiciones (figura 1):

- 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.

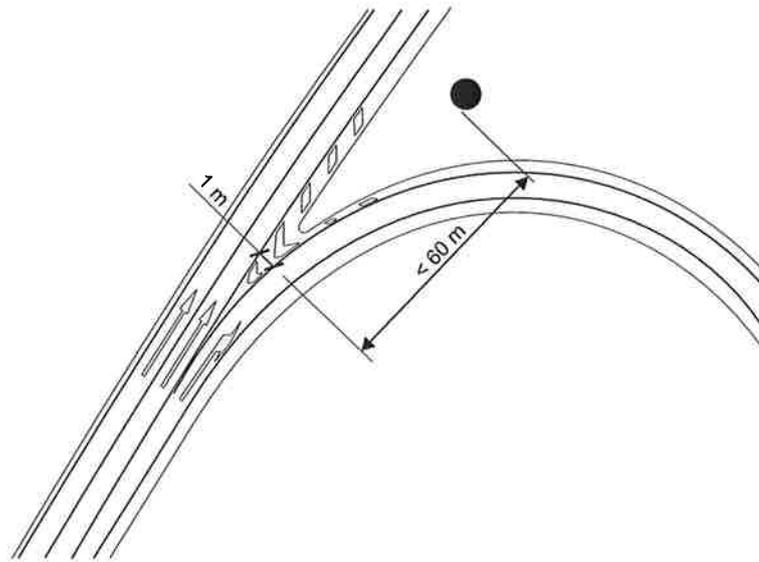


FIGURA 1.

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 V_p 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, aún 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 3m.

C.V.

- c.4) Existencia en las proximidades de un muro de sostenimiento en una carretera con velocidad de proyecto (V_p) 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.

TABLA 1. DISTANCIA (m) DEL 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	TALUD ⁽¹⁾ TRANSVERSAL DEL MARGEN ⁽²⁾ 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

⁽¹⁾: en todo el texto de estas recomendaciones los taludes transversales del margen se expresan mediante la relación "horizontal:vertical".

⁽²⁾: 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 un talud transversal > 8:1. La rampa transversal podrá incluir una cuneta, siempre que sus taludes sean más tendidos que 5:1. En todo caso los cambios de inclinación transversal se suavizarán, particularmente para valores < 5:1.

3.- TIPOS, COMPORTAMIENTO Y CLASIFICACIÓN DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES

3.1.- Definiciones

Las barreras de seguridad son dispositivos (sistemas) que se sitúan a lo largo de los márgenes exteriores de una carretera o en la mediana para evitar que los vehículos que se salen de la calzada alcancen un obstáculo o un desnivel. Si además están específicamente diseñadas para la protección de los usuarios de los vehículos de

dos ruedas, se conocen con el nombre de barreras de seguridad para protección de motociclistas. Las barreras de seguridad deben contar asimismo con una disposición (terminación) específica de sus extremos.

Los pretiles son sistemas de contención de vehículos funcionalmente análogos a las barreras de seguridad, pero específicamente diseñados para su instalación en bordes de tableros de puentes y obras de paso, coronaciones de muros de sostenimiento, y obras similares.

3.2.- Comportamiento de un sistema de contención frente a un impacto

El comportamiento de un sistema de contención frente al impacto de un vehículo depende fundamentalmente de las características geométricas y mecánicas de los elementos individuales constitutivos del sistema y de su conjunto, así como del tipo de cimentación empleado. Las variables anteriores dan lugar a diferentes sistemas de contención, que se distinguen por los efectos y consecuencias que el impacto de un vehículo tiene sobre sus ocupantes, sobre el vehículo y sobre el propio sistema.

Los sistemas de contención de vehículos son elementos que proporcionan un cierto nivel de contención a un vehículo fuera de control y disminuyen la severidad del accidente mediante la absorción de una parte de la energía cinética del vehículo y la reconducción de su trayectoria.

La característica principal que define el comportamiento de cualquier tipo de sistema de contención de vehículos es su capacidad para impedir que un vehículo que se sale de la calzada alcance un obstáculo, desnivel o elemento de riesgo del que se le pretende proteger. Esta capacidad se evalúa mediante el ensayo de los sistemas de contención ante diferentes tipos de impactos con vehículos, a partir de los cuales se define el nivel de contención del sistema.

Los niveles de contención de los sistemas de contención de vehículos, se definen en la norma UNE-EN 1317 (tabla 2), en la que se especifican asimismo las condiciones de los ensayos de impacto con vehículos a realizar y los criterios para su aceptación. Estos ensayos consisten en el impacto de un vehículo a una cierta velocidad y bajo un ángulo determinado contra el sistema de contención de vehículos.

TABLA 2. CLASES Y NIVELES DE CONTENCIÓN PARA SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS (UNE-EN 1317).

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

Los diferentes niveles de contención y las principales características de los ensayos de impacto que deben superar los sistemas de contención de vehículos están especificados en la norma UNE-EN 1317 y se recogen en la tabla 3.

TABLA 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS ENSAYOS DE IMPACTO (NORMA UNE-EN 1317).

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

^(*): el ensayo TB11 tiene por objeto verificar que el nivel de contención del vehículo pesado es compatible con la seguridad de los ocupantes de los vehículos ligeros.

El comportamiento de un sistema de contención de vehículos viene caracterizado, además de por su nivel de contención, por el **desplazamiento transversal** que alcanza el dispositivo durante el impacto. En los ensayos, el desplazamiento transversal se determina mediante los parámetros de **deflexión dinámica (D)** y **anchura de trabajo (W)**, producidos durante el choque del vehículo con el sistema (figura 2).

La deflexión dinámica es el máximo desplazamiento lateral producido durante el impacto, de la cara del sistema más próxima al vehículo y la anchura de trabajo es la distancia entre la cara más próxima al vehículo 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.

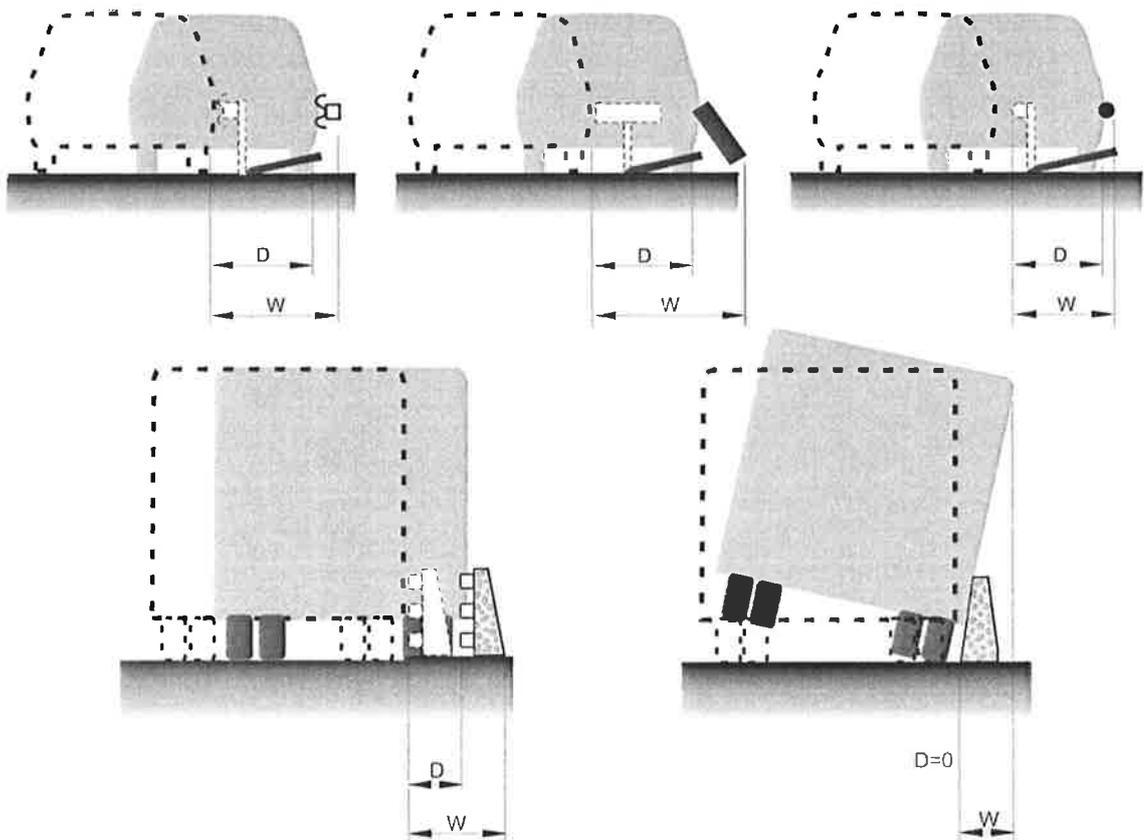


FIGURA 2. EJEMPLOS DE DEFLEXIÓN DINÁMICA (D) Y ANCHURA DE TRABAJO (W).

La importancia de la deflexión dinámica y de la anchura de trabajo radica en que estos dos parámetros determinarán las condiciones de instalación para cada sistema de contención de vehículos, pues guardan relación con las distancias mínimas a establecer delante de los obstáculos o desniveles, para permitir que el sistema funcione adecuadamente en caso de impacto.

El impacto de un vehículo contra un sistema de contención, además de producir su desplazamiento transversal, implica ciertos riesgos a sus ocupantes. Por ese motivo, otra característica importante que define el comportamiento de un sistema de contención de vehículos es la severidad que el impacto supone para los ocupantes del vehículo. Se determina mediante el **índice de severidad de impacto**, definido en la norma UNE-EN 1317, y está relacionado con tres indicadores que se calculan a partir de los resultados obtenidos en el ensayo de impacto con vehículo ligero. Estos indicadores son el **índice de severidad de la aceleración (ASI)** y la **velocidad teórica de impacto de la cabeza (THIV)**.

Las barreras de seguridad y pretiles se clasifican según su índice de severidad de impacto en las **clases A, B y C**, tal como se recoge en la norma UNE-EN 1317, siendo la clase A de menor severidad para los ocupantes del vehículo que la B y esta a su vez menor que la C. En la tabla 4 se definen los índices de severidad de impacto y los valores de los indicadores ASI y THIV definidos en la norma UNE-EN 1317, para las barreras de seguridad y pretiles.

3.3.- Clasificación de las barreras y pretilas

Las barreras de seguridad y pretilas se clasifican:

- Por su clase y nivel de contención, (norma UNE-EN 1317), según lo indicado en la tabla 2.
- Por su índice de severidad de impacto, (norma UNE-EN 1317) (tabla 4).

TABLA 4. ÍNDICES DE SEVERIDAD DE IMPACTO DE BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES (NORMA UNE-EN 1317).

ÍNDICE DE SEVERIDAD DE IMPACTO	VALORES DE LOS INDICADORES	
	ASI	THIV (km/h)
A	$ASI \leq 1,0$	≤ 33
B	$1,0 < ASI \leq 1,4$	≤ 33
C	$1,4 < ASI \leq 1,9$	≤ 33

- Por su anchura de trabajo (tabla 5) y su deflexión dinámica.

TABLA 5. CLASES DE ANCHURA DE TRABAJO PARA LAS BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES, SEGÚN UNE-EN 1317.

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	$2,5 < W \leq 3,5$

- Según el tipo de material constituyente: metálico, de hormigón, de madera, mixto, etc.
- Según su geometría y funcionalidad (figura 3), las barreras pueden ser:
 - Simples o aptas para el choque por uno de sus lados.
 - Dobles o aptas para el choque por ambos lados.

