

BUENAS PRÁCTICAS EN LOS MÁRGENES DE CARRETERA

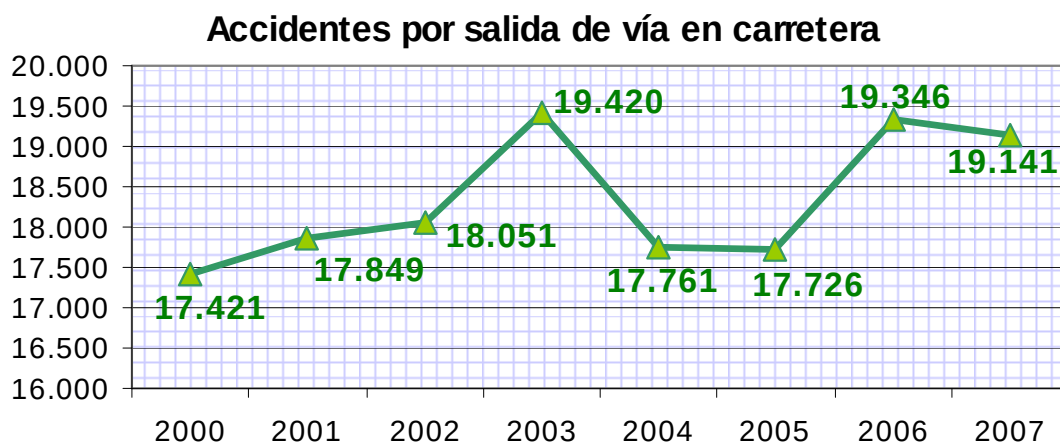
FUNDACIÓN **MAPFRE**

ÍNDICE

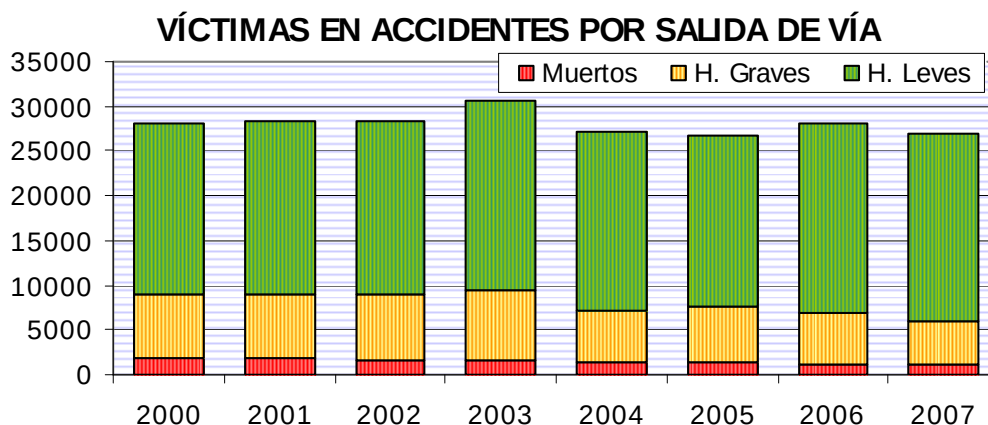
1. ANTECEDENTES.....	3
2. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE MÁRGENES.....	5
3. DESCRIPCIÓN DE PELIGROS EN LOS MÁRGENES Y MEDIANAS DE LAS CARRETERAS	6
4. RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE MÁRGENES	19
4.1. MEDIDAS A UTILIZAR	19
4.2. MEDIDAS DE BAJO COSTE RECOMENDADAS.....	39
5. TRATAMIENTO DE MÁRGENES EN ENTORNOS URBANOS.....	40
6. BIBLIOGRAFÍA	44

1. ANTECEDENTES

La accidentalidad en carretera es una de las principales preocupaciones de la sociedad actual. En el año 2007 tuvieron lugar un total de 49.820 accidentes con víctimas en las carreteras españolas, de los que un 40% fueron debidos a salidas de la calzada (por la izquierda y por la derecha). En el siguiente gráfico se muestra la evolución de los accidentes por salida de la calzada en el periodo 2000 – 2007:



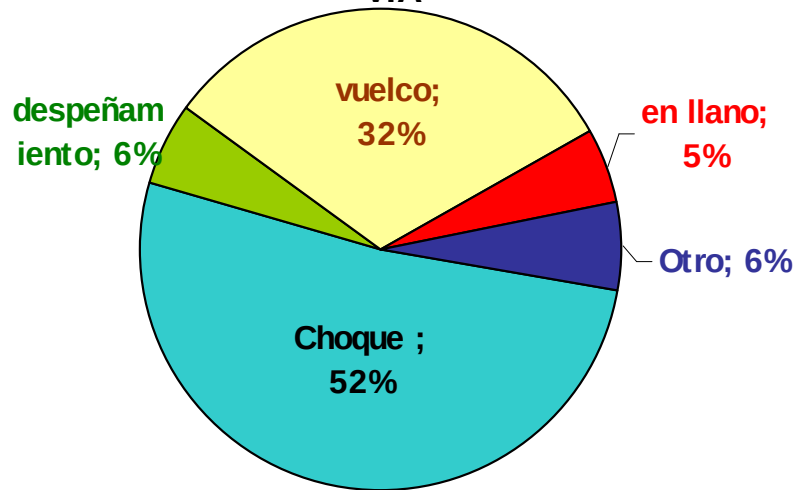
Como consecuencia de los accidentes por salida de vía, en el periodo 2000 – 2007 fallecieron un total de 12.053 personas y 212.293 personas resultaron heridas de diferente consideración.



Según datos publicados por la Dirección General de Tráfico, alrededor del 41% de los accidentes con víctimas ocurridos en 2008 se debieron a una salida de la vía, y entre 2000 y 2008 casi 13.000 personas perdieron la vida por esta causa.

El 52 % de las salidas de vía tienen como consecuencia el choque contra algún elemento situado en el margen de la vía, como árboles, postes, muros, edificios, cunetas o bordillos. Le siguen en importancia los accidentes causados por el vuelco de los vehículos que abandonan la vía (un 32% de los casos).

TIPOS DE ACCIDENTES POR SALIDA DE VÍA



Las razones por las que un vehículo puede abandonar la calzada y sufrir un accidente son variadas, pudiendo ser debidas, entre otras, al propio conductor (fatiga, distracción, influencia del alcohol), al vehículo (fallos mecánicos) o al entorno (condiciones climáticas, evitar accidentes, visibilidad reducida).

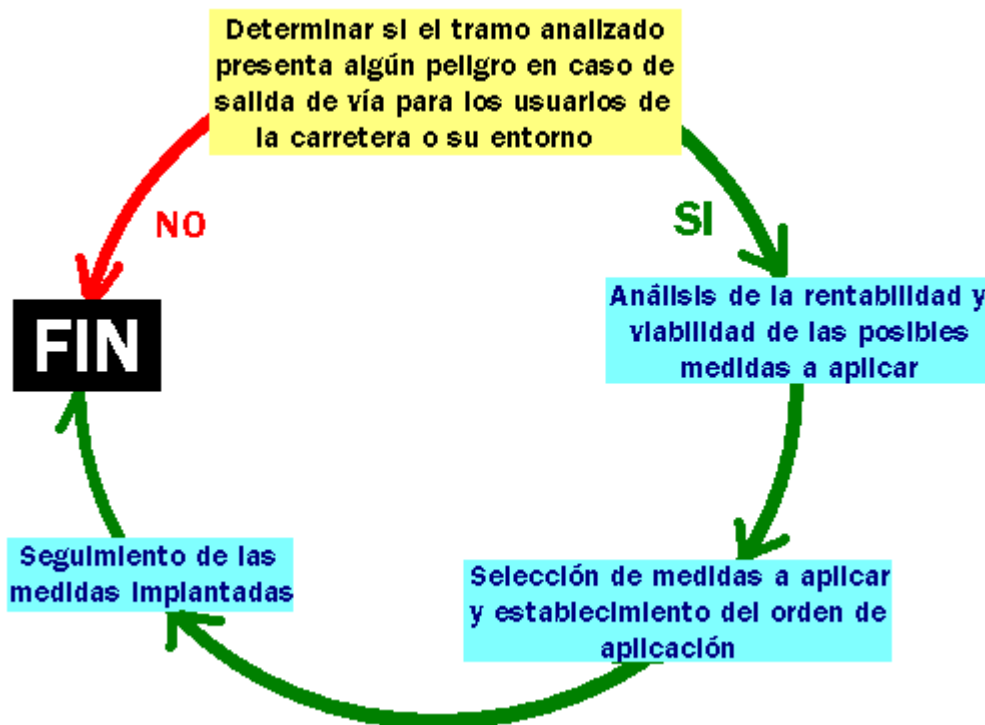
Para intentar eliminar o minimizar lo máximo posible las consecuencias de los accidentes por salida de calzada existen diversas medidas, siendo necesario analizar cada caso particular considerando diferentes criterios como las características de la carretera (volumen de tráfico, velocidad media...), el coste de instalación o el coste de mantenimiento.

Este Manual busca la identificación de los peligros (existentes y potenciales) en los márgenes de la carretera, así como definir las posibles soluciones a los mismos.

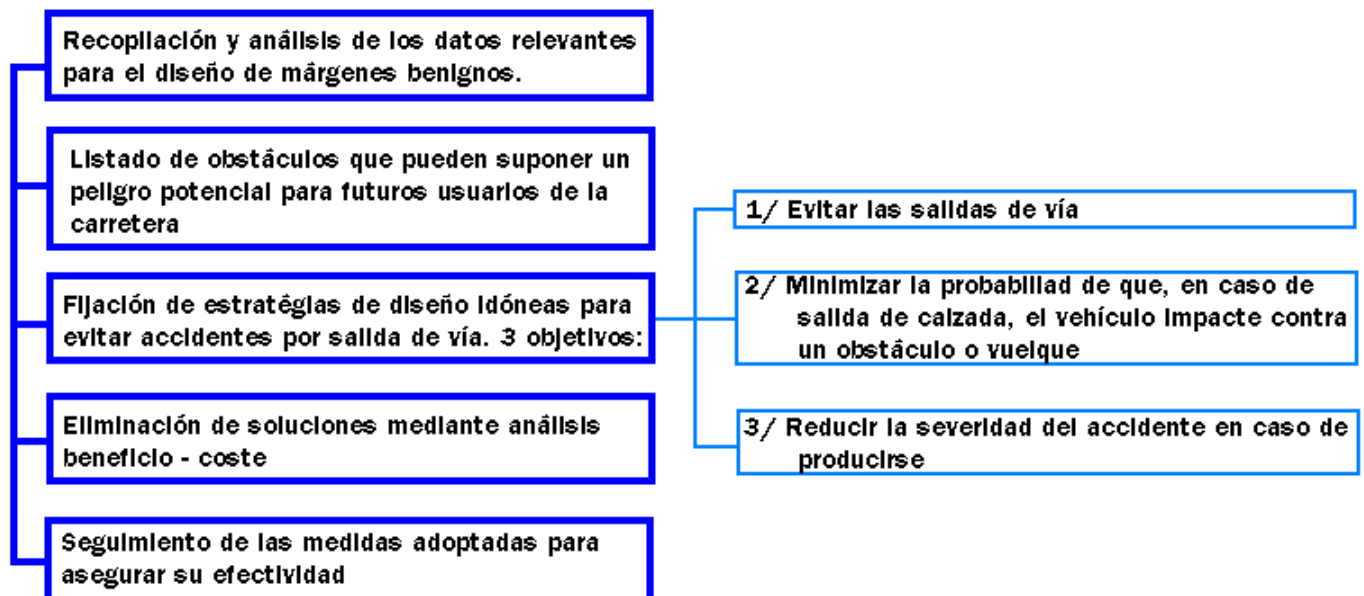
2. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO DE MÁRGENES

La metodología de diseño de márgenes diferencia entre proyectos de nuevas carreteras y vías en servicio.

