

# Guía de medidas para la aplicación del sistema seguro y la Directiva 2019/1936 a la gestión de la seguridad en la red local de carreteras



Iniciativas Sociales de OFESAUTO  
2020-2021



FORO DE GESTORES DE CARRETERAS  
DE DIPUTACIONES PROVINCIALES.  
CABILDOS Y CONSELLS



## Grupo de trabajo:

Paloma Sánchez-Contador Escudero (Diputación de Barcelona)

Ramón Colom Gorgues (Diputación de Huesca)

Manuel J. Piniella García (Diputación de Málaga)

Carlos Ribas Rotger (Consell de Mallorca)

Daniel Romay Díaz (Diputación de Pontevedra)

Paloma Corbí Rico (Diputación de Valencia)

Jacobo Díaz Pineda (Asociación Española de la Carretera)

Lourdes Díaz Toribio (Asociación Española de la Carretera)

Elena de la Peña González (Asociación Española de la Carretera)

## Agradecimientos:

- Foro de Gestores de Carreteras de Diputaciones Provinciales, Cabildos y Consells.
- OFESAUTO

Fotografías de *la Diputación de Barcelona, Diputación de Huesca, Diputación de Pontevedra, Diputación de Valencia, Diputación de Málaga, Consell de Mallorca, Xunta de Galicia, Gobierno del Principado de Asturias* y *Google maps*.

Título original:

Guía de medidas para la aplicación del "Sistema Seguro" y la Directiva 2019/1936 a la gestión de la seguridad en la red local de carreteras

Diseño, Maquetación y Gestión Editorial:

JR Molinero & Servicios Integrales de Comunicación, sl

Primera Edición:

Diciembre 2021

ISBN: 978-84-89875-97-5

1.	INTRODUCCIÓN	5
2.	OBJETIVOS	8
3.	CONTEXTO	10
3.1.	MUNDIAL	10
3.2.	UNIÓN EUROPEA	13
3.3.	PAÍSES DE REFERENCIA	15
4.	PARTICULARIDADES DE LA RED LOCAL DE CARRETERAS	18
5.	RADIOGRAFÍA DE LA SINIESTRALIDAD EN CARRETERAS LOCALES	24
6.	LA FUNCIONALIDAD DE LA VÍA Y SU IMPLICACIÓN EN LA SEGURIDAD	30
7.	PRIORIDADES DE ACTUACIÓN PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD EN LA RED LOCAL DE CARRETERAS	36
7.1.	POSIBLES ENFOQUES	36
7.2.	MEJORA DE LA SEGURIDAD ATENDIENDO AL ENFOQUE DE RIESGO POR PROGRAMAS	38
7.3.	MEJORA DE LA SEGURIDAD ATENDIENDO AL ENFOQUE DE RIESGO POR SINIESTRALIDAD	39
7.4.	MEJORA DE LA SEGURIDAD ATENDIENDO AL ENFOQUE DE RIESGO INTRÍNSECO	42
7.5.	PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ACTUACIONES EN LA RED LOCAL DE CARRETERAS	44
8.	SOLUCIONES GLOBALES PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD EN CARRETERAS LOCALES	48
8.1.	SISTEMA SEGURO	48
8.1.1.	CARRETERAS QUE PERDONAN	51
8.1.2.	CARRETERAS AUTOEXPLICATIVAS	54
8.1.3.	ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE LA VÍA	59
8.1.4.	MEJORA DE LA SEGURIDAD DE LOS USUARIOS VULNERABLES	62
8.2.	DIRECTIVA 2019/1936 SOBRE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD DE LAS INFRAESTRUCTURAS VIARIAS	65
8.2.1.	INSPECCIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD VIAL	67
8.2.2.	EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LAS CARRETERAS EN SERVICIO	69
8.2.3.	AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL A NUEVAS ACTUACIONES	72