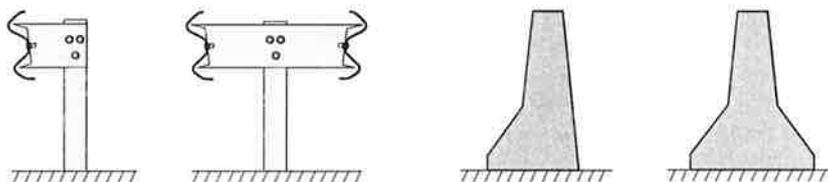


FIGURA 3. BARRERAS DE SEGURIDAD: SIMPLES Y DOBLES.

4.- CRITERIOS DE EMPLEO DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES

4.1.- Selección del nivel de contención

La selección del nivel de contención de una barrera de seguridad o pretil a disponer en los márgenes de la carretera se efectuará atendiendo al riesgo de accidente detectado (apartado 2.2) y se seguirán los siguientes criterios:

La selección de un nivel de contención determinado deberá tener en cuenta al menos los parámetros de la carretera, especialmente la velocidad de proyecto y el valor de intensidad media de vehículos pesados por sentido, (diferenciando por tipo de vehículo pesado, rígidos, articulados, autocares) para el año de la puesta en servicio. La tabla 6 proporciona un criterio orientativo de selección para cada tipo de accidente, en función de la intensidad media de vehículos pesados.

- Las barreras de seguridad podrán ser de contención muy alta (nivel H4) (apartado 3.2) exclusivamente donde se determine la existencia de un riesgo de accidente muy grave (apartado 2.2) y se deberán utilizar con carácter excepcional.
- Cuando otras circunstancias no derivadas de la existencia de un obstáculo o desnivel o elemento de riesgo justifiquen la instalación de barreras de seguridad (v.g. ordenación del tráfico), se podrán emplear dispositivos de nivel de contención N1 y N2 (apartado 3.2).

TABLA 6. SELECCIÓN DEL NIVEL DE CONTENCIÓN RECOMENDADO PARA SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS, SEGÚN EL RIESGO DE ACCIDENTE.

RIESGO DE ACCIDENTE ⁽¹⁾	IMD e IMDp POR SENTIDO	NIVEL DE CONTENCIÓN RECOMENDADO	
		BARRERAS	PRETILES
MUY GRAVE	IMDp ≥ 5000	H3 – H4b	H4b
	5000 > IMDp ≥ 2000	H2 – H3	H4b
	IMDp < 2000	H2	H3
GRAVE	IMD ≥ 10000	H1 – H2	H3
	IMDp ≥ 2000	H2	H3
	400 ≤ IMDp < 2000	H1	H2
	IMDp < 400	N2 – H1	H1 – H2
NORMAL	IMDp ≥ 2000	H1	H1 – H2
	400 ≤ IMDp < 2000	N2 – H1	H1
	IMDp < 400	N2	N2 – H1
	IMDp < 50 y Vp ≤ 80 km/h	N1 – N2	N2

⁽¹⁾ Definición del riesgo de accidente según Apartado 2.2 "Criterios de instalación" del Capítulo 2.

4.2.- Selección de la clase de anchura de trabajo y deflexión dinámica

Una vez seleccionado el nivel de contención se definirán los parámetros de deformación (anchura de trabajo y deflexión dinámica) que han de cumplir los sistemas de contención de vehículos.

4.2.1.- Protección frente a un obstáculo

Cuando una barrera de seguridad o pretil tenga por objeto proteger al vehículo del impacto con un obstáculo, se seleccionará la clase de anchura de trabajo de la barrera de seguridad o pretil a disponer en los márgenes de la carretera, para lo cual se tendrá en cuenta lo establecido en la tabla 7 en función de la distancia transversal al obstáculo a proteger (d_o). La clase de anchura de trabajo deberá ser alguna de las indicadas en la citada tabla (ver figura 10).

TABLA 7. DISTANCIA TRANSVERSAL AL OBSTÁCULO (d_o) Y CLASE DE ANCHURA DE TRABAJO (UNE-EN 1317).

DISTANCIA AL OBSTÁCULO, d_o (m)	CLASE DE ANCHURA DE TRABAJO NECESARIA
$d_o \leq 0,6$	W1
$0,6 < d_o \leq 0,8$	W2 a W1
$0,8 < d_o \leq 1,0$	W3 a W1
$1,0 < d_o \leq 1,3$	W4 a W1
$1,3 < d_o \leq 1,7$	W5 a W1
$1,7 < d_o \leq 2,1$	W6 a W1
$2,1 < d_o \leq 2,5$	W7 a W1

Las distancias transversales se contemplan en los parámetros de comportamiento de los sistemas de contención, según se indica en la UNE-EN 1317.

4.2.2.- Protección frente a un desnivel.

Cuando una barrera de seguridad o pretil tenga por objeto proteger al vehículo de la caída por un desnivel, se seleccionará de manera que la distancia transversal al desnivel (d_n) sea igual o mayor a la deflexión dinámica (figura 11).

4.3.- Selección del índice de severidad

Para barreras de seguridad y pretils sólo se admitirán índices de severidad A y B. A efectos de seleccionar el sistema, serán preferibles, a igualdad de contención y desplazamiento transversal durante el impacto, los de índice de severidad A sobre los del B.

No se admitirá el empleo de barreras de seguridad o pretils de severidad C ($1,4 < ASI \leq 1,9$), salvo casos excepcionales que se justifiquen adecuadamente y requiriéndose autorización expresa de la Dirección General de Carreteras, que deberá solicitarse para cada obra o actuación concreta.

4.4.- Criterios de disposición en márgenes y medianas

Las barreras y pretilos son ensayados sometidos a un ángulo de impacto determinado (tabla 3). Sin embargo el ángulo que describe la trayectoria de un vehículo incontrolado es creciente con la distancia recorrida. Por tanto la distancia de las barreras y pretilos a la calzada ha de limitarse para evitar que el ángulo de impacto supere aquellos valores. La tabla 9 indica las distancias máximas en función del número de carriles y de la velocidad de proyecto de la vía.

4.4.1.- Criterios de disposición en los márgenes exteriores

En los márgenes exteriores de la carretera los sistemas de contención de vehículos serán, en general del tipo simple. En particular, estará justificado el empleo de un sistema de contención doble en los márgenes exteriores de la carretera cuando haya una calzada paralela al mismo nivel.

4.4.2.- Criterios de disposición en medianas

En carreteras con calzadas separadas, cuando el sistema de contención de vehículos tenga por objeto evitar que un vehículo incontrolado alcance la calzada adyacente y se cumpla lo indicado en el apartado 2.2.b.4, se recomiendan las siguientes disposiciones (tabla 8, figura 4):

1. En las medianas con terreno llano³ en las que la distancia entre los bordes interiores de las superficies pavimentadas sea igual o inferior a la establecida en la tabla 9, se empleará preferentemente un sistema de contención doble que se dispondrá dentro de la mediana, en la posición transversal más conveniente, según criterios de trazado (visibilidad), de explotación, etc.
2. En las medianas con terreno llano en las que la distancia entre los bordes interiores de las superficies pavimentadas sea superior a la establecida en la tabla 9, pero igual o inferior al doble de ésta, se empleará preferentemente un sistema de contención doble dispuesto en las proximidades 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 la tabla 9, se dispondrán dos sistemas de contención, que podrán ser simples o dobles.
4. En las medianas con terreno no llano se dispondrán dos sistemas de contención, que podrán ser simples o dobles.

³ Terreno con inclinación transversal igual o superior a la correspondiente a un talud 5:1 (relación Horizontal: Vertical), y cambios de inclinación suavizados.

TABLA 8. DISPOSICIÓN DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS EN MEDIANAS.

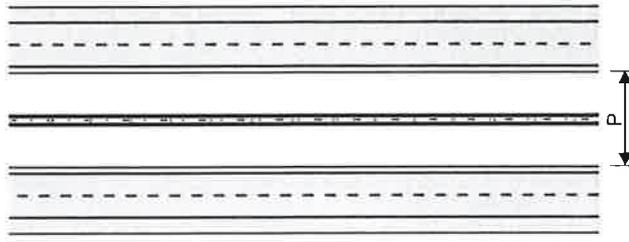
CASO	TERRENO	DISTANCIA	RECOMENDACION
1	Llano	Ancho mediana \leq tabla 9	1 sistema de contención doble
2	Llano	Tabla 9 < ancho mediana \leq 2 veces tabla 9	1 sistema de contención doble, cerca del eje
3	Llano	2 veces tabla 9 < ancho mediana	2 sistemas de contención, simples o dobles
4	No llano	-----	2 sistemas de contención, simples o dobles

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), se dispondrán dos barreras de seguridad (una en caso de que el riesgo de accidente existiese solamente en uno de los dos sentidos de circulación).

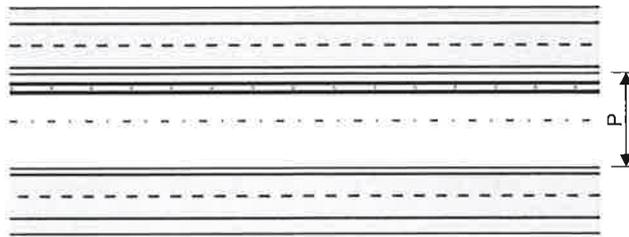
TABLA 9. MÁXIMA DISTANCIA (m) ENTRE EL BORDE DE LAS SUPERFICIES PAVIMENTADAS Y UNA BARRERA DE SEGURIDAD O PRETIL PARALELO A ELLA.

NÚMERO DE CARRILES POR CALZADA	VELOCIDAD DE PROYECTO V_p (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

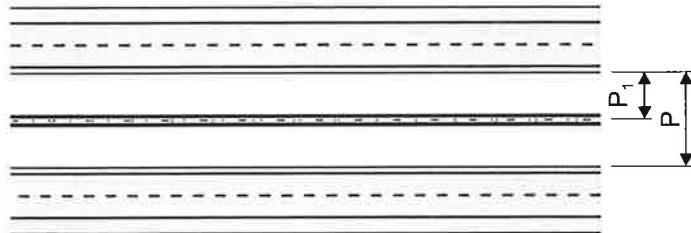
CASO 1: TERRENO LLANO Y DISTANCIA $P \leq$ Tabla 9
Opción 1



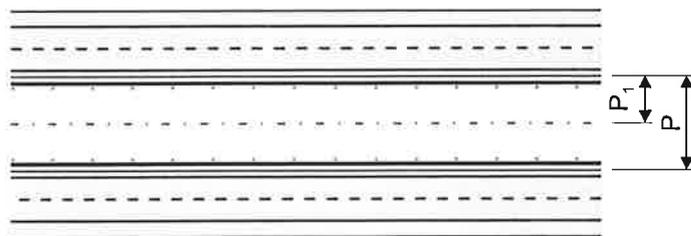
CASO 1: TERRENO LLANO Y DISTANCIA $P \leq$ Tabla 9
Opción 2



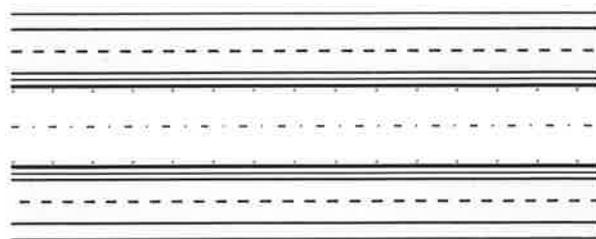
CASO 2: TERRENO LLANO Y DISTANCIA $P_1 \leq$ Tabla 9 y $P >$ Tabla 9



CASO 3: TERRENO LLANO Y DISTANCIA $P_1 >$ Tabla 9



CASO 4: TERRENO NO LLANO



(Nota: para los casos 3 y 4 al menos una de las barreras será de nivel mínimo de contención H1)

FIGURA 4. SECCIONES TRANSVERSALES EN MEDIANA CON POSIBLES DISPOSICIONES DE UN SISTEMA DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS.