Para el diseño de márgenes en carreteras en servicio se puede seguir el siguiente esquema.



El proceso de toma de decisiones relativo al diseño de márgenes en proyectos de carretera de nueva construcción se llevará a cabo en las cinco fases siguientes.



3. DESCRIPCIÓN DE PELIGROS EN LOS MÁRGENES Y MEDIANAS DE LAS CARRETERAS

Los peligros existentes en los márgenes de las carreteras se pueden clasificar una de las tres categorías siguientes:

1. **Peligros continuos**: son todos aquellos dispuestos a lo largo de la calzada durante una longitud considerable.
2. **Peligros discontinuos**: Son aquellos peligros dispuestos de manera puntual en los márgenes y medianas de las carreteras.
3. **Otras situaciones** : como los postes de barrera metálica, altura de barrera insuficiente, discontinuidades de barrera...

Las siguientes fichas recogen las principales características de los posibles peligros existentes y potenciales de los márgenes y medianas de carreteras.

PELIGRO	CUNETAS	
TIPO	Peligro continuo	
DESCRIPCIÓN	Zanja longitudinal ubicada junto a la plataforma cuyo objetivo es facilitar el desagüe de la carretera.	
RIESGO	Pueden provocar el vuelco de los vehículos que abandonan, erráticos, la calzada.	
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	Norma 5.2-IC "Drenaje Superficial" define 4 tipos de cunetas: 1. Cuneta de seguridad 2. Cuneta triangular 3. Cuneta trapezoidal 4. Cuneta reducida Una cuneta reducida, triangular o trapezoidal es peligrosa cuando su profundidad máxima es mayor de 15 cm. Las cunetas de seguridad nunca se consideran peligrosas, sea cual sea su profundidad	
EJEMPLO		

PELIGRO	DESMONTES Y TERRAPLENES	
TIPO	Peligro continuo	
DESCRIPCIÓN	Un <u>terraplén</u> es un talud constituido por material de relleno para compensar el desnivel existente en los márgenes de una carretera. Un <u>desmonte</u> es un talud creado cuando un tramo de carretera atraviesa una colina o elevación en el terreno	
RIESGO	Resultan peligrosos en la medida que pueden provocar el vuelco de los vehículos que salgan incontroladamente de la calzada	
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	Se pueden clasificar de la siguiente manera: – Recuperables, aquellos terraplenes con pendientes 1:4 o menores. – No recuperables pero franqueables: los taludes comprendidos entre 1:3 y 1:4 – Críticos: los taludes mayores de 1:3 En los taludes críticos el riesgo de vuelco se incrementa de manera sustancial.	
EJEMPLO		

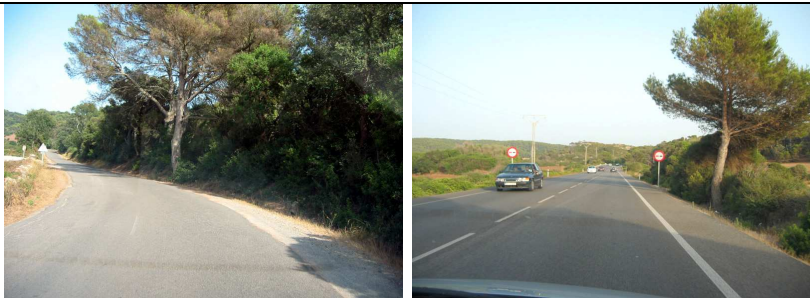
PELIGRO	PUENTES, VIADUCTOS Y CORONACIONES DE MUROS DE SOSTENIMIENTO	
TIPO	Peligro continuo	
DESCRIPCIÓN	Los <u>puentes</u> y los <u>viaductos</u> son construcciones artificiales que permiten salvar accidentes geográficos, como ríos, permitiendo el paso sobre el mismo. Los <u>muros de sostenimiento</u> son obras de fábrica construidas para mantener en su posición los taludes de las excavaciones y los terraplenes.	
RIESGO	El desnivel existente entre la plataforma y el terreno en puentes, viaductos y coronaciones de muros de sostenimiento constituye un peligro en todos los casos, independientemente de la velocidad. El riesgo de despeñamiento puede resultar muy grave, tanto para los ocupantes del vehículo como para terceros.	
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	En todos los casos el riesgo de despeñamiento es elevado.	
EJEMPLO		

PELIGRO	LATERAL DE PIEDRA NATURAL
TIPO	Peligro continuo
DESCRIPCIÓN	Carreteras en las una de sus márgenes o las dos, en el caso de carreteras en trincheras, es un talud de piedra natural cuya inclinación en prácticamente vertical.
RIESGO	Las laderas de piedra natural constituyen frecuentemente un peligro por su perfil irregular que puede provocar el vuelco, rebote o enganchamiento del vehículo.
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	En todos los casos este tipo de ladera resulta peligroso en caso de accidente por salida de calzada.
EJEMPLO	

PELIGRO	PANTALLAS ANTIRRUIDO, MUROS Y SIMILARES
TIPO	Peligro continuo
DESCRIPCIÓN	Las pantallas antirruido y similares se utilizan para disminuir el impacto sonoro de la infraestructura viaria en las zonas próximas a la misma.
RIESGO	Las pantallas antirruido y muros continuos en las proximidades de la calzada constituyen un peligro tanto para los ocupantes de los vehículos que circulan por la carretera, como para otros usuarios, ya que se puede producir la caída de objetos de masa considerable.
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	Son consideradas un peligro en toda su longitud independientemente de su altura.
EJEMPLO	

PELIGRO	BORDILLOS
TIPO	Peligro continuo
DESCRIPCIÓN	Los bordillos se utilizan frecuentemente para el control del drenaje, delineación de la calzada, canalizaciones, separación entre la acera y el pavimento y reducción de las operaciones de conservación.
RIESGO	No es deseable la utilización de los bordillos en carreteras en las que se pueden alcanzar velocidades elevadas – ya que, en el caso de que un vehículo abandone la calzada e impacte contra ellos, se puede producir el rebote o el vuelco del mismo. – no es conveniente su instalación delante de sistemas de contención, ya que en caso de que un vehículo impacte contra ellos, su trayectoria y el posterior comportamiento de la barrera son impredecibles. En cualquier caso, todas las combinaciones bordillo-barrera (relativamente frecuentes en puentes) deben ser probadas en un laboratorio de ensayos.
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	En general, se consideran peligrosos los bordillos cuya altura supere los 15 cm. ya que pueden provocar el rebote del vehículo ligero y el vuelco del pesado.
EJEMPLO	

PELIGRO	MEDIANA
TIPO	Peligro continuo
DESCRIPCIÓN	Son las franjas longitudinales situadas entre dos calzadas con el fin de separar los sentidos de circulación.
RIESGO	La invasión de la calzada de sentido contrario constituye uno de los accidentes más graves que se puede producir en una carretera. Un drenaje inadecuado de la mediana supone un elevado riesgo de hidroplaneo de los vehículos que circulan por el carril más próximo a la misma aumentando el riesgo de accidente.
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	La Orden Circular 321/95 T. y P. especifica que la calzada adyacente se considera un obstáculo a todos los efectos y establece en que casos es recomendable la instalación de barrera de seguridad
EJEMPLO	

PELIGRO	ÁRBOLES
TIPO	Peligro discontinuo
DESCRIPCIÓN	La existencia de árboles en las proximidades de la traza de la carretera es mayor en las carreteras convencionales.
RIESGO	El análisis estadístico de los accidentes por salida de calzada llevado a cabo en los 9 países analizados en el proyecto Riser determinó que la mayoría (28%) se producen por choques contra árboles. Distintos estudios han demostrado que las colisiones con árboles a velocidades mayores de 70 Km/h provocan víctimas mortales en la mayoría de los casos Además, los árboles próximos a la vía pueden reducir la visibilidad en curvas e intersecciones.
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	En los márgenes y medianas de carreteras, los árboles se consideran peligrosos cuando su diámetro es superior a 15 cm.
EJEMPLO	

PELIGRO	ROCAS
TIPO	Peligro discontinuo
DESCRIPCIÓN	Las rocas en los márgenes de las carreteras incrementan las consecuencias de los accidentes por salida de vía.
RIESGO	Las rocas situadas próximas a la vía representan un peligro en caso de accidente por salida de la calzada debido a su gran rigidez. Pueden provocar enganchamientos, rebotes o vuelcos en los vehículos que impacten contra ellas.
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	Las rocas situadas en los márgenes de las carreteras sin protección constituyen un peligro con independencia de su tamaño.
EJEMPLO	

PELIGRO	PASOS SALVACUNETAS
TIPO	Peligro discontinuo
DESCRIPCIÓN	Los pasos salvacunetas se pueden definir como las obras a realizar para, manteniendo la continuidad de la cuneta, permitir el acceso de vehículos desde la carretera a las fincas adyacentes o a los caminos que parten de la misma ¹ .
RIESGO	En el caso de que un vehículo salga de la calzada en las proximidades de un paso salva-cunetas e introduzca sus ruedas en la cuneta, ésta le guiará directamente contra dicha obra de drenaje produciéndose una parada brusca o enganchamiento del vehículo.
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	Siempre que las cunetas no estén adecuadamente protegidas.
EJEMPLO	

¹ **FUENTE:** <http://www.miliarium.com/Proyectos/Carreteras/Pliegos/pliego3d.asp>

PELIGRO	LUMINARIAS	
TIPO	Peligro discontinuo	
DESCRIPCIÓN	La Norma UNE-EN 60598-1 define luminaria como un aparato de alumbrado que reparte, filtra o transforma la luz emitida por una o varias lámparas y que comprende todos los dispositivos necesarios para el soporte, la fijación y la protección de lámparas, (excluyendo las propias lámparas) y, en caso necesario, los circuitos auxiliares en combinación con los medios de conexión con la red de alimentación.	
RIESGO	Su rigidez las convierte en elementos muy peligrosos en caso de salida de calzada de un vehículo debido al fenómeno de enganchamiento. En muchas ocasiones la barrera metálica de seguridad que debería proteger a los usuarios de un posible choque contra este equipamiento viario se encuentra instalada demasiado próxima al poste, lo cual impide el correcto funcionamiento del sistema, que necesita una anchura de trabajo determinada en función del nivel de contención deseado.	
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	Siempre que estén situadas en el margen de la carretera sin la adecuada protección.	
EJEMPLO		

PELIGRO	POSTES DE SEÑALIZACIÓN Y LÍNEAS AÉREAS (TELÉFONO, ELECTRICIDAD)	
TIPO	Peligro discontinuo	
DESCRIPCIÓN	Obstáculos rígidos frecuentemente situados en los márgenes de las carreteras, cuya dimensión en altura es muy superior a su sección.	
RIESGO	Objetos muy agresivos en caso de impacto debido al fenómeno de enganchamiento	
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	Se consideran peligrosos cuando su diámetro es superior a 15 cm. No obstante, la peligrosidad de estos elementos no debería referirse únicamente al diámetro, sino también a su rigidez mecánica. A efectos de establecer un valor mínimo para la rigidez de un elemento vertical, por encima del cual debe ser considerado peligroso, resulta razonable tomar como parámetro para el acero el módulo de sección (W_{xx}) en la dirección de mayor inercia cuando es mayor de 81 cm^3 (que corresponde al perfil normalizado IPN-140). Los soportes de pórticos y banderolas de señalización se consideran peligrosos para velocidades iguales o superiores a 60 Km/h.	
EJEMPLO		

PELIGRO	PILARES Y ESTRIBOS DE PUENTES
TIPO	Peligro discontinuo
DESCRIPCIÓN	Los estribos o pilas externas de los puentes soportan las cargas que transmite el tablero.
RIESGO	Diversos estudios han demostrado que la tasa de mortalidad de los ocupantes del vehículo en impactos contra pilares de puentes es extremadamente alta en comparación con otros obstáculos situados en los márgenes de la carretera. Los estribos contiguos a la plataforma (sobre todo en forma de muro vertical paralelo a la carretera) no sólo perjudican la visibilidad disponible en una curva a la derecha, sino que también reducen (o incluso pueden anular) la zona de seguridad. Los muros de acompañamiento representan un peligro especial, pues un vehículo que abandone la plataforma chocará frontalmente con ellos. Resultan mejores los estribos abiertos² pues la visibilidad es mejor, y el talud puede no representar un obstáculo peligroso si no es muy inclinado.
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	El impacto contra estos elementos a velocidades iguales o superiores a 60 Km/h puede resultar crítico tanto para turismos como para vehículos pesados, debido al efecto de enganchamiento.
EJEMPLO	

² Los que tienen un talud entre la plataforma y el apoyo del tablero.