9. MEDIDAS PUNTUALES PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD EN CARRETERAS LOCALES	74
9.1. SOLUCIONES PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE SALIDA DE VÍA	78
9.2. SOLUCIONES PARA LA REDUCCIÓN DE LAS CONSECUENCIAS DE LAS SALIDAS DE VÍA	88
9.3. SOLUCIONES PARA EVITAR LA SINIESTRALIDAD FRONTAL	94
9.4. SOLUCIONES PARA MEJORAR LA SEGURIDAD EN INTERSECCIONES Y ACCESOS	101
9.5. SOLUCIONES PARA LA GESTIÓN DE LA VELOCIDAD	112
9.6. SOLUCIONES PARA EVITAR ATROPELLOS DE PEATONES	122
9.7. SOLUCIONES PARA MEJORAR LA SEGURIDAD DE LOS CICLISTAS	133
9.8. SOLUCIONES PARA MEJORAR LA SEGURIDAD DE LOS MOTOCICLISTAS	142
9.9. GARANTÍA DE UN BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN	145
10. VALORACIÓN DE SOLUCIONES PROPUESTAS	148
11. EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE MEDIDAS	152
12. REFLEXIONES PARA UN FUTURO PRÓXIMO	154
REFERENCIAS	156
ANEXO 1: REFERENCIAS NORMATIVAS	162
ANEXO 2: ANÁLISIS DE LOS DATOS DE SINIESTRALIDAD EN CARRETERAS LOCALES	165
ANEXO 3: ELEMENTOS A CONSIDERAR EN LAS INSPECCIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD VIAL	171
ANEXO 4: ELEMENTOS A CONSIDERAR EN LAS EVALUACIONES DE SEGURIDAD DE LAS CARRETERAS	173
ANEXO 5: ELEMENTOS A CONSIDERAR EN LAS AUDITORÍAS DE SEGURIDAD VIAL A NUEVAS ACTUACIONES	176
ANEXO 6: INFORMACIÓN ADICIONAL SOBRE ILUMINACIÓN DE CARRETERAS LOCALES	178

# 1. INTRODUCCIÓN

---

La seguridad de las carreteras es el principal reto de la gestión viaria; si bien en España se ha conseguido bajar de manera muy significativa las cifras de siniestralidad en los últimos años, es preciso seguir trabajando para continuar reduciendo el número y la gravedad de los accidentes. En particular, en la red local de carreteras, se pueden identificar numerosos problemas asociados a las características de la propia red y al uso que se hace de ella. Independientemente de la implicación del factor humano y del vehículo, es indudable que, desde el ámbito de las carreteras, se pueden implantar estrategias y medidas para mejorar la seguridad global de las infraestructuras, tanto en su planificación como en su diseño, construcción, mantenimiento y explotación.

Si bien existen numerosos factores implicados en los siniestros de tráfico, el nivel de seguridad que ofrece una red viaria es un factor fundamental a la hora de que se produzca un accidente o de sus consecuencias en términos de fallecidos y heridos. Hasta hace poco tiempo, las carreteras no se planificaban, diseñaban, construían y gestionaban pensando en la seguridad de todos los usuarios, sino que se consideraban multitud de aspectos técnicos, sociales, económicos, medioambientales, etc., que no siempre daban lugar a infraestructuras seguras. En los últimos años, herramientas preventivas como las evaluaciones de impacto en seguridad vial o las auditorías de seguridad vial, han permitido que la seguridad sea una prioridad en los proyectos de carreteras, protagonista de una revisión exhaustiva orientada a generar las carreteras más seguras posibles, considerando a todos los usuarios, incluidos los más vulnerables (peatones, ciclistas y motociclistas). Asimismo, para la red viaria existente, se dispone de estrategias que se usan de manera sistemática para mejorar la seguridad (inspecciones de seguridad vial, gestión de seguridad en la red, etc.).