C.V.

5.- SELECCIÓN DEL SISTEMA

Una vez se haya definido la clase, nivel de contención e índice de severidad de la barrera de seguridad o pretil y, en su caso, el tipo (simple o doble), clase de anchura de trabajo o de deflexión dinámica, se seleccionará el sistema más adecuado. La selección del sistema se efectuará atendiendo a lo establecido en estas recomendaciones y se tendrán en cuenta especialmente los siguientes aspectos:

- Características del sistema y sus condiciones de ensayo, según la norma UNE-EN 1317.
- Para las clases de contención alta y muy alta, el tipo de vehículo cuyo franqueamiento se quiere evitar, que determinará el nivel de contención necesario.
- El espacio físico disponible para la instalación del sistema y para su desplazamiento transversal en caso de impacto de un vehículo (apartado 4.2).
- La severidad del impacto de un vehículo ligero con el sistema, dado por el índice de severidad del impacto obtenido en los ensayos realizados, según la norma UNE EN 1317 (apartado 4.3).
- El coste de instalación, conservación y reposición del sistema.
- Las condiciones del terreno para el cimiento, el anclaje y en su caso las condiciones del elemento estructural sobre el que se ancle.
- Necesidades especiales, como tramos desmontables, anclajes, extremos, etc.
- La conexión con otros sistemas de contención de vehículos contiguos.
- Las previsiones de recrecimiento a medio plazo de los elementos adyacentes que puedan modificar la rasante de la carretera (rehabilitación del firme, variación del perfil de la carretera, etc.).
- La disposición un sistema específico en un tramo, se decidirá tomando en consideración los sistemas de contención de vehículos dispuestos en tramos anteriores y posteriores, a efectos de utilizar el menor número de sistemas distintos equivalentes.
- Las limitaciones de visibilidad que imponga el sistema.

En tramos con elevadas intensidades de circulación y en tramos urbanos se valorará especialmente la disponibilidad del espacio necesario para realizar las labores de conservación y reposición de los elementos del sistema con la menor afección al flujo de tráfico.

En la selección del sistema deberán tenerse presente las experiencias surgidas en la implantación histórica de dispositivos de contención. En este sentido, cabe recordar el rechazo que produce la existencia de perfiles con aristas vivas en los soportes de los sistemas de contención, o el empleo de cables atirantados expuestos al tráfico como elemento longitudinal del sistema. La existencia de este tipo de sistemas, podría motivar la necesidad de disponer sistemas de protección de motociclistas, aun cuando no fuera estrictamente obligatorio atendiendo a lo preceptuado en el punto 8 de las presentes recomendaciones.

6.- DISPOSICIÓN

6.1.- Disposición longitudinal

6.1.1.- Generalidades

Las barreras de seguridad y pretilas se situarán como norma general paralelas al eje de la carretera (aunque en curvas se podrán adoptar otras disposiciones para reducir el ángulo de impacto), de forma que intercepten la trayectoria de los vehículos fuera de control que, de no estar aquellas, llegarían a alcanzar los desniveles u obstáculos.

En los apartados siguientes se establecen las longitudes de anticipación del comienzo y de prolongación de la terminación de las barreras de seguridad y pretilas. Estas longitudes tienen por objeto evitar que el vehículo pueda alcanzar el obstáculo o desnivel del cual el sistema de contención le pretende proteger. Por otro lado, las barreras de seguridad y pretilas precisan una longitud mínima de instalación para poder funcionar adecuadamente frente al impacto de un vehículo. Esta longitud mínima de un sistema de contención de vehículos dispuesto de forma aislada, se corresponderá con la longitud empleada en los ensayos de choque, según la norma UNE EN 1317, con los que se ha obtenido el marcado CE. Por lo tanto, si la longitud total que resulta de la aplicación de los siguientes criterios es inferior a la del marcado CE, se adoptará esta última.

Cuando se emplee un sistema de contención de vehículos unido mediante transiciones a otro sistema, de manera que se mantenga la continuidad, las transiciones se harán de manera semejante a la disposición ensayada para su marcado CE. En este caso, al no ser necesario que el sistema funcione aisladamente, las longitudes mínimas antes indicadas podrán disminuirse, siendo imprescindible emplear transiciones ensayadas, según norma.

6.1.2.- Anticipación del comienzo

Cuando una barrera de seguridad o pretila paralelo a la carretera tenga por objeto evitar que un vehículo alcance un desnivel o un obstáculo de grandes dimensiones (conjunto de árboles, desmontes, edificaciones, estructuras), soportes de pórticos o banderolas, etc, se recomienda iniciar el sistema de contención de vehículos antes de la sección en que empieza el obstáculo o desnivel, a una distancia mínima L_r dada por la tabla 10 (sin contar la longitud del extremo o tratamiento del inicio o fin de la barrera de seguridad o pretila) (figura 5).

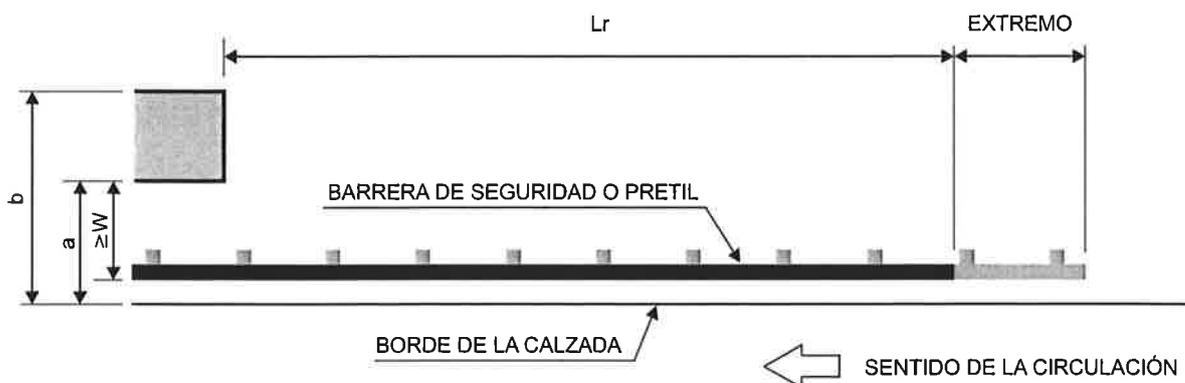


FIGURA 5. LONGITUD DE ANTICIPACIÓN L_r .

TABLA 10. DISTANCIA MÍNIMA L_r (m) DEL COMIENZO DE LA BARRERA DE SEGURIDAD O PRETIL A LA SECCIÓN EN QUE RESULTA ESTRICTAMENTE NECESARIA.

DISTANCIA TRANSVERSAL A UN OBSTÁCULO O DESNIVEL		TIPO DE CARRETERA	
		CALZADA ÚNICA	CALZADAS SEPARADAS
$a < 2 \text{ m}$	b cualquiera	100	140
$a \geq 2 \text{ m}$	$b \leq 4 \text{ m}$	64	84
	$4 \text{ m} < b \leq 6 \text{ m}$	72	92
	$b > 6 \text{ m}$	80	100

Si el principio de la barrera de seguridad o pretil se dispone formando un ángulo (a razón de 20 m de longitud por cada metro de separación transversal) con el borde de la carretera, se podrá reducir a 8 m el tramo paralelo a este antes de la sección en que empieza el obstáculo o desnivel. Para esta disposición, la longitud mínima recomendada L_a (sin incluir el extremo) del tramo en ángulo será la indicada en la tabla 11. Ver figura 6.

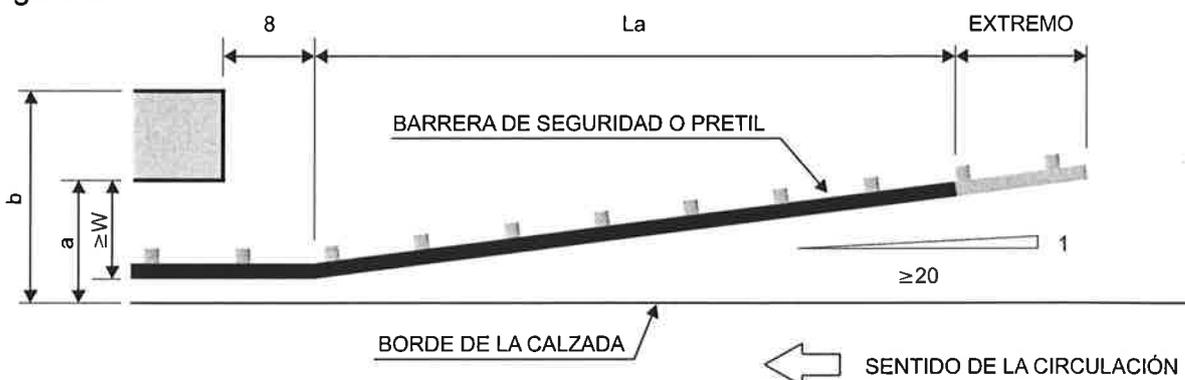


FIGURA 6. LONGITUD DE ANTICIPACIÓN L_a .

TABLA 11. LONGITUD MÍNIMA L_a (m) DEL TRAMO EN ÁNGULO.

DISTANCIA MÁXIMA A UN OBSTÁCULO O DESNIVEL	TIPO DE CARRETERA	
	CALZADA ÚNICA	CALZADAS SEPARADAS
$b \leq 4 \text{ m}$	36	40
$4 \text{ m} < b \leq 6 \text{ m}$	44	52
$b > 6 \text{ m}$	52	60

Cuando un sistema de contención de vehículos paralelo a la carretera tenga por objeto evitar que un vehículo alcance un obstáculo aislado, se recomienda iniciar el sistema antes de la sección en la que se encuentra el obstáculo aislado, a una distancia mínima L_m dada por la tabla 12 (sin contar el extremo). Ver figura 7.

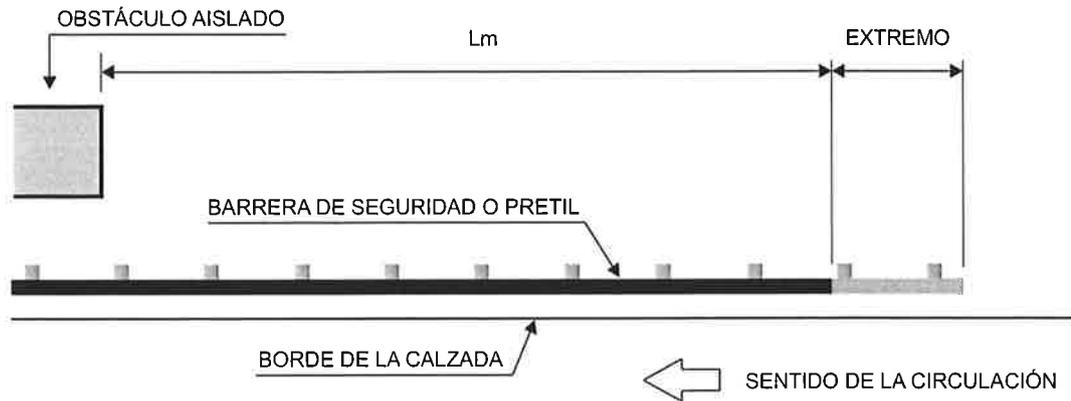


FIGURA 7. LONGITUD DE ANTICIPACIÓN L_m .