PELIGRO	EXTREMOS DE BARRERA AGRESIVOS
TIPO	Peligro discontinuo
DESCRIPCIÓN	Extremos de barrera en forma de cola de pez.
RIESGO	Una ejecución deficiente de los extremos de barrera puede traer consigo empotramientos o vuelcos por efecto rampa.
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	Los extremos de barrera que no cumplan los requisitos recogidos en la Norma Europea EN 1317, aprobada en 1998 y publicada como Norma UNE en 1999, pueden constituir un peligro en sí mismos.
EJEMPLO	 

PELIGRO	PASOS DE MEDIANA
TIPO	Peligro discontinuo
DESCRIPCIÓN	La colocación de pasos de mediana responde a un criterio de aumento de la seguridad, para su utilización por parte de los servicios de emergencia en caso de que sea necesario, pero en muchos casos se produce el efecto contrario.
RIESGO	Las interrupciones en las barreras disminuyen la seguridad en esos puntos, ya que no existe ningún elemento de contención para evitar que los vehículos invadan el sentido contrario en caso de salida de vía por la izquierda.
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	La mayor parte de las Administraciones de carreteras de los países de la Unión Europea (previa a la ampliación) han tomado la decisión de eliminar la mayor parte de los pasos de mediana, excepto cuando son estrictamente necesarios, en cuyo caso se instalan barreras desmontables.
EJEMPLO	 

PELIGRO	TRANSICIONES ENTRE BARRERAS DE SEGURIDAD	
TIPO	Peligro discontinuo	
DESCRIPCIÓN	Son los tramos intermedios que conectan longitudinalmente dos tramos de barrera de distinto comportamiento (nivel de contención y/o clase de deformación). Dicho tramo se considera como una barrera de seguridad con algunas particularidades.	
RIESGO	El paso de una barrera más deformable (barrera metálica) a otra más rígida (barrera de hormigón), puede producir el enganchamiento de un vehículo en el punto de transición.	
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	Todas aquellas que no estén realizadas conforme a lo establecido en las instrucciones y reglamentaciones.	
EJEMPLO		

PELIGRO	EDIFICACIONES	
TIPO	Peligro discontinuo	
DESCRIPCIÓN	Edificios situados en las proximidades de la carretera	
RIESGO	En caso de accidente por salida de vía, elevado riesgo de choque contra las edificaciones cercanas.	
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	Las edificaciones próximas a la calzada pueden considerarse zonas peligrosas dependiendo de las intensidades de tráfico y de que la velocidad de proyecto de la carretera sea superior a 60 Km/h. En el caso de que la edificación se encuentre habitada o sirva de almacén para sustancias peligrosas, la zona se considerará peligrosa con independencia de cualesquiera otras consideraciones.	
EJEMPLO		

PELIGRO	POSTES DE BARRERA METÁLICA
TIPO	Otras situaciones
DESCRIPCIÓN	A pesar de que las barreras de seguridad han sido diseñadas tradicionalmente para la contención de vehículos, sin tener en cuenta a usuarios vulnerables, en la actualidad esto ha cambiado prestándose una atención especial a estos grupos de usuarios.
RIESGO	Cuando un motociclista cae de su vehículo y se desliza en dirección hacia la barrera de seguridad, puede ocurrir, si el sistema no está provisto de sistemas de protección adecuados para motociclistas: • Que el motociclista impacte contra alguno de los postes de la barrera. • Que el cuerpo del motociclista traspase el sistema de contención y caiga o impacte contra el obstáculo que se pretende proteger.
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	Postes sin proteger, en especial en aquellos itinerarios más frecuentados por los motociclistas.
EJEMPLO	

PELIGRO	DISCONTINUIDADES ENTRE BARRERAS DE SEGURIDAD PRÓXIMAS
TIPO	Otras situaciones
DESCRIPCIÓN	Discontinuidades no justificadas entre barreras de seguridad próximas entre sí.
RIESGO	Un vehículo que abandona la vía puede introducirse por el espacio comprendido entre dos barreras contiguas pudiendo chocar contra el peligro que dichas barreras intentan proteger.
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	Las discontinuidades no justificadas entre dos tramos consecutivos de barrera serán consideradas como peligro potencial si la distancia entre los extremos de barrera es inferior a 50 metros.
EJEMPLO	

PELIGRO	ALTURA DE BARRERA INSUFICIENTE
TIPO	Otras situaciones
DESCRIPCIÓN	Existen dos causas que explican la existencia de una altura deficiente de la barrera metálica: • Instalación deficiente. • No ajustar la altura de la barrera tras el repavimentado de una carretera.
RIESGO	Una altura de barrera insuficiente puede constituir un grave peligro para los ocupantes de un vehículo en caso de choque contra el sistema de contención ya que existe la posibilidad de que se produzca un vuelco.
PÁRAMETROS A PARTIR DE LOS QUE ES PELIGROSO	Toda aquella altura de barrera inferior a la establecida en las Recomendaciones sobre Sistemas de Contención: <i>"...Siempre que instalen, repongan o sea necesario recrecer las barreras, la altura de la parte superior de una barrera de seguridad metálica tipo BM**A será de 70 cm, con una tolerancia de 5 cm en más y 0 cm en menos; para barreras de hormigón será igual o mayor que 80 cm, con una tolerancia de 3 cm en más y 2 cm en menos sobre la altura especificada en el Catálogo anexo a las presentes Recomendaciones..."</i>
EJEMPLO	

4. RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE MÁRGENES

4.1. MEDIDAS A UTILIZAR

Existen 3 tipos de Recomendaciones para el Diseño de Márgenes de Carreteras:

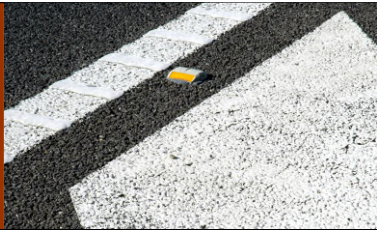
1. Evitar la salida de la calzada de los vehículos
2. Reducir las probabilidades de que un vehículo que salga de la calzada sufra un accidente por choque o vuelco
3. Tratar de minimizar las consecuencias del accidente en caso de que este llegase a producirse.

A continuación se recogen, en formato fichas, las diferentes medidas que se pueden utilizar para la mejora del diseño de los márgenes de carretera.

	HITOS DE ARISTA RECOMENDADA PARA: Evitar la salida de la calzada de los vehículos						
DEFINICIÓN	Los hitos de arista son unos postes de policloruro de vinilo (PVC) rígido, dotados de uno o varios elementos retrorreflectantes, que se colocan verticalmente en el margen de la plataforma de la carretera con el fin de guiar a los vehículos en condiciones de visibilidad deficiente (noche, lluvia, niebla, etc.). La altura del hito de arista sobre el pavimento debe ser de 1,05 m.						
ENTORNO LEGAL	Orden Circular 309/90 C y E sobre hitos de arista						
IMPLANTACIÓN	Su implantación se realizará en primer lugar coincidiendo con todos los hectómetros de la carretera (colocados dividiendo en 10 partes iguales la distancia entre dos hitos kilométricos sucesivos). No se colocarán hitos coincidentes con los kilómetros. Una vez colocados todos los hectómetros, se procederá a colocar entre dos hectómetros sucesivos un número de hitos de arista, (iguales a los hectómetros pero sin el número) variable entre 1 y 9 en función de la curva o recta de que se trate, según el criterio de la tabla siguiente:						
	RADIO (en m)	DISTANCIA (en m)	Nº DE HITOS por Hm	1^{er} hm contiguo	2º hm contiguo	3^{er} hm contiguo	4º hm contiguo
	< 100	10	10	12,5	16,66	25	50
	100-150	12,50	8	16,66	25	50	50
	151-200	16,66	6	25	50	50	50
	201-300	20	5	33,33	50	50	50
	301-500	25	4	33,33	50	50	50
	601-700	33,33	3	50	50	50	50
>700	50	2	50	50	50	50	

		PANELES DIRECCIONALES RECOMENDADA PARA: Evitar la salida de la calzada de los vehículos
DEFINICIÓN	Los paneles direccionales se utilizan para el guiado de los vehículos en alineaciones curvas. En su cara vista son planos y generalmente de chapa de acero galvanizada. El fondo de color azul oscuro no es retrorreflectante, pero las franjas blancas sí.	
ENTORNO LEGAL	Norma 8.1-IC "Señalización vertical".	
IMPLANTACIÓN	Su instalación depende de la velocidad a la que la curva puede ser recorrida (V_c) y la velocidad que se puede alcanzar antes de una curva (V_m) para poder recorrerla a la velocidad V_c	

		MARCAS VIALES RECOMENDADA PARA: Evitar la salida de la calzada de los vehículos
DEFINICIÓN	La señalización horizontal de las carreteras constituye un elemento fundamental de guía para los usuarios, especialmente en condiciones de visibilidad restringida	
ENTORNO LEGAL	Norma 8.2-IC "Marcas Viales" Artículo 700 del PG-3 (Orden de 28 de diciembre de 1999)	
IMPLANTACIÓN	Pese a que dicha Norma establece cuándo deben utilizarse, en algunas ocasiones, en carreteras de escaso tráfico existen dudas a la hora de decidir si se pintan marcas viales o no y si se hace, debido a la optimización de los presupuestos, unas veces se decide pintar el eje y otras las marcas laterales. Se aconseja en estos casos seguir las siguientes recomendaciones: "NOTA DE SERVICIO 2/07 SOBRE LOS CRITERIOS DE APLICACIÓN Y DE MANTENIMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL"	

		CAPTAFAROS RECOMENDADA PARA: Evitar la salida de la calzada de los vehículos
DEFINICIÓN	Un captafaro es un elemento de guía horizontal que refleja la luz incidente por medio de unos retrorreflectores para guiar a los conductores en condiciones de visibilidad reducida (de noche, con lluvia, con niebla, etc.). Está constituido por: • Elementos retrorreflectantes, incoloros o de color. Pueden ser de vidrio o plástico. • Un cuerpo que los aloja y soporta el paso de las ruedas. • Un sistema de fijación permanente al pavimento por adherencia, anclaje o incrustación.	
ENTORNO LEGAL	Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (O.M 28-12-99)	
IMPLANTACIÓN	El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares fijará la naturaleza y características de los captafaros, estableciendo como mínimo: • El número de caras retrorreflectantes, así como el color. • Las dimensiones, incluidas sus tolerancias, del captafaro retrorreflectante. • El tipo de captafaro en función de la naturaleza de su retrorreflector. • El procedimiento de fijación a la superficie del pavimento.	