En términos globales, podría resumirse el planteamiento de seguridad en infraestructuras en una doble aproximación al problema: preventivo y paliativo. El primero tratará de detectar los problemas que puedan producirse en

una vía antes de que se generen accidentes, mientras que el paliativo tratará de dar solución a los problemas que se han presentado en una red. Ejemplo de planteamientos paliativos son la identificación y gestión de tramos de concentración de accidentes, mientras que son herramientas preventivas las auditorías e inspecciones de seguridad vial o las evaluaciones de impacto en seguridad vial.

La mejora de la seguridad de las infraestructuras es una prioridad en el ámbito del "Sistema Seguro", planteamiento de trabajo basado en la premisa de que las personas cometen errores y que éstos no deben derivar en fallecidos o heridos graves en los accidentes, por lo que se debe trabajar desde una perspectiva de responsabilidad compartida entre todos los factores implicados. Se trata del planteamiento actualmente en vigor en la mayor parte de los países de la Unión Europea, entre ellos España, así como en la Comisión Europea; la propia **Directiva 2019/1936 sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias**, publicada en 2019 como modificación de la **Directiva 2008/96/CE**, recoge el Sistema Seguro como punto de partida.

Fred Wegman, profesor emérito de la Universidad de Tecnología de Delft (Países Bajos) y uno de los padres de este planteamiento, hacía recientemente referencia a la necesidad de dar solución a un sistema de transporte por carretera que, hoy por hoy, no es inherentemente seguro, dado que no ha sido diseñado con la seguridad como prioridad, como es el caso de otros modos de transporte, sino que depende, en gran medida, de las decisiones personales de sus usuarios.

El Sistema Seguro persigue dar solución a esta enorme y difícilmente gestionable cantidad de grados de libertad, asumiendo que los seres humanos cometen errores, que el cuerpo humano tiene una capacidad física limitada ante un accidente y que existe una responsabilidad compartida entre todos los factores implicados en una situación de riesgo. El Sistema Seguro aboga por un planteamiento proactivo, evitando que se produzcan accidentes y reduciendo sus consecuencias, mediante la actuación sobre todos los factores que entran en juego en el siniestro.

Y dentro del Sistema Seguro, es preciso destacar como prioritario el papel de la infraestructura. Los principios de seguridad de la carretera son la diferenciación de la funcionalidad de las vías, la homogeneidad de masas y velocidades, la predictibilidad de los diseños y la capacidad del entorno para "perdonar" los errores de los usuarios.

En el contexto de esta Guía, se asimila la red local de carreteras a la que gestionan las diputaciones provinciales, cabildos y *consells* insulares, si bien hay una parte de la red que gestionan las comunidades autónomas y diputaciones forales que podría asemejarse a la red local. De la misma manera, hay una parte de la red viaria que gestionan cabildos y *consells* que no tienen carácter local (principalmente autopistas y autovías, carreteras multicarril y vías convencionales con altos estándares de diseño).

La Guía se estructura en los siguientes apartados:

- ✓ Introducción.
- ✓ Objetivos.
- ✓ Contexto.
- ✓ Particularidades de la red local de carreteras.
- ✓ Radiografía de la siniestralidad en vías locales.
- ✓ La funcionalidad de la vía y su implicación en la seguridad.
- ✓ Prioridades de actuación en la red local de carreteras.
- ✓ Soluciones globales para la mejora de la seguridad en carreteras locales.
- ✓ Medidas puntuales para la mejora de la seguridad en carreteras locales.
- ✓ Valoración de las soluciones propuestas.
- ✓ Evaluación y seguimiento de medidas.
- ✓ Reflexiones para un futuro próximo.
- ✓ Bibliografía.
- ✓ Anexos, entre los que se incluyen referencias normativas de interés (anexo 1), conclusiones del análisis estadístico de siniestralidad en la red local (anexo 2), una ampliación de los elementos a considerar en las herramientas de la Directiva 2019/1936 (anexos 3, 4 y 5) e información adicional sobre iluminación (anexo 6).