TABLA 12. LONGITUD MÍNIMA L_m (m).

VELOCIDAD DE PROYECTO (km/h)	LONGITUD MÍNIMA L_m (m)
≤ 70	28
70 a 100	48
> 100	60

6.1.3.- Prolongación de la terminación

Más allá (en el sentido de circulación del vehículo) de la sección en que termina el obstáculo o desnivel, se recomienda prolongar la barrera de seguridad o pretil, con los siguientes criterios:

- En carreteras de calzada única y calzadas con carriles reversibles, la prolongación de la terminación del sistema de contención de vehículos para un sentido de circulación, deberá ser igual en longitud a la de anticipación de su comienzo para el sentido contrario (apartado 6.1.2. y figura 8).
- En carreteras con calzadas separadas, la prolongación de la terminación del sistema de contención de vehículos será como mínimo de 4 m de longitud, realizada de forma paralela al borde de la calzada. (figura 9).
- En carreteras con calzadas separadas existentes en las que sea muy frecuente disponer temporalmente carriles adicionales para la circulación en la calzada opuesta, se podrá justificar la disposición de una prolongación de la terminación igual en longitud a la de anticipación del comienzo.

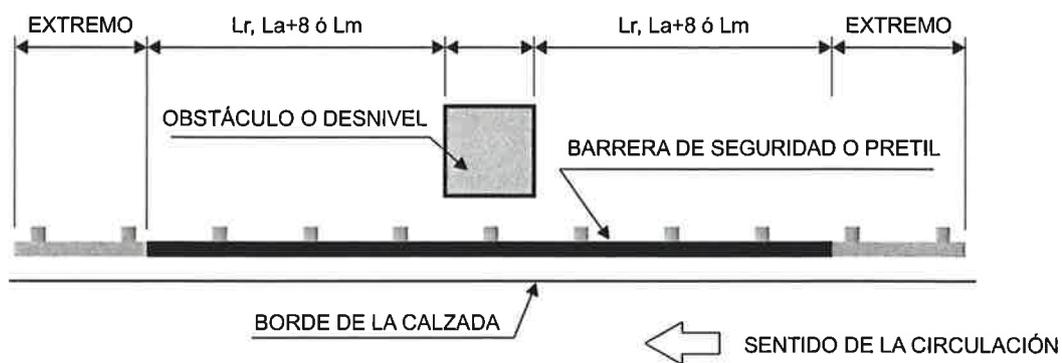


FIGURA 8. PROLONGACIÓN DE LA TERMINACIÓN EN LAS CARRETERAS DE CALZADA ÚNICA O EN CALZADAS CON CARRILES REVERSIBLES.

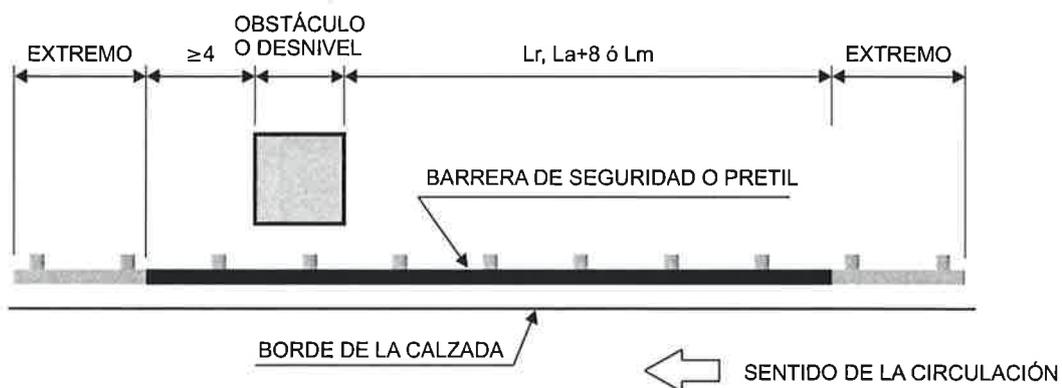


FIGURA 9. PROLONGACIÓN DE LA TERMINACIÓN EN CARRETERAS CON CALZADAS SEPARADAS.

6.1.4.- Continuidad y transiciones

Si entre dos tramos consecutivos del sistema de contención de vehículos quedaran menos de 50 m sin contabilizar los extremos, en general se unirán de forma continua, excepto donde esté justificada una interrupción (v.g.: por un acceso).

Cuando en los extremos del pretil se pueda disponer una transición a otro sistema de contención distinto tal y como se describe en sus características correspondientes, las longitudes de anticipación y prolongación se podrán realizar empleando dichos sistemas, ver 6.7.1.

6.2.- Disposición transversal

6.2.1.- Distancias al borde de calzada

Las barreras de seguridad y pretil se colocarán siempre fuera del arcén de la carretera y cuando la anchura de este sea inferior a 0,50 m o no haya arcén, se situarán a una distancia transversal del borde de la calzada de, al menos, 0,50 m. Se recomienda, en cualquier caso, colocarlos siempre que sea posible, separados del

borde pavimentado, sin rebasar las distancias máximas indicadas en la tabla 9, ni afectar a la zona prevista para su funcionamiento en caso de impacto (apartado 4.2. y figura 10).

La zona comprendida entre el arcén y el sistema de contención de vehículos deberá ser llana, estar compactada y desprovista de obstáculos y, en caso de recrecimiento sobre el pavimento existente, se reacondicionará para evitar desniveles que puedan dirigir las ruedas de los vehículos y afectar, en su caso, al funcionamiento del sistema de contención. Se exceptuará de este supuesto la presencia de bordillos con los que se aplicaran los criterios recogidos en el apartado 6.3.

6.2.2.- *Distancias a obstáculos o desniveles*

La distancia entre el borde anterior más próximo al tráfico de una barrera de seguridad o pretil y el obstáculo o desnivel a proteger no será inferior a la anchura de trabajo o deflexión dinámica, respectivamente, del sistema a emplear, según lo indicado en el apartado 4.2. En dicha distancia, necesaria para permitir el desplazamiento transversal del sistema de contención en caso de impacto de un vehículo, el terreno también deberá ser llano y estar desprovisto de obstáculos (figuras 10 y 11).

C.V.

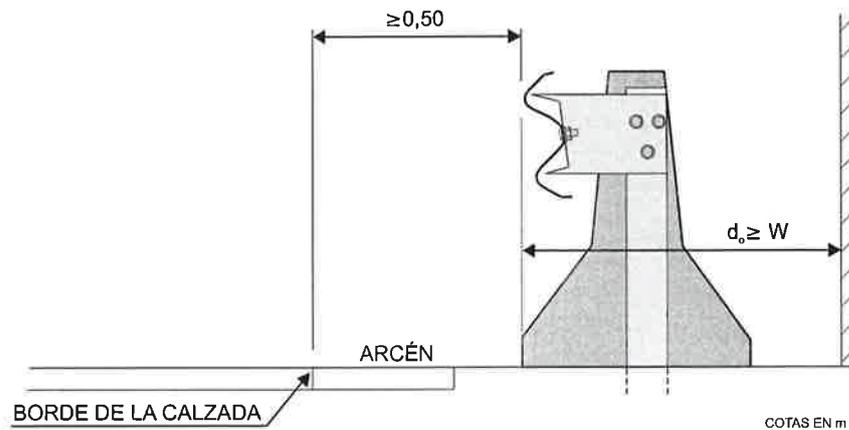


FIGURA 10. DISTANCIA MÍNIMA ENTRE UN SISTEMA DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS Y UN OBSTÁCULO (d_o).

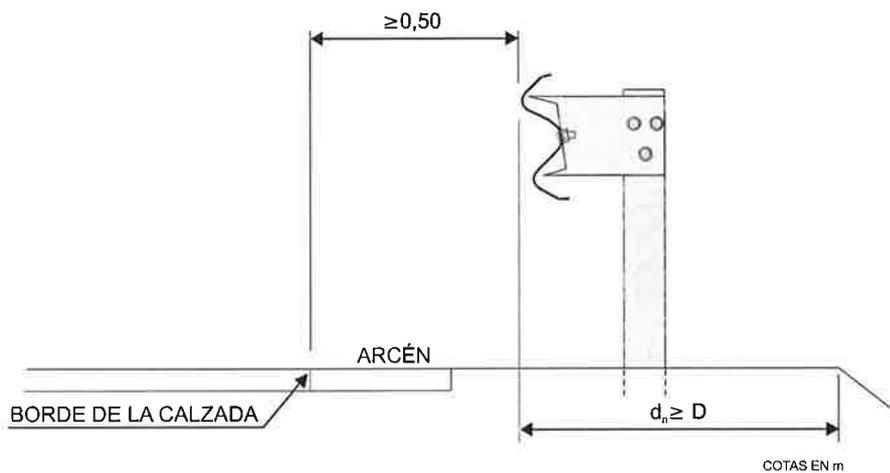
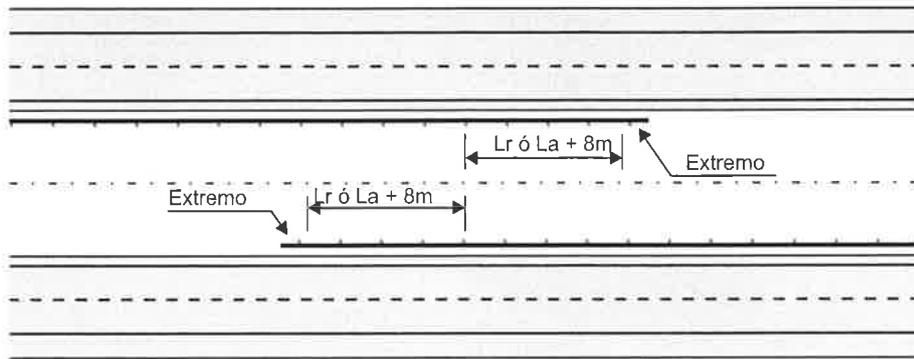


FIGURA 11. DISTANCIA MÍNIMA ENTRE UN SISTEMA DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS Y UN DESNIVEL (d_n).