		RESALTOS EN MARCAS VIALES RECOMENDADA PARA: Evitar la salida de la calzada de los vehículos
DEFINICIÓN	Las marcas viales con resaltos fueron diseñadas específicamente para mantener sus propiedades retrorreflectantes bajo la lluvia o humedad. Pero este tipo de equipamiento tiene un efecto secundario que ha sido aprovechado para evitar los accidentes por salida de calzada debidos a distracciones o somnolencia de los conductores. Se trata del ruido y la vibración producidos por los vehículos al pisar sus ruedas los resaltos.	
ENTORNO LEGAL	Norma 8.2-IC "Marcas Viales" Artículo 700 del PG-3 (Orden de 28 de diciembre de 1999)	
IMPLANTACIÓN	Los efectos acústicos y vibratorios deben estar equilibrados para no asustar al conductor. Los resaltos pueden estar situados sobre la propia marca vial o en su exterior (lo que puede hacer más eficaz su mantenimiento). Estas marcas no son recomendables en el eje (son menos visibles con sol de frente), limitándose a los bordes de carriles, de manera que avisen al conductor de una posible salida de la calzada.	

		MARCADO REFLECTANTE DE ÁRBOLES RECOMENDADA PARA: Evitar la salida de la calzada de los vehículos
DEFINICIÓN	La existencia de hileras de árboles próximas a la calzada constituye un problema ya que no siempre es posible replantar los árboles, ni la protección de los mismos, por ejemplo mediante barreras, al estar demasiado próximos a la calzada	
ENTORNO LEGAL	Instrucción 7.1-IC "Plantaciones en las zonas de servidumbre de las carreteras"	
IMPLANTACIÓN	Una medida de bajo coste para mejorar la percepción de los árboles en condiciones de visibilidad restringida (noche, niebla, lluvia, etc.), es la marcación de cada árbol con cintas adhesivas retrorreflectantes.	

		PAVIMENTOS ANTIDESLIZANTES RECOMENDADA PARA: Evitar la salida de la calzada de los vehículos
DEFINICIÓN	El único contacto deseable entre vehículo y pavimento se produce a través de los neumáticos. El nivel de adherencia entre uno y otro puede evitar (o propiciar) accidentes por deslizamiento, lo que suele producirse con calzada mojada. Esta adherencia depende de la microrugosidad y de la macrorugosidad (esta última contribuye sobre todo a reducir el hidroplaneo para altas velocidades). Un pavimento deslizante en curvas propicia salidas de vía, en intersecciones puede provocar alcances, y antes de pasos de peatones, atropellos	
ENTORNO LEGAL	Entre otras, – Norma 6.1-IC "Secciones de firme" (VIGENTE) (13-12-03) – Norma 6.3-IC "Rehabilitación de firmes" (VIGENTE) (13-12-03) – PG-3 (Orden de 28 de diciembre de 1999)	
IMPLANTACIÓN	En aquellas localizaciones donde se haya detectado una propensión a que se produzca humedad en la calzada provocando una resistencia al deslizamiento insuficiente, causando con frecuencia accidentes por salida de vía, se valorará la utilización de pavimentos antideslizantes de manera puntual.	

		MEJORA DE LA GEOMETRÍA EN CURVAS HORIZONTALES RECOMENDADA PARA: Evitar la salida de la calzada de los vehículos
DEFINICIÓN	Fijada una cierta velocidad de proyecto, el radio mínimo a adoptar en las curvas circulares se determinará en función de: • El peralte y el rozamiento transversal movilizado. • La visibilidad de parada en toda su longitud. • La coordinación del trazado en planta y alzado, especialmente para evitar pérdidas de trazado	
ENTORNO LEGAL	Norma 3.1-I.C "Trazado"	
IMPLANTACIÓN	El rediseño de una curva se efectuará en aquellos emplazamientos en los que se cumplan tres condiciones: 1. Índices de Peligrosidad y de Mortalidad por salida de vía significativamente superiores a la media. 2. Ineficacia de medidas de bajo coste como la señalización vertical, horizontal y balizamiento. 3. Presencia de obstáculos que no puedan ser eliminados ni protegidos eficazmente por su cercanía a la carretera.	

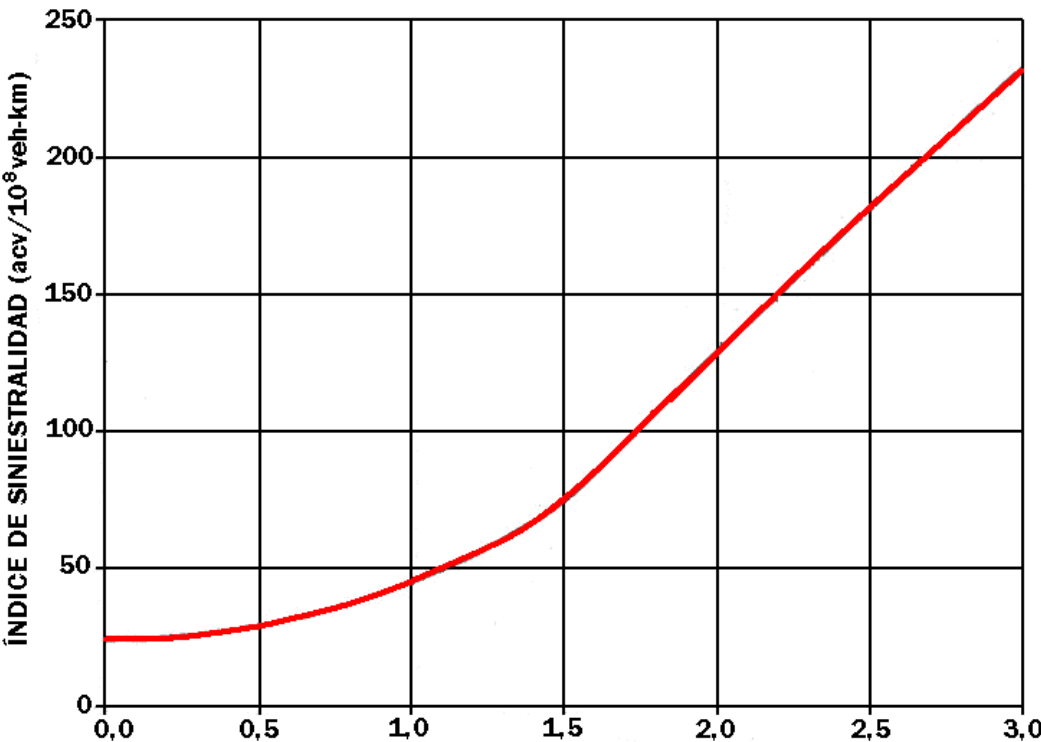
		MEJORA DE LAS NARICES EN DIVERGENCIAS³
		RECOMENDADA PARA: Evitar la salida de la calzada de los vehículos
DEFINICIÓN	A efectos de aplicación de la Instrucción 3.1. I.C. –“Trazado” se define nariz como “...Superficie de plataforma común a dos vías, comprendida entre la sección en que se separan las calzadas y la sección en que se separan las plataformas...”	
ENTORNO LEGAL	Norma 3.1-I.C “Trazado”	
IMPLANTACIÓN	Se recomienda para evitar accidentes por salida de la calzada: • La inclinación transversal la menor posible • La superficie pavimentada lo mayor posible • La creación de una amplia zona de seguridad tras la nariz mediante la explanación del terreno • Disponer un lecho de frenado. En la nariz se debe evitar la presencia de: • Cunetas y otros elementos de desagüe superficial que no sean franqueables por un vehículo; especialmente los que sobresalgan del terreno (como las impostas), y los que representen una discontinuidad en su superficie (como las arquetas y pozos no cubiertos) • Cualquier tipo de obstáculo aislado (pila, báculo, árbol...) • El comienzo de las barreras de seguridad situadas junto a los arcenes: la del tronco (que se prolonga en la defensa del apoyo de un paso superior, o en el petril de un paso inferior), y la del ramal (que se prolonga en la defensa del desnivel entre ambas vías). La nariz se debería situar suficientemente alejada tanto de la obra de paso como del desnivel que necesita la implantación de las barreras. Donde sea inevitable la presencia de alguno de estos elementos de riesgo, los usuarios deben estar protegidos por un amortiguador de impactos.	

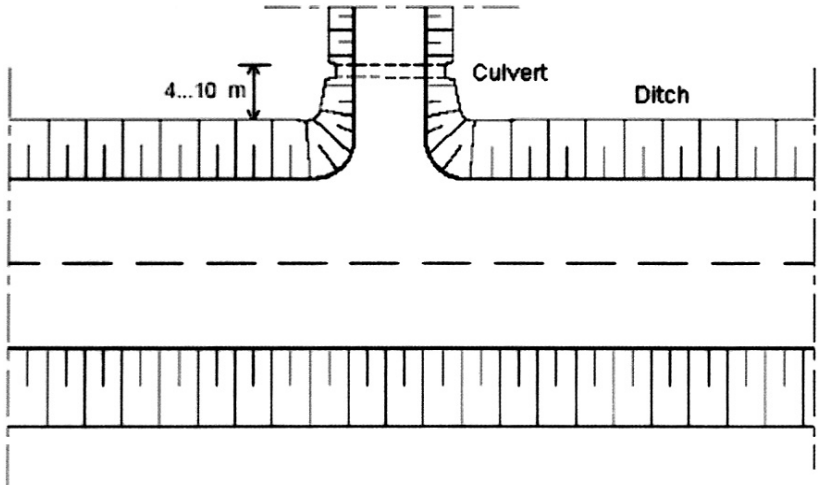
³ Fuente: La sección transversal de las carreteras: un diseño orientado a la seguridad.

	ZONA DE SEGURIDAD RECOMENDADA PARA: Minimizar la probabilidad de que un vehículo choque contra un obstáculo en caso de salida de calzada.																								
DEFINICIÓN	La <i>zona de seguridad</i> es el área que puede utilizar de una manera segura los conductores de los vehículos que por cualquier razón salen de la calzada, para detener el vehículo o recuperar su control. Se trata de un área adyacente a la carretera, libre de obstáculos o taludes peligrosos. Comienza en el borde la calzada y puede incluir un arcén, un talud recuperable, un talud no recuperable y/o un área de despeje. La anchura necesaria dependerá para cada caso concreto de los volúmenes de tráfico, las velocidades y la geometría de la carretera																								
ENTORNO LEGAL	O.C. 321/95 T y P. Recomendaciones sobre los sistemas de contención de vehículos.																								
IMPLANTACIÓN	Los requisitos imprescindibles que deben poseer las zonas de seguridad son: • Minimizar las consecuencias de una salida de calzada. • La anchura debería ser aquella que asegurara que la mayoría de los vehículos que sufrieran una salida de calzada no abandonarán la zona de seguridad. esta anchura se define en función de: 1. La clase de carretera (calzada única o calzadas separadas). 2. El trazado en planta. 3. En las curvas, la situación de la margen respecto de la plataforma. 4. La pendiente transversal de la margen. 5. La gravedad del accidente que se pretende evitar. • Sólo deberían existir taludes que no provocaran vuelcos en caso de salida de la calzada. • La superficie debería ser homogénea y nivelada para evitar vuelcos. • No deberían existir objetos sin proteger ubicados en el interior de la zona de seguridad. La tabla siguiente muestra la relación entre la anchura de la zona de seguridad y la reducción de los accidentes por salida de calzada según un estudio llevado a cabo en el Reino Unido. <table><tr><th></th><th colspan="2">Reducción de los accidentes por salida de calzada (%)</th></tr><tr><th>Distancia incrementada en la zona de seguridad (metros)</th><th>En recta</th><th>En curva</th></tr><tr><td>1,5</td><td>13</td><td>9</td></tr><tr><td>2,4</td><td>21</td><td>14</td></tr><tr><td>3,0</td><td>25</td><td>17</td></tr><tr><td>3,6</td><td>29</td><td>19</td></tr><tr><td>5,0</td><td>35</td><td>23</td></tr><tr><td>6,0</td><td>44</td><td>29</td></tr></table> Desde el punto de vista estrictamente ambiental, disponer de una anchura apreciable de zona lateral de seguridad (y de medianas) posibilita la implantación de vegetación de poco porte, reduciendo los impactos ambientales de la infraestructura.		Reducción de los accidentes por salida de calzada (%)		Distancia incrementada en la zona de seguridad (metros)	En recta	En curva	1,5	13	9	2,4	21	14	3,0	25	17	3,6	29	19	5,0	35	23	6,0	44	29
	Reducción de los accidentes por salida de calzada (%)																								
Distancia incrementada en la zona de seguridad (metros)	En recta	En curva																							
1,5	13	9																							
2,4	21	14																							
3,0	25	17																							
3,6	29	19																							
5,0	35	23																							
6,0	44	29																							