## 2. OBJETIVOS

La "Guía de medidas para la aplicación del Sistema Seguro y la Directiva 2019/1936 a la gestión de la seguridad en la red local de carreteras" es una recopilación de propuestas y soluciones que se han planteado para conseguir reducir el número y la gravedad de los accidentes en la red local de carreteras a través de medidas de carácter puntual y global. Se ha desarrollado en el contexto del Foro de Gestores de Carreteras de Diputaciones Provinciales, Cabildos y Consells, que coordina la Asociación Española de la Carretera, teniendo en cuenta experiencias implantadas tanto en España como en otros países.

El planteamiento de "Sistema Seguro", que se expone en el capítulo 8, está intrínsecamente relacionado con la responsabilidad compartida y, en el ámbito que ocupa a esta Guía, con la capacidad de la carretera, su equipamiento y el entorno para reducir el número y la gravedad de los siniestros. En este contexto, la red local de carreteras no debe quedar al margen de estas filosofías de trabajo, relacionadas con las "carreteras autoexplicativas", las "carreteras que perdonan" y la consistencia del diseño, puesto que se trata de conceptos con mucho potencial en estas redes viarias.

Dado que las herramientas de la Directiva 2019/1936 (evaluación de impacto de la seguridad vial para proyectos de infraestructuras, auditorías de seguridad vial, evaluación de la seguridad de las carreteras en el conjunto de la red, inspecciones específicas e inspecciones periódicas de seguridad vial) son de aplicación obligada en las carreteras con más altos estándares de

<sup>1</sup> El ámbito de aplicación de la Directiva 2019/1936, que supera el de la Directiva 2008/96/CE, son las carreteras de la red transeuropea, autopistas y otras carreteras principales, así como otras vías que cuenten con financiación de la Unión Europea; asimismo, se podrán incluir otras vías. Las carreteras principales se definen como "carreteras situadas fuera de zonas urbanas que conectan grandes ciudades o regiones y pertenecen a la categoría más alta de carreteras por debajo de la categoría de autopista en la clasificación nacional de carreteras en vigor el 26 de noviembre de 2019", fecha de publicación de la Directiva. Por su parte, el Real Decreto de trasposición de la Directiva, publicado por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, define las carreteras principales como "autovías situadas fuera de las zonas urbanas que conectan grandes ciudades o regiones".





diseño<sup>1</sup>, se plantea el interés de trasladar, en la medida de lo posible, estas herramientas a una red de carreteras que presenta necesidades de mejora, de manera que pueda beneficiarse de mecanismos para la identificación de problemas y proponer soluciones adecuadas.

Se incluyen también en la Guía (capítulo 9) medidas puntuales de mejora de la seguridad vial estructuradas según el tipo de accidente más recurrente, relacionadas con los conceptos que se han descrito en el capítulo 8. Si bien la mejora de la seguridad de las carreteras se debe plantear a lo largo de todo el ciclo de vida de las infraestructuras, la mayor parte de las medidas que se plantean en este capítulo hacen referencia a la fase de conservación y explotación, aunque algunas podrían plantearse también en la fase de diseño.

Entre las actuaciones que se proponen, algunas de ellas cuentan con varias experiencias previas, por lo que se pueden considerar como prácticas cuyo resultado está contrastado, mientras que otras se basan en estudios piloto que se han puesto en marcha recientemente, por lo que no se dispone de información para su valoración en términos estadísticos de reducción de accidentes.

## 3. CONTEXTO

### 3.1. MUNDIAL

En 2015, las Naciones Unidas establecieron, en el contexto del objetivo 3 "Salud y bienestar", que *"garantizar una vida sana y promover el bienestar en todas las edades es esencial para el desarrollo sostenible"*. Así, quedaba definido un Objetivo de Desarrollo Sostenible en el que el papel de la carretera resulta fundamental, según se establecía, en concreto, en la meta 3.6: *"para 2020, reducir a la mitad el número de muertes y lesiones causadas por accidentes de tráfico en el mundo"*. Además, en otros objetivos se realiza una mención explícita a la seguridad vial, en particular en el objetivo 11 "Ciudades y comunidades sostenibles", cuya meta 11.2 reza *"para 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación vulnerable, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad"*.