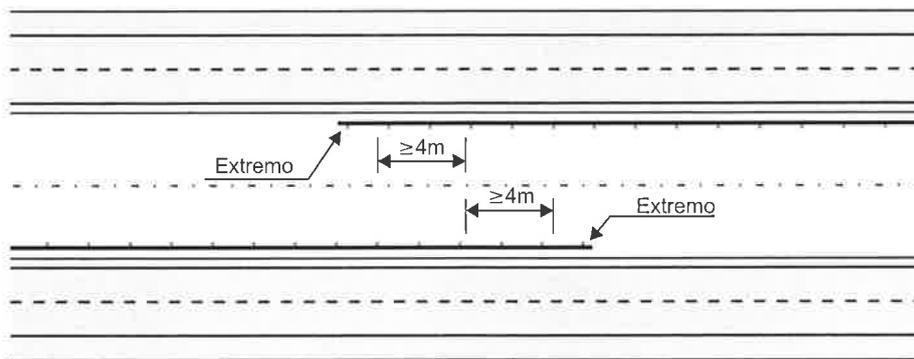
6.2.3.- Distancias en medianas

Si el sistema de contención de vehículos es de tipo doble, se podrá variar su posición en la mediana respecto del eje, lo cual puede resultar especialmente conveniente en tramos curvos. Los cambios de alineación con relación al eje de la mediana / borde de la calzada se harán a razón de no menos de 20 m de longitud por cada metro de desplazamiento transversal. En todo caso, no deberá rebasarse la distancia establecida en la tabla 9 y deberá respetarse a ambos lados el espacio mínimo necesario para el desplazamiento transversal del sistema de contención en caso de impacto (apartado 4.2). Si se disponen dos sistemas de contención simples, estos se colocarán sensiblemente simétricos respecto de los bordes de los arcenes interiores.

CASO 1: DOS BARRERAS EN LA MEDIANA, PASO DE UNA MARGEN A OTRA. LONGITUD DE ANTICIPACIÓN



CASO 2: DOS BARRERAS EN LA MEDIANA, PASO DE UNA MARGEN A OTRA. LONGITUD DE TERMINACIÓN



CASO 3: PASO DE LA BARRERA DE UNA MARGEN A OTRA CON CONTINUIDAD

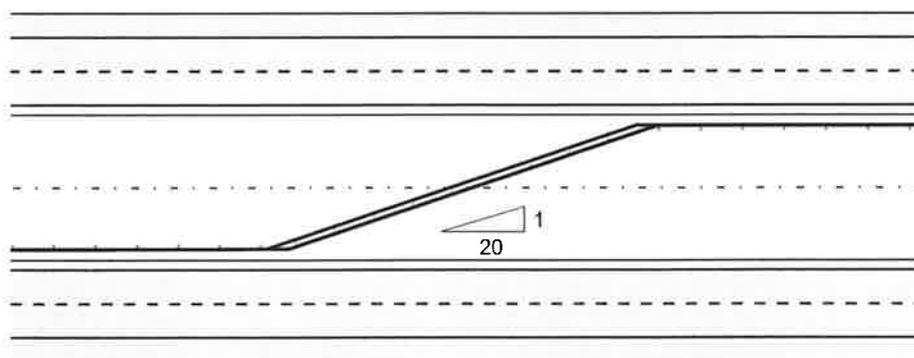


FIGURA 12. SOLAPES DE BARRERA DE SEGURIDAD EN MEDIANA.

6.3.- Disposición en altura

Siempre que se instalen, se repongan o sea necesario recrecer las barreras de seguridad, la altura de la parte superior del sistema será la definida en los ensayos, según la norma UNE EN 1317 con las que se ha obtenido su marcado CE. Si la distancia de ésta al borde de la calzada no excede de 2 m, la altura de su parte

C.V.

superior la definirá un plano paralelo a la superficie del arcén y que pase por el extremo superior de la barrera de seguridad (figura 13); en los demás casos se referirá al terreno, en que esté colocada, a 0,5 m de la cara delantera de la barrera de seguridad (ver figura 14).

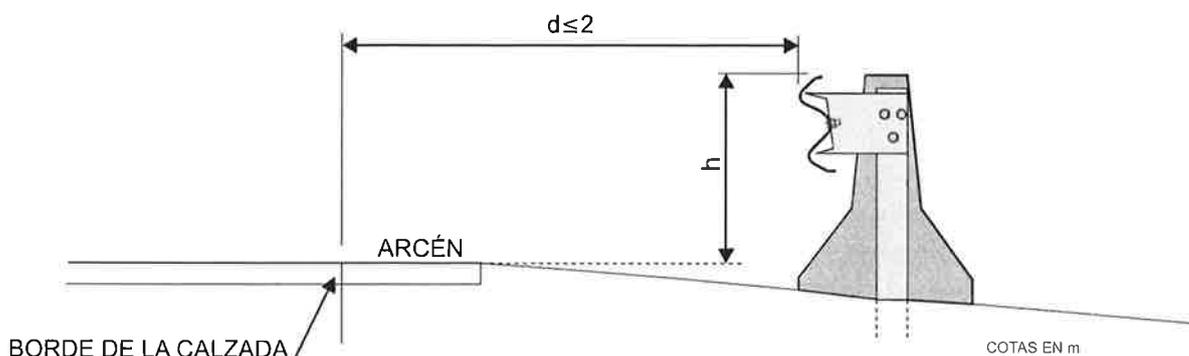


FIGURA 13. DISPOSICIÓN EN ALTURA DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD SITUADAS A MENOS DE 2m DEL BORDE DE LA CALZADA.

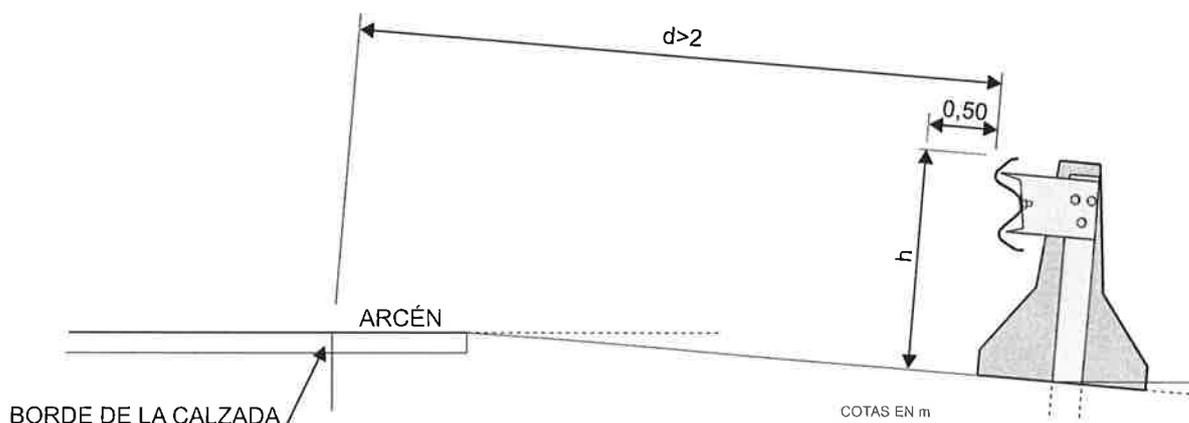


FIGURA 14. DISPOSICIÓN EN ALTURA DE LAS BARRERAS DE SEGURIDAD SITUADAS A MÁS DE 2m DEL BORDE DE LA CALZADA.

C.V.

Cuando por obras de mantenimiento se haya recrecido el firme y la diferencia entre la altura definida en los ensayos, según la norma UNE EN 1317, para los sistemas de contención y su altura real sea superior a 7 cm, estas se habrán de recolocar a la altura ensayada.

Donde delante de una barrera de seguridad haya bordillos (disposición no recomendada, pues si la superficie de rodadura en el impacto presenta este tipo de elementos, la trayectoria y el comportamiento del vehículo resultan más inestables), deberán ser de una altura inferior a 7 cm y tener un perfil achaflanado. Si excepcionalmente fuera preciso por otras circunstancias instalar un bordillo de altura igual o superior a 7 cm, los límites de altura mencionados se incrementarán en la altura de dichos bordillos (ver figura 15). Para las barreras de seguridad que se hubiesen ensayado según la norma UNE EN 1317, empleando algún tipo de bordillo, dicha disposición con bordillo se mantendrá en toda circunstancia.

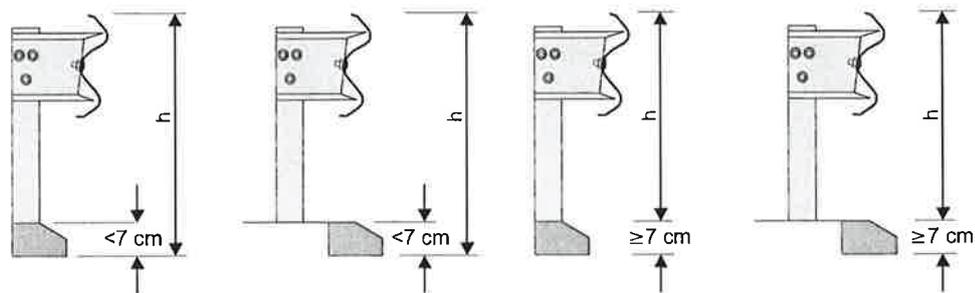


FIGURA 15. PRESENCIA DE BORDILLOS.

Siempre que se instalen, se repongan o sean necesarias operaciones de mantenimiento de los pretils, la altura de la parte superior del sistema será la definida en los ensayos, según la norma UNE EN 1317. Cuando el pretil se configure en la descripción técnica correspondiente (disposición de ensayo) apoyado directamente sobre la superficie de rodadura del vehículo, si fuera estrictamente necesario puede disponerse un bordillo (disposición no recomendable aunque admisible). Este bordillo no excederá de siete centímetros de altura en ningún caso. Cuando el pretil se hubiese ensayado con algún tipo de elemento longitudinal y paralelo al sistema (bordillo, acera, etc.), deberá respetarse estrictamente la disposición del mismo.

6.4.- Inclinación

Durante su instalación o puesta en obra, se cuidará especialmente la inclinación de la barrera de seguridad o pretil respecto de la plataforma adyacente, de forma que resulte perpendicular a ésta. (figura 16).

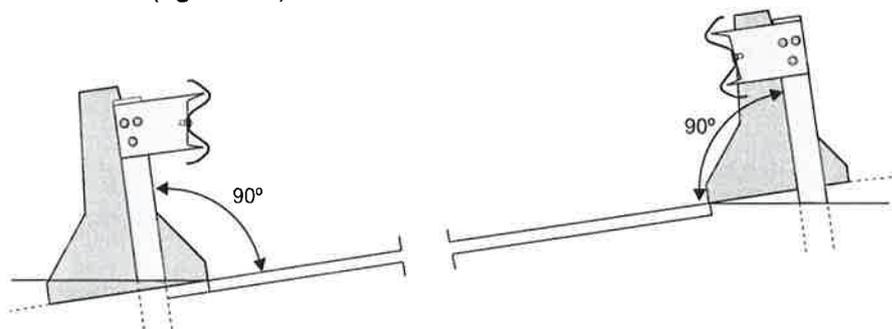


FIGURA 16. INCLINACIÓN DE BARRERAS DE SEGURIDAD.

6.5.- Cimentación

Cuando el terreno sea de características semejantes al empleado en los ensayos de impacto realizados según la norma UNE EN 1317, se dispondrán las barreras de seguridad o pretil cimentándose de forma semejante a la empleada en dichos ensayos de impacto.

En general para las barreras de seguridad, se considerará que el terreno de cimentación es asimilable a una zahorra ZA-0/20 (artículo 510 del PG-3), compactada hasta alcanzar una densidad seca del 95 % del ensayo Proctor Modificado. Si en los informes de los ensayos iniciales de tipo para la obtención del correspondiente certificado de conformidad CE de la barrera de seguridad, según establece la norma

UNE-EN 1317-5, se ha realizado algún ensayo estático de respuesta del terreno (v.g. ensayo de empuje sobre postes hincados), este se aplicará en la instalación de la barrera. Dicho procedimiento deberá especificarse en el manual de instalación suministrado por el fabricante (capítulo 8 de la norma UNE-EN 1317-5).