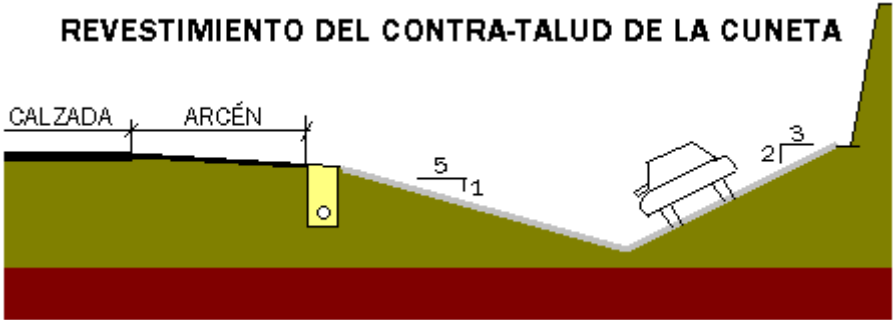
	DESMONTES⁴ RECOMENDADA PARA: Minimizar la probabilidad de que un vehículo choque contra un obstáculo en caso de salida de calzada.
DEFINICIÓN	El Reglamento General de Carreteras (R.D 1812/1994) define desmonte como "Parte de la explanación situada bajo el terreno original"
ENTORNO LEGAL	Norma 3.1-IC "Trazado"
IMPLANTACIÓN	En los desmontes es difícil poder disponer de una zona de seguridad, pues aumentan el volumen de las excavaciones y la anchura de la zona ocupada. Las circunstancias en las que se puede justificar esos aumentos, pueden ser: • La creación de despejes para aumentar la disponibilidad disponible • La creación de una zona para almacenar o recoger desprendimientos localizados del talud del desmonte. Esa zona suele consistir en un cuentón; pero si el tamaño de los desprendimientos es reducido, también se puede disponer más pequeña arrimada al pie del talud. • Utilización del material adicional excavado como préstamos. La berma se puede integrar en el talud de la cuneta. Donde hay riesgo de caída de bloques procedentes del desmonte, es muy frecuente disponer cuentones (tipo Ritchie) de gran altura y profundidad, para recogerlos antes de que lleguen a la plataforma. Como su profundidad representa un peligro grave para los ocupantes de un vehículo que caiga a ellos, entre ellos y la berma ha que disponer una barrera de seguridad. Junto con la utilización de los cunetones tipo Ritchie y de los almacenamientos de desprendimientos al pie del talud, una buena solución compatible es el empleo de unas pantallas dispuestas al pie del talud, cuyas características (especialmente resistente) se deben adecuar a la naturaleza de los desprendimientos.

⁴ Fuente: La sección transversal de las carreteras: un diseño orientado a la seguridad.

	REDUCCIÓN DEL NÚMERO DE ACCESOS E INTERSECCIONES RECOMENDADA PARA: Minimizar la probabilidad de que un vehículo choque contra un obstáculo en caso de salida de calzada.																
DEFINICIÓN	El siguiente gráfico muestra la relación existente entre el índice de peligrosidad y el número de accesos de una carretera.  <table border="1"> <caption>Data points estimated from the graph</caption> <thead> <tr> <th>Densidad de Accesos e Intersecciones (acc/Km)</th> <th>Índice de Siniestralidad (acv/10⁸ veh-km)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.0</td><td>25</td></tr> <tr><td>0.5</td><td>30</td></tr> <tr><td>1.0</td><td>45</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>75</td></tr> <tr><td>2.0</td><td>130</td></tr> <tr><td>2.5</td><td>185</td></tr> <tr><td>3.0</td><td>230</td></tr> </tbody> </table> FUENTE: Ingeniería de carreteras. Volumen 1. Carlos Kraemer y otros.	Densidad de Accesos e Intersecciones (acc/Km)	Índice de Siniestralidad (acv/10 ⁸ veh-km)	0.0	25	0.5	30	1.0	45	1.5	75	2.0	130	2.5	185	3.0	230
Densidad de Accesos e Intersecciones (acc/Km)	Índice de Siniestralidad (acv/10 ⁸ veh-km)																
0.0	25																
0.5	30																
1.0	45																
1.5	75																
2.0	130																
2.5	185																
3.0	230																
ENTORNO LEGAL	Norma 3.1-IC "Trazado"																
IMPLANTACIÓN	La medida más efectiva para evitar que se produzcan accidentes es la reducción del número de nudos. Esta medida se realizará siempre que sea posible, siendo obligatoria la correcta planificación de los accesos en proyectos de nueva construcción El diseño específico de los nudos se hará de acuerdo con la normativa vigente del organismo titular de la carretera.																

	REDISEÑO / REUBICACIÓN DE PASOS SALVACUNETAS RECOMENDADA PARA: Minimizar la probabilidad de que un vehículo choque contra un obstáculo en caso de salida de calzada.
DEFINICIÓN	Los pasos salvacunetas se pueden definir como las obras a realizar para, manteniendo la continuidad de la cuneta, permitir el acceso de vehículos desde la carretera a las fincas adyacentes o a los caminos que parten de la misma⁵. En los accesos suponen un obstáculo para los vehículos que se salgan de la vía, ocasionando colisiones frontales. Aunque físicamente son un obstáculo puntual, las cunetas pueden reconducir al vehículo hasta el paso salvacunetas, aumentando su zona de influencia y, por tanto, la probabilidad de un choque contra el mismo
ENTORNO LEGAL	• Instrucción 5.2 IC "Drenaje Superficial" • Orden Circular 321/95 T. y P. "Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos"
IMPLANTACIÓN	Los pasos salvacunetas existentes, deben encontrarse, siempre que sea posible, lo suficientemente lejos de la calzada de tal manera que en el caso de que un conductor perdiera el control de su vehículo, se redujeran significativamente las posibilidades de que se produjera un choque con dicho elemento. La figura siguiente ilustra de una manera clara esta recomendación.  FUENTE: Roadside Infrastructure for Safer European Roads. Project RISER.

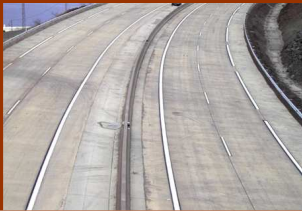
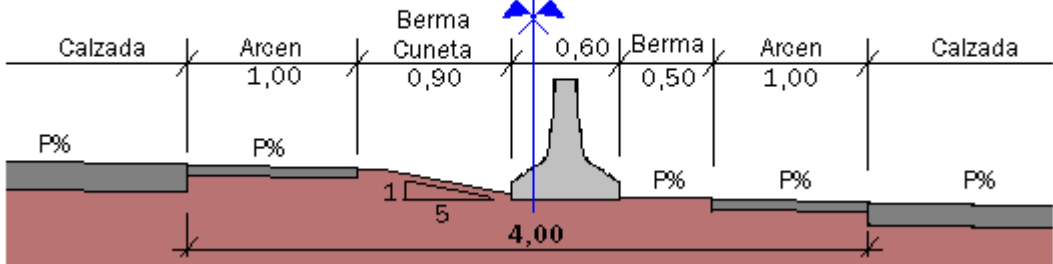
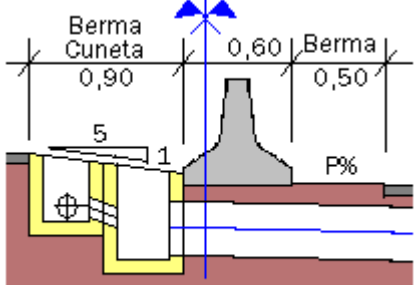
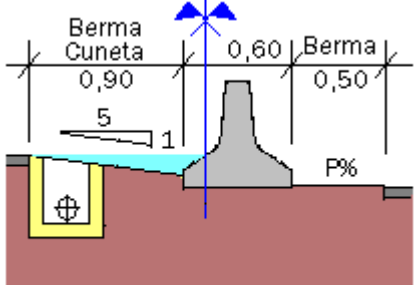
⁵ **FUENTE:** <http://www.miliarium.com/Proyectos/Carreteras/Pliegos/pliego3d.asp>

	REDISEÑO DE DESAGÜES Y DRENAJES⁶ RECOMENDADA PARA: Minimizar la probabilidad de que un vehículo choque contra un obstáculo en caso de salida de calzada.
DEFINICIÓN	Se define drenaje como la acción y efecto de avenar una obra o terreno.
ENTORNO LEGAL	• Instrucción 5.1 IC "Drenaje" • Instrucción 5.2 IC "Drenaje Superficial" • Orden Circular 321/95 T. y P. "Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos"
IMPLANTACIÓN	La disposición de los dispositivos de desagüe longitudinal en el margen de una carretera en desmorte tiene repercusiones en la siniestralidad de los vehículos que salgan de la plataforma. La Orden Circular 321/95 TyP establece que hay que limitar la inclinación de los cajeros a 1V/5H, y la Instrucción 5.2.I.C recomienda el uso de cunetas de seguridad de forma parabólica. La recuperación de control de un vehículo que franquea la cuneta se facilitaría aún más si, por el lado del talud del desmorte, se dispusiera una zona revestida (que además estabilizaría el pie del desmorte, que es la zona más solicitada) de inclinación no superior a 2V/3H y de anchura no inferior a la de un coche (2m) REVESTIMIENTO DEL CONTRA-TALUD DE LA CUNETA  La capacidad de evacuación de agua de una cuneta bien conservada suele ser suficiente, por lo que debería ser excepcional la necesidad de un colector en el que desaguar la cuneta. Los colectores son caros de construir y de conservar, representando además un riesgo para los vehículos que salgan de la plataforma. Donde se dispone un drenaje del firme por medio de capas o mantos drenantes que desaguan a unas zanjás drenantes longitudinales, éstas se suelen disponer bajo las cunetas. Esta práctica requiere la impermeabilización de la cuneta y la construcción de un colector, para evitar que la escorrentía superficial se infiltre por el fondo de la cuneta o penetre por las arquetas de registro del dren. Todo esto se puede evitar si se dispone de la zanja drenante (y sus arquetas, que al ser de pequeño tamaño se integran en la berma sin resaltos) en la berma, contigua al arcén.

⁶ FUENTE: La sección transversal de las carreteras: un diseño orientado a la seguridad.