Por su parte cada pretil tiene su propio sistema de anclaje, que no es intercambiable con otro pretil, al poder suponer una incidencia significativa en los parámetros de ensayo si se aplica la UNE EN 1317. Por el mismo fundamento se asegurará la compatibilidad geométrica y de disposición entre las armaduras del tablero de la estructura y la correspondiente al anclaje.

La definición de la losa en los ensayos de cada pretil con los que se ha obtenido el marcado CE, representa el valor mínimo de la misma en lo que a armadura, resistencia característica del hormigón y geometría se refiere. Cuando se hubiesen obtenido los valores de las cargas de punzonamiento durante los ensayos, se podrán calcular otras geometrías y armados de la losa de apoyo, sin disminuir en ningún caso la cuantía de la armadura. En cualquier caso no se podrá variar el anclaje, su geometría ni su disposición.

6.6.- Extremos

Los extremos de las barreras de seguridad y pretil se dispondrán de forma semejante a como se hayan instalado en los ensayos de impacto realizados según la norma UNE-EN 1317, con los que se ha obtenido el marcado CE. En todo caso, si los extremos constituyesen un peligro adicional para los vehículos que choquen contra ellos, se protegerán como si se tratase de un obstáculo aislado.

En el extremo frontal en carreteras con calzadas separadas y en todos los extremos en carreteras de calzada única o carriles reversibles, se recomienda siempre que se garantice el comportamiento del sistema de contención de vehículos, elegir entre las disposiciones siguientes:

- a) Empotramiento del extremo del sistema de contención en el talud del desmonte. Esta disposición se puede combinar con el tramo en ángulo a que se refiere la tabla 11.
- b) Abatimiento hasta el terreno.
- c) Disposición en el extremo de un elemento terminal específicamente diseñado para absorber un impacto frontal. El empleo de estos elementos requerirá haber superado los ensayos definidos en la norma UNE EN 1317.

6.7.- Zonas especiales

6.7.1.- Accesos a puentes, viaductos, obras de paso o túneles

Será preceptivo dar continuidad entre los pretils de las estructuras y las barreras de seguridad del margen de la carretera y, en su caso, de la mediana en los accesos a aquella; su trazado será uniforme y, si tuvieran distinta rigidez, el cambio de un sistema de contención a otro será gradual, empleando las disposiciones sobre transi-

ciones contempladas en el apartado 6.7.6. En cualquier caso, los pretiles deberán prolongarse en estos accesos en una longitud no inferior a la longitud de anticipación que corresponda (apartado 6.1.2). Dicha prolongación podrá realizarse con barrera de seguridad cuando así se hubiera ensayado el pretil, según la norma UNE-EN 1317.

6.7.2.- *Vías de giro en intersecciones y ramales en nudos*

En tramos de fuerte curvatura, se tendrá en cuenta que el desarrollo de las fuerzas de contacto durante un choque con el sistema de contención de vehículos puede resultar distinto que en una recta. En estos casos se considerará preferentemente la posibilidad de suavizar taludes y eliminar obstáculos.

6.7.3.- *"Narices" en salidas*

En una "nariz" asociada a una divergencia o bifurcación donde se haya detectado un riesgo de accidente (apartado 3.2), y no se puedan tomar las consideraciones del apartado 2.1, se estudiará la posible instalación de un atenuador de impactos.

Si se disponen sistemas de contención de vehículos en los bordes interiores de una divergencia o una bifurcación, no se deben unir en la "nariz" mediante piezas no específicamente ensayadas, o abatir sus extremos frontales de forma convergente en un punto ya que un vehículo se podría subir a dichos extremos y rebasar el sistema de contención. Para ello, cuando el talud entre ambas plataformas sea inferior al 2:1, se recomienda que el sistema de contención en la calzada secundaria se inicie a partir de la sección en que los bordes de dichas plataformas se encuentran a una distancia mínima de 2,5 m, medida sobre el terreno (figura 17).

Cuando el talud entre ambas plataformas sea superior al 2:1, es recomendable que el sistema de contención en la calzada a menor cota se inicie a partir de la sección en que los bordes de las plataformas se encuentran a una distancia mínima de 2,5 m, medida sobre el terreno (figuras 17 y 18).

En cualquier caso, el hueco que resulte entre los extremos implantados en el tronco y en el ramal será tal que no permita el franqueamiento de ambos sistemas, pudiendo disponerse para ello en cualquiera de aquellos algún terminal específico (apartado 9) o modificar su alineación teórica (apartado 6.7.7).

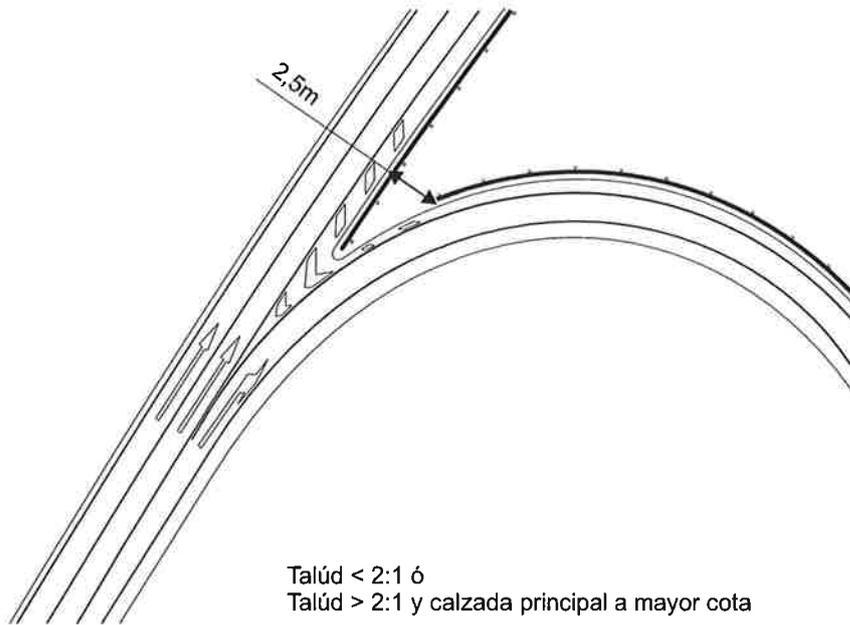


FIGURA 17. "NARICES" EN SALIDAS.

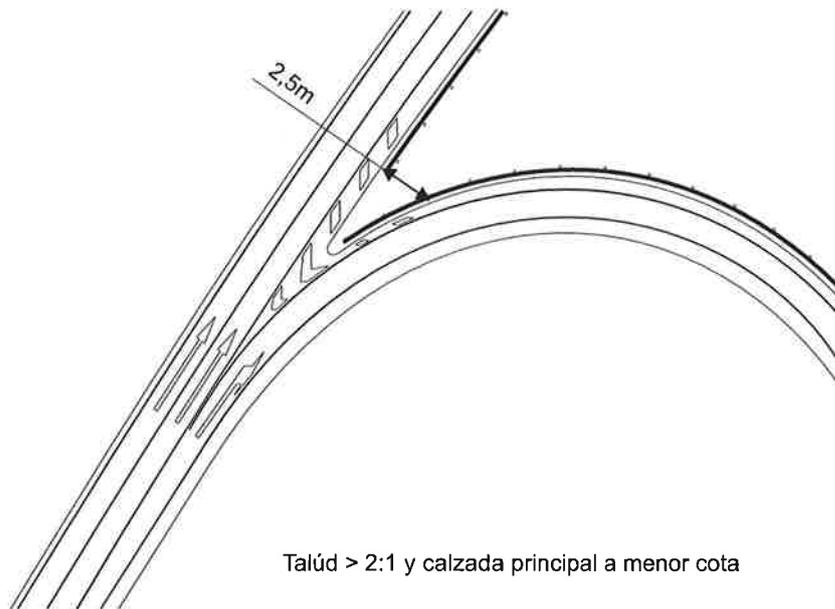


FIGURA 18. "NARICES" EN SALIDAS.

6.7.4.- Comienzos de mediana

Cuando sea previsible un riesgo de accidente (apartado 3.2) donde se inicia una mediana (en el paso de calzada única a dos calzadas separadas), se dispondrá la instalación de un atenuador de impactos.

Si se disponen sendas barreras de seguridad en el comienzo de la mediana, deberá haber al menos 16 m de distancia entre la sección donde la separación entre los bordes interiores de las calzadas sea de 1 m y los extremos finales de las barreras de seguridad.

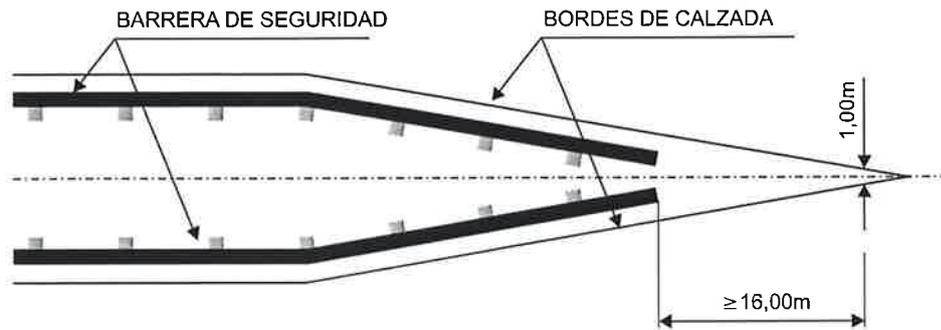


FIGURA 19. COMIENZOS DE MEDIANA.

6.7.5.- Interrupciones

Donde sea inevitable interrumpir la continuidad de un sistema de contención de vehículos se adoptarán las disposiciones siguientes:

- En paradas de autobús, accesos peatonales, o similares, se dispondrá un solape del sistema de contención, con sus correspondientes extremos, dejando un pasillo de un ancho no inferior a la anchura de trabajo (W) del sistema, ni inferior a 1,20 m (ver figura 20).
- En vías de giro en intersecciones o ramales en enlaces, se continuará el sistema de contención por el exterior de estas vías o ramales, según las circunstancias de sus bordes.

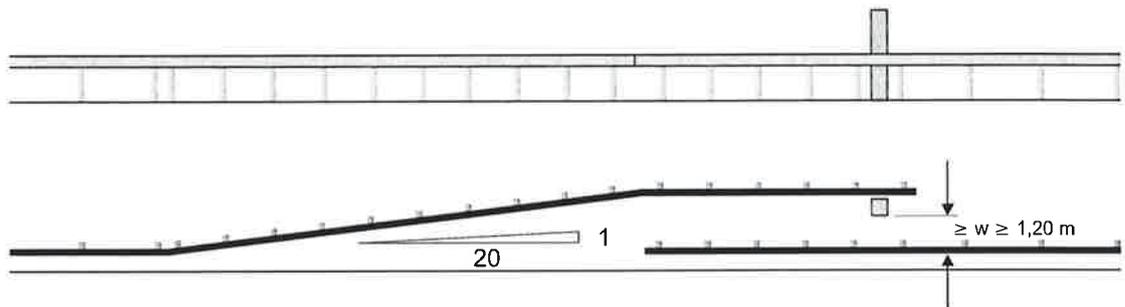


FIGURA 20. INTERRUPTIONES POR PARADAS DE AUTOBÚS Y ACCESOS PEATONALES.