		LECHOS DE FRENADO	
		RECOMENDADA PARA: Reducir la severidad de los accidentes por salida de calzada en caso de que se produzcan.	
DEFINICIÓN		Los lechos de frenado se sitúan en los márgenes o en las medianas de la carretera y están rellenos de un material granular suelto que facilita la detención progresiva, por rozamiento, de los vehículos que hayan sufrido problemas en los frenos	
ENTORNO LEGAL		O.C. 321/95 T. y P "Recomendaciones sobre sistemas de contención"	
IMPLANTACIÓN		En tramos de carreteras de nueva construcción donde sea inevitable la presencia de rasantes descendentes de gran longitud, y los daños causados por vehículos que puedan perder el control por avería en los frenos se consideren graves, la implantación de lechos de frenado formará parte integrante del diseño de esos tramos. A título orientativo, si la inclinación media $i(\%)$ de la rasante descendente es superior al 5 %, se considerará justificado disponer un lecho de frenado si el producto del cuadrado de i por la longitud del tramo descendente (km) resulta superior a 60. La instalación de un lecho de frenado también se justificará con las estadísticas de accidentes causados por vehículos que hayan perdido el control por avería en los frenos. En todo caso, si después de la pendiente hubiera una rampa de suficiente longitud o inclinación, antes de llegar a una curva, se podrá justificar no disponer un lecho de frenado. Una posibilidad para evitar la invasión de la calzada contraria por los vehículos que invaden la mediana puede ser la instalación de un lecho de frenado, para reducir la velocidad de dichos vehículos. La eficacia de esta solución se ha demostrado en los circuitos de velocidad, no presenta problemas de visibilidad en las curvas a la izquierda y resulta más económica que la instalación de una barrera de seguridad.⁷	

⁷ FUENTE: La sección transversal de las carreteras: un diseño orientado a la seguridad.

	EL DRENAJE EN MEDIANAS ERICTAS⁸ RECOMENDADA PARA: Reducir la severidad de los accidentes por salida de calzada en caso de que se produzcan.
DEFINICIÓN	El Reglamento General de Carreteras (R.D. 1812/1994) define mediana como "...Franja longitudinal situada entre dos plataformas separadas, no destinada a la circulación..."
ENTORNO LEGAL	Instrucción 3.1-IC "TRAZADO" Instrucción 5.1-IC "DRENAJE" Instrucción 5.2-IC "DRENAJE SUPERFICIAL" O.C. 321/95 T. y P "Recomendaciones sobre sistemas de contención"
IMPLANTACIÓN	Para evitar la acumulación de agua y el riesgo de hidropneumático se recomienda: - No es imprescindible que los bordes interiores de ambas calzadas estén a la misma cota, lo cual puede afectar a la visibilidad y al desagüe. - Prolongar la plataforma (con su inclinación transversal) de la calzada interior, disponiendo además una berma mínima de 0'50 m. BERMA-CUNETETA CON BARRERA EXCÉNTRICA DE HORMIGÓN EN UNA MEDIANA ERICTA  - Por el lado de la calzada exterior, disponer una berma-cuneta con una inclinación no superior a la máxima compatible con la seguridad de un vehículo (1V/5H), sin que sus dimensiones varíen con el peralte. - Por la dificultad de su mantenimiento, eliminar los colectores longitudinales, los caces con sumidero continuo, y las ranuras o pasos bajo la barrera de hormigón. - Disponer unas arquetas en los puntos de máxima capacidad de la berma-cuneta, para desaguar a un colector transversal que salga al talud del relleno, o a una arqueta de la cuneta de desmonte, protegida por una rejilla.  DESAGÜE TRANSVERSAL DE LA BERMA-CUNETETA  DRENAJE DEL FIRME JUNTO A LA MEDIANA - Donde sea preciso disponer un drenaje del firme para recoger infiltraciones, debe ir al borde del arcén, con arquetas pisables de 0'40 m x 0'40 m para limpieza cada 50 m. el dren desaguará transversalmente al mismo colector que la cuneta.

⁸ FUENTE: La sección transversal de las carreteras: un diseño orientado a la seguridad.

		ESTRUCTURAS FUSIBLES	
		RECOMENDADA PARA: Reducir la severidad de los accidentes por salida de calzada en caso de que se produzcan.	
DEFINICIÓN		Son estructuras de soporte de equipamiento tales como luminarias, postes de servicio de líneas aéreas (electricidad, teléfono, etc.) o bien soportes de señales que han sido diseñados o modificados de manera que al ser impactados por un vehículo se rompan de manera controlada, generalmente por una o varias secciones debilitadas al efecto. La instalación de este tipo de dispositivos debe prever la seguridad de los vehículos y de otros usuarios ante el desprendimiento del poste, una vez haya colapsado.	
ENTORNO LEGAL		O.C. 321/95 T. y P “Recomendaciones sobre sistemas de contención”	
IMPLANTACIÓN		La decisión sobre la instalación de este tipo de dispositivos pasará por un análisis beneficio-coste para cada caso particular, tanto para carreteras nuevas, como para las existentes. En dicho análisis se realizará un estudio comparativo con otro tipo de medidas como la protección de los postes mediante sistemas de contención, la reducción de la velocidad de recorrido de los vehículos, etc.	

		PICOS DE FLAUTA	
		RECOMENDADA PARA: Reducir la severidad de los accidentes por salida de calzada en caso de que se produzcan.	
DEFINICIÓN		Reja de metal instalada en los pasos salva-cunetas para evitar el enganchamiento de los vehículos al impactar contra ellos. Cuando un vehículo sale de la calzada e introduce sus ruedas en la cuneta corre el riesgo de que ésta le guíe hasta un paso salvacunetas próximo produciéndose un grave accidente debido al fenómeno de enganchamiento.	
ENTORNO LEGAL		Instrucción 5.1-IC "DRENAJE" Instrucción 5.2-IC "DRENAJE SUPERFICIAL"	
IMPLANTACIÓN		Es deseable que los taludes de paso a través de la cuneta tengan, sobre todo donde la velocidad sea elevada, una inclinación máxima de 1V/10H; pero las limitaciones de espacio y los problemas de desagüe superficial a menudo hacen que ese límite aumente a 1V/6H. Las boquillas de la obra de desagüe deben ir provistas de una rejilla transitable, abatible para facilitar su limpieza, recibiendo ésta terminación el nombre de "Pico de flauta"	

	PRETILES RECOMENDADA PARA: Reducir la severidad de los accidentes por salida de calzada en caso de que se produzcan.
DEFINICIÓN	Barandilla de mampostería utilizada principalmente en puentes y viaductos.
ENTORNO LEGAL	O.C. 321/95 T. y P "Recomendaciones sobre sistemas de contención"
IMPLANTACIÓN	En puentes, viaductos y demás obras de paso, se dispondrán siempre pretiles en el borde del tablero. Si por existir acera peatonal, hubiese barandilla, se procurará que el pretil separe la acera del resto de la plataforma. Se instalarán siempre pretiles sobre los muros de sostenimiento (del lado del valle) de una carretera en terreno accidentado o muy accidentado, donde la velocidad de proyecto V_p sea superior a 60 km/h, salvo justificación en contrario.

	PROTECCIÓN DE ESTRIBOS RECOMENDADA PARA: Reducir la severidad de los accidentes por salida de calzada en caso de que se produzcan.
DEFINICIÓN	En estribo se puede definir como el macizo de fábrica donde se apoya el tablero del puente.
ENTORNO LEGAL	O.C. 321/95 T. y P "Recomendaciones sobre sistemas de contención"
IMPLANTACIÓN	Es habitual proteger a los usuarios del choque con un estribo mediante una barrera de seguridad, pudiendo completarse, al igual que en el caso de las pilas, con unos lechos de frenado cuya anchura se puede reducir hasta 1'50 m.⁹  DEFENSA DE ESTRIBO CONVECCIONAL DEFENSA DE ESTRIBO ALTERNATIVA Es importante señalar que los lechos de frenado no se pueden disponer contiguos al arcén sin que se interponga una berma, pues en caso contrario el material del lecho podría invadir la plataforma.

⁹ FUENTE: La sección transversal de la carretera: un diseño orientado a la seguridad.

		BARRERAS DE SEGURIDAD RECOMENDADA PARA: Reducir la severidad de los accidentes por salida de calzada en caso de que se produzcan.							
DEFINICIÓN	El funcionamiento de las barreras metálicas de seguridad consiste en la absorción por parte del sistema de la energía cinética del vehículo en el momento del impacto mediante la deformación del mismo.								
	Las barreras de seguridad pueden clasificarse atendiendo a distintos criterios: • Rígidas o deformables. • Definitivas o provisionales. • Simples (aptas únicamente para el choque por uno de sus lados) o dobles (aptas para el choque por ambos lados). • Según el material empleado: metálicas, de hormigón, mixtas, de otros materiales.								
ENTORNO LEGAL	Orden Circular 321/95 T. y P. "Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos"								
IMPLANTACIÓN	1. Siempre que se estudie la posibilidad de instalar una barrera de seguridad se deberá tener en cuenta que el choque contra uno de estos dispositivos constituye un accidente, aunque de consecuencias más predecibles y menos graves que el que tendría lugar en caso de no existir aquel. Por ello, antes de analizar la necesidad de instalar barreras de seguridad se valorarán otras opciones como el desplazamiento o la eliminación del obstáculo, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones: • El coste de instalación y mantenimiento del dispositivo. • El coste de las soluciones alternativas. • La probabilidad de un choque con él, relacionada con la intensidad de la circulación. • La gravedad del accidente resultante de ese choque. • La gravedad del accidente que se ha evitado.								
	2. Una vez decidido que la mejor (o única) opción consiste en la instalación de una barrera de seguridad, se deberá estimar el tipo de accidente¹⁰ que se está intentando evitar: muy grave, grave o normal.								
	3. Una vez determinado el tipo de accidente que se pretende evitar, se procederá a identificar el nivel de contención necesario.								
	4. La distancia mínima entre la barrera de seguridad y el inicio de la zona peligrosa deberá ser igual o superior a la anchura de trabajo de la barrera, siendo su valor mínimo de 0,6 metros. La Orden Circular 321/95 T. y P. incluye criterios sobre la correcta disposición de las barreras de seguridad en las carreteras. Concretamente se dan una serie de recomendaciones relacionadas con:								
	<table><tr><td>Distancias de la barrera al borde de la calzada</td></tr><tr><td>Distancias de la barrera a obstáculos o desniveles</td></tr><tr><td>Medianas</td></tr><tr><td>Anticipación y prolongación de la barrera</td></tr><tr><td>Continuidad de barrera</td></tr><tr><td>Disposición en altura</td></tr></table>			Distancias de la barrera al borde de la calzada	Distancias de la barrera a obstáculos o desniveles	Medianas	Anticipación y prolongación de la barrera	Continuidad de barrera	Disposición en altura
	Distancias de la barrera al borde de la calzada								
	Distancias de la barrera a obstáculos o desniveles								
Medianas									
Anticipación y prolongación de la barrera									
Continuidad de barrera									
Disposición en altura									

¹⁰ En la Orden Circular 321/95 se distinguen 3 tipos de accidentes.

	SISTEMAS DE PROTECCIÓN PARA MOTOCICLETAS	
	RECOMENDADA PARA: Reducir la severidad de los accidentes por salida de calzada en caso de que se produzcan.	
DEFINICIÓN	La Dirección General de Carreteras distingue entre dos tipos de protectores: • continuos y • puntuales, si bien sólo recomienda la instalación de estos últimos de manera provisional o por razones muy justificadas de explotación.	
ENTORNO LEGAL	• Norma UNE 135900 "Evaluación del comportamiento de los sistemas para protección de motociclistas en las barreras de seguridad y pretiles" • Orden Circular 18/2004 sobre "Criterios de empleo de sistemas para protección de motociclistas"	
IMPLANTACIÓN	Los criterios para la instalación de dispositivos se establecen en función de características del trazado de la vía: anchos de arcén, radios de las curvas y diferencias de velocidad de alineaciones contiguas. Así mismo, se hace referencia a que la instalación de este tipo de sistemas debe ser el resultado de un análisis previo en el que se tengan en cuenta soluciones alternativas. El análisis deberá considerar, al menos, los siguientes factores: ▪ El coste de las soluciones alternativas. ▪ Los costes de instalación y mantenimiento del dispositivo. ▪ La probabilidad de choque con el sistema. ▪ La gravedad del accidente que se pretende evitar con el empleo del sistema. ▪ La gravedad del accidente resultante del choque con el sistema.	

	TRANSICIONES DE BARRERA	
	RECOMENDADA PARA: Reducir la severidad de los accidentes por salida de calzada en caso de que se produzcan.	
DEFINICIÓN	Conexión entre dos tramos de barrera de seguridad con distinto nivel de contención o clase de deformación.	
ENTORNO LEGAL	RPS 2.003 (Recomendaciones para protección pasiva en carreteras mediante sistemas de contención de vehículos)	
IMPLANTACIÓN	Siempre que se conecten dos tramos de barrera de distinto comportamiento (nivel de contención, clase de deformación), se deberá proveer de un tramo intermedio considerado como una barrera de seguridad con algunas particularidades. La clase de contención de una transición no deberá ser inferior a la menor, ni superior a la mayor de las clases de contención de las dos barreras conectadas.	

	ABATIMIENTO DE EXTREMOS DE BARRERA METÁLICA RECOMENDADA PARA: Reducir la severidad de los accidentes por salida de calzada en caso de que se produzcan.
DEFINICIÓN	La forma más segura de terminación de una barrera metálica es la introducción de su extremo en el terreno, es decir, su abatimiento.
ENTORNO LEGAL	O.C. 321/95 T. y P "Recomendaciones sobre sistemas de contención"
IMPLANTACIÓN	En el extremo frontal en carreteras de calzadas separadas, y en todos los extremos en carreteras de calzada única, se recomienda elegir entre las disposiciones siguientes: a) El empotramiento del extremo de la barrera en el talud del desmonte. b) El abatimiento hasta el terreno de los 12 m extremos de barrera o pretil. Las tres vallas extremas tendrán postes cada 2 m. Los cinco postes más bajos no tendrán separador y de éstos, los dos más bajos irán provistos de una chapa soldada que aumente su resistencia al arrastre a través del suelo. Dichos postes provistos de chapa soldada, quedarán completamente enterrados. En el extremo final en carreteras de calzadas separadas, se abatirán hasta el terreno los últimos 4 m de barrera o pretil, mediante una pieza especial en ángulo, con postes cada 2 m, sin separador y con una chapa soldada enterrada en el suelo

	TERMINALES DE BARRERA RECOMENDADA PARA: Reducir la severidad de los accidentes por salida de calzada en caso de que se produzcan.
DEFINICIÓN	Los terminales absorbentes de energía (TAE) se comportan como atenuadores de impacto frente a los impactos frontales y como barreras de seguridad ante impactos laterales.
ENTORNO LEGAL	O.C. 321/95 T. y P "Recomendaciones sobre sistemas de contención"
IMPLANTACIÓN	Se trata de una medida muy eficaz aunque su coste es importante, por lo que en primer lugar se estimará el abatimiento del extremo de la barrera, dejando a criterio del técnico la utilización de este tipo de dispositivos de manera puntual.

	ATENUADORES DE IMPACTO RECOMENDADA PARA: Reducir la severidad de los accidentes por salida de calzada en caso de que se produzcan.
DEFINICIÓN	Los Atenuadores de Impacto (también llamados amortiguadores de impacto) son unos dispositivos diseñados para soportar el choque frontal de un vehículo y mitigar las consecuencias absorbiendo su energía cinética mediante la deformación del dispositivo. Deben cumplir dos requisitos funcionales: • Detener al vehículo dentro de la longitud del amortiguador y sin que aquel sea devuelto a la calzada. • Funcionar igual que una barrera de seguridad en caso de choque lateral (algunos dispositivos no poseen esta característica). Existen dos tipos de dispositivos:  Sin capacidad de reorientación (conjuntos de bidones lastrados con arena y rellenos, o no, de un material deformable).  Con capacidad de reorientación (sistemas telescópicos con celdillas de deformabilidad controlada).
ENTORNO LEGAL	O.C. 321/95 T. y P "Recomendaciones sobre sistemas de contención"
IMPLANTACIÓN	Los amortiguadores de impacto se colocarán delante de los obstáculos a los que protegen, de manera que el choque se produzca lo más frontalmente posible.

	BARRERA ESTÉTICA RECOMENDADA PARA: Reducir la severidad de los accidentes por salida de calzada en caso de que se produzcan.
DEFINICIÓN	Se trata de dispositivos mixtos de acero, que garantiza la capacidad de contención de la barrera, y de madera, que asegura su integración paisajística en el entorno
ENTORNO LEGAL	O.C. 321/95 T. y P. "Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos.
IMPLANTACIÓN	Se utilizará en aquellas rutas de carácter turístico y recreacional. En todos los casos debe cumplir lo establecido en la O.C. 321/95 T y P, en lo referente a nivel de contención y deformación

	BARRERA DESMONTABLE RECOMENDADA PARA: Reducir la severidad de los accidentes por salida de calzada en caso de que se produzcan.																
DEFINICIÓN	Se trata de un sistema de contención desmontable, capaz de experimentar un desplazamiento transversal al impactar un vehículo contra él. Su aplicación resulta muy útil en los pasos de mediana, evitando posibles accidentes frontales por vehículos que sufran una salida de calzada en estos emplazamientos.																
ENTORNO LEGAL	O.C. 321/95 T. y P. "Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos.																
IMPLANTACIÓN	Se sugiere la consideración del criterio que figura en la siguiente tabla: <table border="1" data-bbox="357 801 1449 1191"> <thead> <tr> <th>CIRCUNSTANCIA DEL PASO DE MEDIANA</th><th>PROPUESTA DE SOLUCIÓN SEGURA</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Previo a una obra de paso sin enlace próximo</td><td>Instalación de barrera desmontable</td></tr> <tr> <td>Previo a una obra de paso con enlace próximo</td><td>Cierre definitivo del paso de mediana</td></tr> <tr> <td>Previo a un túnel</td><td>Instalación de barrera desmontable</td></tr> <tr> <td>Existe un enlace próximo al paso de mediana (a una distancia máxima de 6 Km)</td><td>Cierre definitivo del paso de mediana</td></tr> <tr> <td>No existe enlace próximo (a menos de 6 Km del paso)</td><td>Instalación de barrera desmontable</td></tr> <tr> <td>Utilización temporal del paso de mediana para desviar el tráfico al sentido contrario (por ejemplo los fines de semana o vacaciones)</td><td>Instalación de barrera desmontable</td></tr> <tr> <td>Frecuente utilización de los pasos de mediana por parte de los vehículos de vialidad invernal</td><td>Instalación de barrera desmontable</td></tr> </tbody> </table> Se considera que 6 kilómetros es una distancia suficientemente corta como para recorrer rápidamente en caso de que sea necesario salir de la vía utilizando un enlace; el tiempo invertido en recorrer este espacio a una velocidad de circulación de 100 km/h sería inferior a 4 minutos. Su instalación y desinstalación debe resultar rápida y sencilla para que los servicios de emergencia puedan utilizar los pasos de mediana siempre que sea necesario. Todos los proyectos de nueva construcción deberían tener en cuenta lo establecido anteriormente, de manera que no existieran pasos de mediana innecesarios. En las carreteras ya abiertas al tráfico, se deberían cerrar los pasos de mediana innecesarios, aprovechando las operaciones de mantenimiento rutinario. A menudo se acercan al eje de la mediana, de manera que haya sitio fuera de la plataforma para los equipos de las montan y desmontan. La variación de su alineación en planta se debe hacer con suavidad, de forma que no se exceda el retranqueo máximo de 1m por cada 20m de recorrido que exige la Orden Circular 321/95 TyP. En los extremos de un paso a través de la mediana, la restitución de la continuidad longitudinal de la cuneta no debe dar lugar a la presencia de elementos que puedan constituir un peligro en el caso de un choque frontal con ellos. Se pueden aplicar soluciones análogas a las de los pasos a través de la cuneta.	CIRCUNSTANCIA DEL PASO DE MEDIANA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN SEGURA	Previo a una obra de paso sin enlace próximo	Instalación de barrera desmontable	Previo a una obra de paso con enlace próximo	Cierre definitivo del paso de mediana	Previo a un túnel	Instalación de barrera desmontable	Existe un enlace próximo al paso de mediana (a una distancia máxima de 6 Km)	Cierre definitivo del paso de mediana	No existe enlace próximo (a menos de 6 Km del paso)	Instalación de barrera desmontable	Utilización temporal del paso de mediana para desviar el tráfico al sentido contrario (por ejemplo los fines de semana o vacaciones)	Instalación de barrera desmontable	Frecuente utilización de los pasos de mediana por parte de los vehículos de vialidad invernal	Instalación de barrera desmontable
CIRCUNSTANCIA DEL PASO DE MEDIANA	PROPUESTA DE SOLUCIÓN SEGURA																
Previo a una obra de paso sin enlace próximo	Instalación de barrera desmontable																
Previo a una obra de paso con enlace próximo	Cierre definitivo del paso de mediana																
Previo a un túnel	Instalación de barrera desmontable																
Existe un enlace próximo al paso de mediana (a una distancia máxima de 6 Km)	Cierre definitivo del paso de mediana																
No existe enlace próximo (a menos de 6 Km del paso)	Instalación de barrera desmontable																
Utilización temporal del paso de mediana para desviar el tráfico al sentido contrario (por ejemplo los fines de semana o vacaciones)	Instalación de barrera desmontable																
Frecuente utilización de los pasos de mediana por parte de los vehículos de vialidad invernal	Instalación de barrera desmontable																

4.2. MEDIDAS DE BAJO COSTE RECOMENDADAS

Las medidas de bajo coste (MBC) son aquellas medidas físicas tomadas especialmente para aumentar la seguridad del sistema viario, que cumplen las siguientes propiedades:

- tener un bajo coste económico,
- poder ser implantadas rápidamente, y
- contar con una alta tasa de rentabilidad