6.7.6.- Transiciones entre diferentes sistemas de contención

Las transiciones entre los distintos tipos de barreras de seguridad y pretilas se dispondrán de acuerdo con las indicaciones que se recojan en la descripción técnica del sistema, aportada por el titular del marcado CE, y siempre de forma semejante a la instalación empleada en los ensayos de impacto, realizados según la norma UNE-EN 1317, con los que se ha obtenido el marcado CE.

6.7.7.- Cambios de alineación

Los cambios de alineación con relación al borde de la calzada se realizarán a razón de no menos de 20 m de longitud por cada metro de desplazamiento transversal. En carreteras con calzadas separadas, excepcionalmente, se podrá justificar la reducción a 12 m de longitud por cada metro de desplazamiento transversal, cuando el

cambio de alineación se realice fuera de la mediana y hacia el exterior de la plataforma.

6.7.8.- Pasos de mediana

Las carreteras con calzadas separadas son vías que presentan ciertas ventajas frente a las carreteras de calzada única. En concreto, al separar los sentidos de circulación, se mejora el flujo de tráfico y se eliminan gran parte de los choques frontales. Sin embargo, en ocasiones resulta necesario comunicar ambas calzadas por medio de unos pasos en la mediana, los cuales permiten pasar directamente de una a otra calzada, aunque a costa de introducir unos puntos de discontinuidad en las condiciones de la carretera.

Desde el punto de vista operativo, se pueden distinguir los siguientes tipos de pasos de mediana:

Tipo 1. Para uso del tráfico general cuando se desee desviar todo el de una calzada (o parte de él) a la otra: por ejemplo, para realizar actuaciones programadas con suficiente antelación, o para la rehabilitación del firme, o para utilizar una calzada reversible. Están diseñados para ser explotados a una velocidad inferior a la operativa de la carretera en ese tramo.

Tipo 2. Reservados a vehículos de servicio autorizados para la conservación, explotación y vigilancia de la autopista o autovía (quitanieves, policía, etc.), o para responder a emergencias (bomberos, ambulancias). No está previsto su uso por el tráfico general; por ello, no interesa que resulten fácilmente perceptibles por éste.

6.7.8.1.- Disposición de los pasos de mediana

Los pasos de mediana se dispondrán según lo prescrito en la Norma 3.1.-I.C. Traza-do. No obstante, en la ubicación definitiva deberá tenerse en cuenta, además de evitar los puntos bajos de la plataforma, los siguientes aspectos:

- Además de las limitaciones de espacio y de visibilidad, habrá que tener en cuenta los planes de respuesta a emergencias establecidos por los responsables de la explotación de la carretera.
- Los pasos de mediana, sobre todo de tipo 1, se procurarán disponer próximos a conexiones con el tronco, de manera que puedan emplearse aquéllas.

6.7.8.2.- Defensa de los pasos de mediana

En los pasos de mediana, al ser su finalidad permitir el paso directo de una a otra calzada, deberán adecuarse sistemas de seguridad pasiva de manera que tanto durante la operación como cuando no se empleen, se mantengan los estándares de seguridad de los usuarios.

Para ello se emplearán sistemas de contención de vehículos permanentes; en consecuencia, los sistemas adoptados habrán de cumplir las especificaciones de la norma UNE-EN 1317, así como los criterios de disposición de estas recomendaciones.

En los pasos de mediana tipo 1, al ser de empleo normalmente programable, en general se emplearán barreras que permitan un fácil desplazamiento o desmontaje de las mismas, para poder dar una adecuada funcionalidad. Para este particular, los sistemas empleados habrán de cumplir con lo específicamente indicado en la UNE-EN 1317 bajo la denominación de barreras desmontables. Para este tipo de barreras, es preciso un mantenimiento sistemático del conjunto, así como un cierto entrenamiento de los operarios, de forma que la apertura del paso de mediana se realice con la suficiente rapidez y eficacia.

En los pasos de mediana tipo 2, de empleo excepcional, se podrán disponer sistemas semejantes a los empleados en los de tipo 1. También se podrán disponer las barreras de forma que puedan pasar los vehículos especiales aunque precisen realizar algún tipo de maniobra en la calzada. En todo caso deberá garantizarse la protección de los usuarios de ambas calzadas, de forma que ninguna de las barreras suponga un obstáculo al sentido contrario. La figura 21 describe una posible disposición para este tipo de pasos de mediana. Para otros condicionantes geométricos se podrán estudiar otras posibles soluciones.

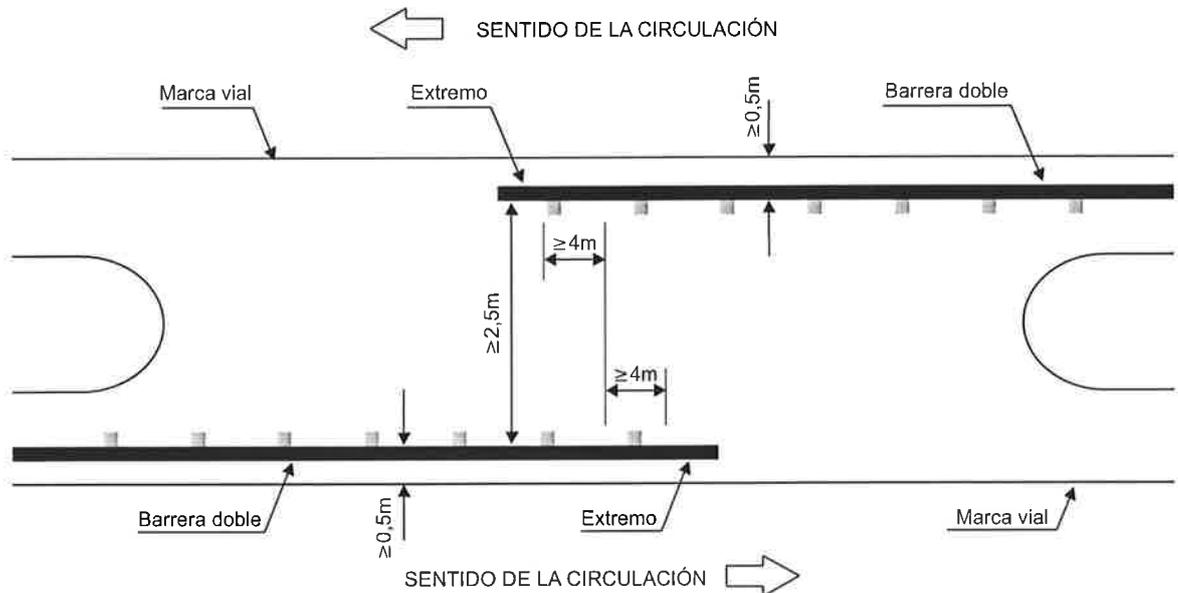


FIGURA 21. DISPOSICIÓN DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS EN PASOS DE MEDIANA DE EMPLEO EXCEPCIONAL.

6.7.9.- Pasos salvacunetas

En carreteras convencionales, la interrupción de las márgenes para permitir el acceso a las propiedades colindantes suele obligar a la colocación de tubos o pequeñas

estructuras que den continuidad al drenaje longitudinal de la carretera, los denominados **pasos salvacunetas**, situación que en ocasiones se produce igualmente en determinadas intersecciones con caminos y carreteras locales.

Estos pasos deben ser protegidos frente al **impacto por salida de la vía por medio de sistemas de contención debidamente acreditados o bien por dispositivos específicos** que eviten dicho impacto. Esta **protección es tanto más importante** cuanto mayor sea la **posibilidad de que un vehículo** pueda circular a lo largo de una margen por permitirle así su configuración y geometría.

La experiencia indica que el dispositivo no debe tener una inclinación superior a **4H:1V** y será diseñado tal que **no exista riesgo de que un vehículo** pueda introducir las ruedas entre sus elementos constitutivos. Dispondrá asimismo de la suficiente rigidez para soportar el peso de un autobús de 13.000 kg. El diseño deberá permitir igualmente la limpieza del elemento de drenaje y del tramo de cuneta afectado.

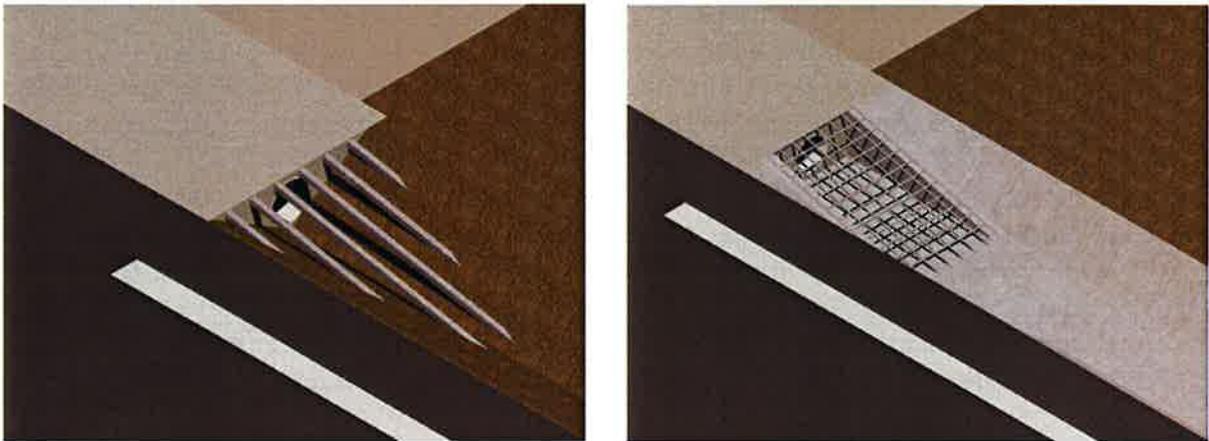


FIGURA 22. ESQUEMAS DE ALGUNOS DISPOSITIVOS PARA PROTECCIÓN DE PASO SALVACUNETA.

6.7.10.- Peatonos

Donde se habilite la circulación de peatones por detrás del sistema de contención de vehículos y haya un desnivel próximo, se dispondrá un sistema de contención y guía de peatones (barandilla) para evitar su posible caída. Dicha barandilla deberá satisfacer los ensayos definidos en la norma UNE EN 1317 para los sistemas de contención de peatones (barandillas).

7.- CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS OBLIGATORIAS PARA LAS BARRERAS DE SEGURIDAD Y PRETILES

Además de todo lo indicado, las barreras de seguridad y pretiles cumplirán con lo especificado en el artículo 704 del Pliego de Prescripciones Técnicas para las Obras de Carreteras y Puentes.

Asimismo, debido a la exigencia del marcado CE para estos productos, todas las barreras de seguridad y pretilos deberán disponer del mismo como paso previo a su posible utilización en las carreteras de la red del Estado. Dicho marcado exige el cumplimiento de los ensayos de la norma UNE-EN 1317-2. Por ello, todo sistema de contención de vehículos con marcado ha de disponer necesariamente antes de su posible instalación de todos los valores obtenidos para los distintos parámetros definidos en dicha norma. El marcado CE supone que el producto está definido según su comportamiento a partir de los resultados de los ensayos, método que garantiza su más completa definición como sistema de contención.

Dichos parámetros, que obligatoriamente han de estar incluidos en el propio marcado CE, según se indica en la UNE EN 1317-5, son los siguientes:

- Breve descripción de empleo del producto.
- Nivel de contención del sistema.
- Severidad del impacto.
- Anchura de trabajo.
- Deflexión dinámica.
- Condiciones de durabilidad del producto (v.g. tipo de acero y tratamiento de galvanizado con referencia a la norma empleada).