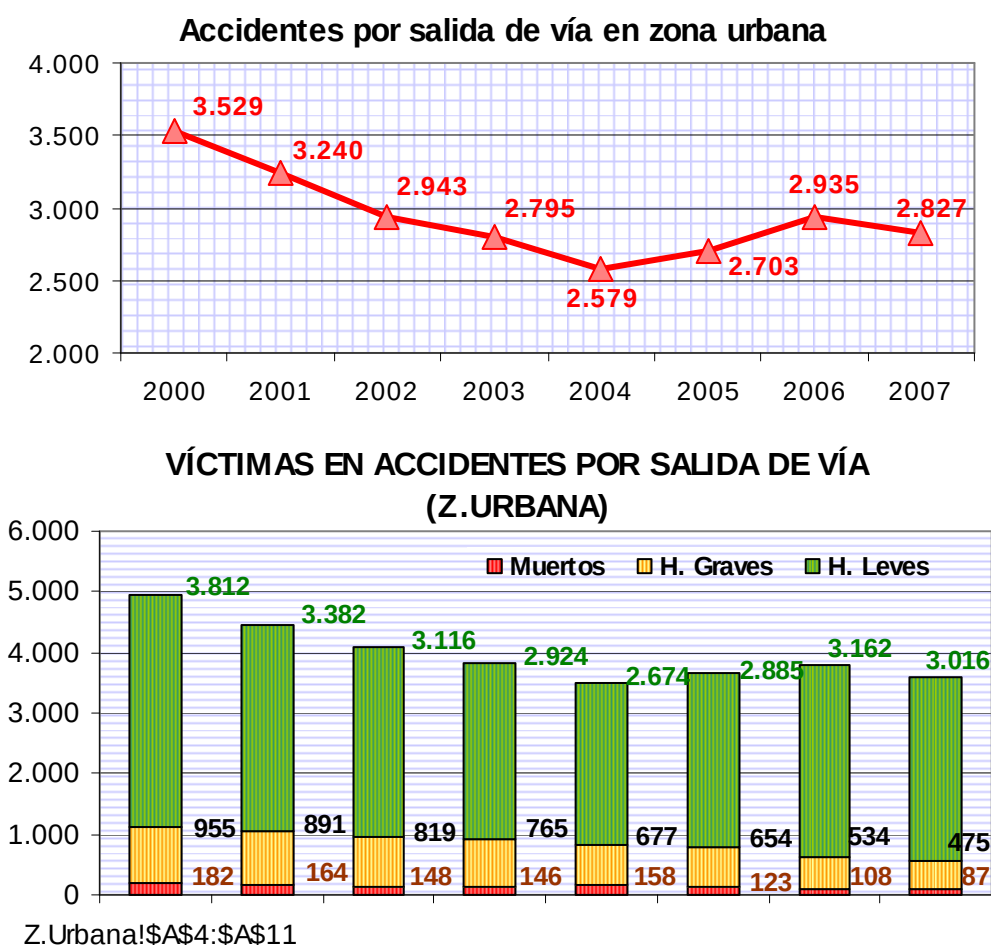
En el siguiente cuadro se recogen algunas de las posibles medidas existentes según su rentabilidad

Tipo de medida	Relación Beneficio/Coste	Recuperación de la inversión	
		(meses)	Rentabilidad
Hitos de arista	25,00	0,5	MUY ALTA
Balizamiento de divergencias	12,91	0,9	MUY ALTA
Captafaros	11,13	1,0	MUY ALTA
Paneles direccionales y barrera	8,62	1´4	MUY ALTA
Paneles direccionales en curvas	5´76	2,1	MUY ALTA
Señalización vertical y paneles direccionales	5,11	2,4	MUY ALTA
Eliminación de zonas encharcadas en pavimentos	4,47	2,7	ALTA
Bandas transversales rugosas	4,43	2,7	ALTA
Marcas viales con resaltos	4,15	2,9	ALTA
Señalización vertical	3,88	3,1	ALTA
Barreras de seguridad	3,87	3,1	ALTA
Balizamiento de narices y barrera	3,81	3,1	ALTA
Mejora de carriles adicionales	2,95	4,1	ALTA
Mejora de enlaces	0,40	30	ALTA
Mejora del coeficiente de rozamiento.	0,25	48	SUFICIENTE
Mejora de intersecciones	0,20	60	SUFICIENTE
Mejoras locales de trazado	0,20	60	SUFICIENTE
Mejora de accesos	0,18	67	SUFICIENTE
Mejora de carriles de cambio de velocidad	0,16	75	SUFICIENTE
Transformación de intersecciones	0,10	120	SUFICIENTE

Ratio Beneficio-Coste para Medidas de Bajo Coste (MBC). Fuente: Introducción al uso de medidas de bajo coste para la reducción de accidentes en carretera. XIV Symposium Nacional de Vías y Obras de Administración Local (VYODEAL).

5. TRATAMIENTO DE MÁRGENES EN ENTORNOS URBANOS

Los accidentes por salida de vía, tanto por la derecha como por la izquierda, en el periodo 2000 – 2007 han disminuido un 20%, pasando de 3.529 accidentes con víctimas en el año 2.000 a 2.827 accidentes en el año 2.007. Como consecuencia de dichos accidentes han tenido lugar un total de 31.857 víctimas en los 8 años analizados (2000 – 2007). En los siguientes gráficos se muestra la evolución de los accidentes por salida de la calzada y de las víctimas consecuencia de los mismos.



El 66% de los accidentes por salida de la calzada en zona urbana sufren un choque tras abandonar la vía contra árboles, postes, muros, edificios, cunetas, bordillos, etc... le siguen en importancia los accidentes por salida de vía seguidos con vuelco (un 11%).

TIPOS DE ACCIDENTES POR SALIDA DE VÍA (Z.URBANA)



El promedio anual de conductores que cometen infracciones en zona urbana asciende a 92.304, de los que en un 43% de los casos se ignora si dichas infracciones están o no relacionadas con la velocidad. En el 12% de los casos de infracciones relacionadas con la velocidad, la causa fue el exceso de la misma. Es por tanto necesario lograr disminuir la velocidad de los vehículos en entornos urbanos, y especialmente en travesías.

Para lograr una disminución de los vehículos se suele utilizar dispositivos reductores de velocidad, sin embargo los inconvenientes¹¹ que generan hacen recomendable la utilización de otros sistemas como el cambio de escenario en el entorno de la vía con el fin de alterar la percepción del conductor.

Con un cambio de escenario se busca que el conductor perciba que en el interior de la travesía la preferencia corresponde a los peatones y usuarios vulnerables y no al vehículo. Los métodos utilizados con mayor frecuencia y eficacia son los que se muestran en la siguiente tabla.

DESCRIPCIÓN MÉTODOS EMPLEADOS PARA CAMBIAR LA PERCEPCIÓN DEL CONDUCTOR

	ZONA DE TRANSICIÓN
	Siempre que sea posible será conveniente llevar a cabo un tratamiento de los márgenes de la carretera unos 500 metros antes de entrar en la travesía, con el fin de eliminar, en la medida de lo posible, el aspecto interurbano del entorno y convertirlo en uno más urbano. Esto se puede lograr mediante la utilización de cebreados, vegetación, aceras, farolas en vez de luminarias, papeleras, bancos, bordillos, semáforos, etc.

¹¹ Entre los inconvenientes de los dispositivos reductores de velocidad destacar: las molestias a los conductores, el ruido, necesidades de mantenimiento, molestias a los vehículos de emergencia.

	PUERTAS DE ENTRADA A LAS TRAVESÍAS Son elementos instalados a la entrada de las travesías para provocar un cambio de percepción del entorno con el fin de conseguir una reducción significativa de la velocidad. En muchas ocasiones la puerta de entrada a una travesía puede ser una rotonda, aunque en ocasiones se prefiera la instalación de elementos verticales que transmitan la sensación real de estar atravesando una puerta hacia un entorno distinto donde la prioridad pertenece al peatón
	VEGETACIÓN CARACTERÍSTICA Tanto en la zona de transición como en el interior de la travesía, la utilización de vegetación característica contribuirá decisivamente al cambio de percepción deseado.
	ESTRECHAMIENTO DE CARRILES La conjunción de distancias de visibilidad elevadas y carriles de anchura generosa provoca con frecuencia velocidades inadecuadas en los vehículos. Existen distintas formas de reducir el ancho de los carriles para cambiar la percepción del conductor y conseguir un descenso significativo de la velocidad en las travesías. Algunas de estas medidas son: • Dotación de aparcamientos. • Refugios peatonales. • Medianas ajardinadas. • Cebreado o franja pintada en la mediana.
	ELIMINACIÓN DE ELEMENTOS PROPIOS DE LA CARRETERA Con el fin de conseguir un cambio de percepción del entorno, será necesario eliminar cualquier elemento "carretero" presente en la travesía. Algunos de estos elementos son: • Paneles de señalización informativa de aspecto no urbano. • Hitos de arista. • Barrera metálica. • Etc.
	PAVIMENTOS DE DIFERENTE COLOR Y/O TEXTURA Los pavimentos de diferente color y/o textura constituyen una herramienta muy eficaz para conseguir un cambio de percepción en el usuario. La instalación de este pavimento diferenciado no tiene por qué extenderse a lo largo de la travesía, sino que puede limitarse a la puerta de entrada para conseguir de una manera efectiva la reducción de la velocidad.

	FUGAS DE VISIBILIDAD Cuando un conductor circula por una vía con una excelente distancia de visibilidad se siente seguro, lo cual puede provocar velocidades inadecuadas. Un método muy efectivo para evitar este hecho es la instalación de chicanes o zig-zag, los cuales fuerzan al conductor del vehículo a realizar desvíos respecto a la trayectoria rectilínea, provocando disminuciones de velocidad.
	DISPOSITIVOS REDUCTORES DE VELOCIDAD En cuanto a los dispositivos reductores de velocidad, a continuación se indican los utilizados con mayor frecuencia: • Lomos de asno. • Bandas transversales de alerta. • Ralentizadores prefabricados. • Semáforos.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Orden Circular 321/95 "Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos". Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento.
- Roadside Design Guide. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).
- La seguridad vial y los accidentes con salida de calzada. Antonio Amengual Pericás. Hiasa-Cursos de Formación de Auditores de Seguridad Vial de la Asociación Española de la Carretera (2005).
- NCHRP Report 500_Volume 3: A guide for addressing collisions with trees in hazardous locations. Transportation Research Board.
- NCHRP Report 500_Volume 6: A guide for addressing run-off-road collisions. Transportation Research Board.
- NCHRP Report 500_Volume 7: A guide for reducing collisions on horizontal curves. Transportation Research Board.
- NCHRP Report 500_Volume 8: A guide for reducing collisions involving utility poles. Transportation Research Board.
- NCHRP Web Document 33 (Project G17-13). Strategic Plan for Improving Roadside Safety. 2001.
- Strategic Plan for Improving Roadside Safety. National Cooperative Highway Research Program. Transportation Research Board. National Research Council. Richard G. McGinnis. Lewisburg, Pennsylvania February 2001
- European Best Practice for Roadside Design: Guidelines for roadside infrastructure on new and existing roads. Project RISER. Project funded by the European Community under the "Competitive and Sustainable Growth" Programme (1998-2002).
- The Handbook of Road Safety Measures. Rune Elvik & Truls Vaa. Elsevier, 2004.
- Guide to Management of roadside trees. Federal Highway Administration, 1986.
- INTERSAFE. Guía técnica de seguridad para el diseño de carreteras interurbanas. Asociación Española de la Carretera, 1998.
- Orden Circular 18/2004 sobre criterios de empleo de sistemas para protección de motociclistas. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento.
- Norma UNE 135900 (1) y (2). Evaluación del comportamiento de los sistemas para protección de motociclistas en las barreras de seguridad y pretiles.
- Ingeniería de Carreteras. Volumen I y II. Carlos Kraemer y otros. McGraw-Hill, 2004.
- LA SEGURIDAD Y LA CONSERVACIÓN DE CARRETERAS. Oscar Gutiérrez-Bolívar Álvarez. Sector de Proyecto y Construcción . CEC. CEDEX
- La sección transversal de las carreteras: un diseño orientado a la seguridad. Comité Técnico de Carreteras Interurbanas y Transporte (Presidente Sandro Rocci). Asociación Técnica de Carreteras. Julio 2.007.

- <http://paperpen.files.wordpress.com/2007/07/road.jpg>
- <http://www.algodonales.es/NoticiasDet.aspx?Tipo=NT&Codigo=31>
- Instrucción de Vía Pública. Ayuntamiento de Madrid. Dic 2000. Ficha 6. Templado del tráfico.
- <http://www.sfmta.com/cms/ocalm/13567.html>
- <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=463681&page=9>
- <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=456688>
- <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=212946&page=6>
- <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=18465&page=100>
- <http://www.altimetrias.net/htm/fotodidac.asp>
- <http://www.dgt.es/revista/archivo/pdf/num186-2007-enportada.pdf>
- http://www.cfnavarra.es/webgn/sou/instituc/da/fotografias/2007/JULIO/Puerto%20OLEJUA/VARIANTE%20DE%20OLEJUA/2507/IMG_1509.JPG