No obstante, tal como se indica en el apartado 8 (Instalación de sistemas de contención de vehículos) de la antes mencionada UNE EN 1317-5, "el fabricante deberá proporcionar un manual para la instalación que permita obtener el comportamiento declarado en el ensayo inicial de prototipo (ITT)". "En el manual de instalación se deberán incluir detalles de mantenimiento e inspección". Finalmente añade "el fabricante deberá definir el uso del sistema, teniendo en cuenta el terreno y otras condiciones de instalación".

Por ello, y debido a las características de las obras ejecutadas en las carreteras de la red del Estado, así como a las especiales características del tráfico de la misma, se tendrán en cuenta las siguientes circunstancias a la hora de seleccionar e instalar un determinado sistema:

- Disponer de los esquemas completos del sistema de contención (planta, alzado y sección), caracterización del material empleado en la fabricación de los elementos constituyentes del sistema, tipo y elementos de anclaje, detalles y tratamiento de los extremos (tanto abatimiento como posibles transiciones a otros sistemas), según la descripción técnica empleada para los ensayos, según la norma UNE EN 1317-2.
- En cuanto al tipo de terreno sobre el que se sustenta el sistema, deberá ser semejante al empleado en los ensayos, según la norma UNE EN 1317-2; a fin de garantizar el comportamiento del sistema de forma semejante a la ensayada. En este sentido, es preciso recordar que en carreteras de la red del Estado, el terreno más habitual en los bordes de la plataforma sería asimilable a la definición de zahorra ZA-0/20 (artículo 510 del PG-3), con una compactación del 95% del Proctor modificado (apartado 6.5).
- La longitud ensayada deberá coincidir con el valor mínimo de longitud del sistema de contención a implantar a la hora de garantizar su comportamiento

característico cuando este se disponga de forma aislada. Las longitudes ensayadas incluirán los extremos.

- Los abatimientos, uniones a otros sistemas y anclajes de los extremos coincidirán con los empleados en la instalación ensayada.
- Cuando los ensayos para la clase H2 se hubiesen realizado empleando un autobús de tipo urbano (en lugar de un autocar interurbano) se tendrá en cuenta esta circunstancia a efectos de disposición. Se ha de tomar en consideración que siendo ambos (autobús urbano y autocar interurbano) equivalentes a efectos de norma europea, su comportamiento durante el impacto no es semejante. Por tanto, debido a las características del tráfico de este tipo de vehículos más habituales en las carreteras de la red del Estado, en general se emplearán los sistemas ensayados con autocar interurbano.
- Los sistemas con anchura de trabajo W8 o deflexión dinámica superior a 2,5 metros no deben emplearse debido a las condiciones geométricas de las secciones transversales habituales en las carreteras de la red del Estado.
- En referencia a partes o elementos del sistema de contención que resulten completamente desprendidos o puedan suponer un peligro para el tráfico, peatones o personal trabajando en la zona, se tomará como criterio de seguridad que garantiza que la pieza o parte de una pieza componente desprendida del sistema de contención no constituye un riesgo evidente para el tráfico o para terceros, cuando su peso sea igual o inferior a:
 - 0,5 kg para piezas metálicas o partes metálicas.
 - 2,0 kg para piezas no metálicas o partes no metálicas.

Las barreras y pretilas pueden constituirse con cualquier combinación de materiales, si bien en todo caso deberán cumplirse las especificaciones anteriores. Además en función de los materiales constituyentes (metálicos, de hormigón, madera, etc.), deberán cumplirse las especificaciones técnicas que le sean de aplicación en particular las referentes a condiciones de durabilidad del producto (descripción del material, tratamientos a los que se somete, etc.)

Con independencia del comportamiento de los sistemas de contención de vehículos, éstos pueden aportar otras características suplementarias que pueden ser tenidas en consideración. Así por ejemplo algunos sistemas tienen una apariencia externa de madera, lo que les puede hacer especialmente atractivos en carreteras de elevado interés paisajístico. Estas características suplementarias podrán tomarse en consideración, siempre que esté garantizado el comportamiento como sistema de contención de vehículos (norma UNE-EN 1317).

La elección de un determinado sistema, de entre los que satisfagan las condiciones técnicas exigibles, que preceptivamente deben incluirse en los proyectos, es siempre una competencia de la dirección facultativa, que debe tener en cuenta la adecuación del sistema a las características del tramo en que se colocará (bermas, escalones, terreno de cimentación, longitudes mínimas, conexión a sistemas existentes, etc.) así como la experiencia previa existente del comportamiento o de la instalación o mantenimiento del sistema (según el tipo de poste y longitud del mismo, material constituyente, etc.)

8.- EMPLEO DE LOS SISTEMAS PARA PROTECCIÓN DE MOTOCICLISTAS

Atendiendo a razones básicas de seguridad vial, en general, y en particular para vehículos de dos ruedas, la disposición de los sistemas para protección de motociclistas, como la de cualquier otro sistema, será el resultado de un análisis previo, en el que se estudiarán soluciones alternativas, tales como variar las características del trazado, realizar taludes más tendidos, definir bermas más amplias, disponer medianas de mayor anchura, desplazar o eliminar obstáculos, etc. y, posteriormente, se analizarán los riesgos potenciales antes y después de la instalación de los sistemas de contención de vehículos. Este análisis deberá tener en cuenta, al menos lo indicado en el apartado 2.1.

Los accidentes de motociclistas se concentran en general, en aquellos tramos en los que se combinan fuertes deceleraciones con maniobras bruscas sobre la trayectoria del vehículo. En estas situaciones aumenta significativamente la probabilidad de que el conductor pierda el control de la motocicleta y como consecuencia, al caer el vehículo, el usuario se deslice por la superficie del pavimento, teniendo tendencia a salirse de la vía.

Debido a la experiencia con los sistemas de contención de vehículos que emplean como soporte los postes IPN, no se emplearán los mismos debido al peligro que suponen para los motociclistas.

Los sistemas para protección de motociclistas pueden ser de tipo continuo o puntual (éstos últimos para su empleo provisional o por razones muy justificadas de explotación). Los de tipo continuo son aquellos que garantizan que ninguna parte del motociclista supera la posición del sistema durante un eventual choque; mientras que los de tipo puntual no garantizan que ninguna parte del motociclista no supera la posición del sistema en aquella situación.

8.1.- Criterios de empleo y disposición de los sistemas para protección de motociclistas

Se recomiendan los criterios de empleo y disposición siguientes:

a) 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 de 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 inmediatamente 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.

TABLA 13. RADIO DE CURVATURA.

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

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

b) 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.

c) Se podrá recurrir al empleo de sistemas de protección puntual en configuraciones que no permitan la disposición de sistemas continuos (alineaciones curvas de radio inferior a 50 m), por cuestiones relativas a la explotación,

d) Salvo expresa justificación en contrario, no se emplearán sistemas para protección de motociclistas de ningún tipo cuando en los márgenes no existan obstáculos o desniveles próximos al borde de la calzada (apartado 2.2).

A los efectos de disponer en los sistemas de protección de motociclistas las longitudes de anticipación y retardo indicadas en el apartado 6.1, las alineaciones curvas (circulares y transiciones) de radio inferior al indicado en la tabla 13 tendrán la consideración de obstáculo.

8.2.- Selección del sistema para protección de motociclistas

El empleo de un determinado tipo de solución quedará condicionado por las características del tramo de carretera donde se pretenda aplicar y por sus propias condiciones de conservación. Como norma general se emplearán aquellos sistemas para protección de motociclistas que, presentando una severidad menor, permitan una mejor conservación y explotación del tramo de carretera donde se aplique.

En la elección de los sistemas para protección de motociclistas se deberá considerar su posible capacidad de adaptación a las circunstancias de la carretera y la posibilidad de colocación sobre diferentes sistemas de contención de vehículos.

En zonas climáticas susceptibles de nevadas, la colocación de los sistemas para protección de motociclistas deberá ser compatible con la eventual eliminación de la nieve de la plataforma de la carretera.

8.3.- Cumplimiento de las especificaciones técnicas obligatorias para los sistemas para protección de motociclistas

Los sistemas para protección de motociclistas tendrán que acreditar por medio de un certificado de conformidad el grado de cumplimiento de la UNE 135 900. Además, debido a que son elementos que se disponen simultáneamente como sistemas de contención de vehículos, deberán obtener el preceptivo marcado CE para el conjunto formado por el sistema de contención de vehículos propiamente, al que se le ha incorporado el sistema para protección de motociclistas.

A este conjunto le serán aplicación todas las especificaciones técnicas obligatorias exigidas a cualquier sistema de contención de vehículos (apartado 7).

9.- EMPLEO DE LOS ATENUADORES DE IMPACTO Y TERMINALES

Los atenuadores de impacto son dispositivos diseñados para su empleo en el inicio de una divergencia o bifurcación que tienen la capacidad, al menos, de contener los vehículos que impactan contra ellos.

Se recomienda la instalación de un atenuador de impactos en la "nariz" asociada a una divergencia o bifurcación. La disposición será preceptiva cuando no se puedan disponer adecuadamente los sistemas de contención de vehículos habitualmente instalados en la carretera (apartados 6.7.3 y 6.7.4), y en tramos de elevada siniestralidad.

Las barreras de seguridad deben contar con tratamientos específicos de sus extremos. Cuando esos extremos se han diseñado y comprobado mediante ensayos su comportamiento, como transición entre un tramo protegido por una barrera y otro que no está protegido, dichos extremos se denominan terminales. Se recomienda la instalación de terminales en emplazamientos donde la probabilidad de choque sobre el terminal no sea elevada. Dichos emplazamientos se pueden presentar más fácilmente en lugares donde no se han podido disponer las barreras de forma óptima, teniendo que recurrir a disposiciones más restrictivas.

Cuando se empleen tanto los atenuadores como los terminales, éstos se dispondrán de forma semejante a la empleada en los ensayos de acuerdo con lo especificado en la UNE-EN 1317. Para los atenuadores se deberá exigir como requisito previo que disponga del preceptivo marcado CE. Sin embargo debido a que los terminales no se encuentran sometidos en la actualidad a dicho marcado, se les exigirá un certificado de conformidad del grado de cumplimiento de la norma UNE-ENV 1317-4.

10.- EMPLEO DE LOS LECHOS DE FRENADO

Los lechos de frenado se dispondrán de acuerdo con lo prescrito en el apartado correspondiente de la Norma 3.1.- I. C. Trazado, de la Instrucción de Carreteras.

El firme en contacto con los vehículos deberá tener un elevado coeficiente de rozamiento y estará constituido por árido de granulometría discontinua. Su espesor será variable con un mínimo de 50 cm.

A efectos de protección de sus márgenes los lechos de frenado tendrán la consideración de una carretera.

Deberá tenerse en consideración que estos elementos exigen unas condiciones mínimas de conservación periódica para no comprometer el adecuado funcionamiento de los mismos.

Habida cuenta de la importancia de que no se pueda rodar libremente en toda la longitud de los lechos de frenado, será preceptiva su adecuación cada vez que sea utilizado y con una periodicidad dependiente de las circunstancias climáticas pero no inferior a dos veces al año.

Ci



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

SECRETARÍA DE ESTADO
DE INFRAESTRUCTURAS
TRANSPORTE Y VIVIENDA

SECRETARÍA GENERAL
DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL
DE CARRETERAS