El objetivo general del Decenio 2011-2020, según el Plan Mundial para la Seguridad Vial de las Naciones Unidas, era estabilizar y posteriormente reducir el



nivel de pronóstico de muertes por siniestros viales en todo el mundo para 2020. En este contexto, muchos países emergentes y en desarrollo aún están lejos de lograr este objetivo, por lo que es necesario multiplicar los esfuerzos.

En concreto, el Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011–2020 establecía una estrategia basada en 5 pilares, que muchos países han adoptado como contexto para sus políticas de seguridad vial: 1 – Gestión de la seguridad vial, 2 – Vías de tránsito y movilidad más seguras, 3 – Vehículos más seguros, 4 – Usuarios de vías de tránsito más seguros y 5 – Respuesta tras los accidentes. Este esquema ha servido para generar un marco de trabajo integral orientado a reducir el número y la gravedad de los accidentes, de gran utilidad para los países con necesidades de fortalecimiento institucional en materia de seguridad vial.

Durante la tercera Conferencia Ministerial Mundial sobre Seguridad Vial, celebrada en Estocolmo en febrero de 2020 bajo el lema "Alcanzar los objetivos mundiales para 2030", se incluyó entre las resoluciones la necesidad de *"exhortar a los Estados Miembros a que ayuden a reducir las muertes por accidentes de tráfico en al menos un 50 % entre 2020 y 2030, de conformidad con el compromiso del Foro Político de Alto Nivel sobre Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas de seguir actuando en relación con los objetivos de seguridad vial de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, incluido el objetivo 3.6 después de 2020, y de establecer objetivos para reducir las muertes y lesiones graves, de conformidad con este compromiso, para todos los grupos de usuarios de la vía pública y los usuarios de la vía pública especialmente vulnerables, tales como los peatones, los ciclistas, los motociclistas y los usuarios de los medios de transporte público"*.



Más recientemente, la Asamblea General de Naciones Unidas proclamaba, en su resolución del 31 de agosto de 2020, el periodo 2021-2030 como Segundo Decenio de Acción por la Seguridad Vial. En el documento aprobado, se ha mostrado la preocupación por el hecho de que la meta 3.6 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 no se alcanzara en 2020, motivo por el que se establece ese mismo objetivo entre 2021 y 2030.

En octubre de 2021 la Organización Mundial de la Salud y las Naciones Unidas publicaron el Plan Global de la Década de acción para la seguridad vial 2021-2030. Se trata de un documento que, sobre la base del Sistema Seguro, describe los requisitos para alcanzar los objetivos de reducción de los fallecidos y heridos en siniestros de tráfico en al menos un 50 % durante ese periodo. "¿Qué hay que hacer?", "¿Cómo hacerlo?" y "¿Quién debe hacerlo?"



Figura 1 - Planteamiento del Plan Mundial del Decenio de Acción para la seguridad vial 2021-2030.

(Fuente: Organización Mundial de la Salud)

son las tres preguntas en torno a las cuales se articula el Plan, entre las que figuran, como acciones recomendadas, la implantación de soluciones de transporte multimodal, la planificación de acuerdo al uso del suelo, infraestructura segura, seguridad de los vehículos, uso seguro de las vías y respuesta tras los accidentes. Entre los requisitos a poner en marcha figuran la financiación de la seguridad vial, la adecuación de los marcos legales, la gestión de la velocidad, el desarrollo de capacidades, la perspectiva de género en la planificación del transporte y la adaptación de las tecnologías al Sistema Seguro. La responsabilidad compartida es, asimismo, un aspecto clave, dado que en la mejora de la seguridad se deben involucrar los gobiernos, la sociedad civil, el sector privado, la investigación y otras entidades.

### **3.2. UNIÓN EUROPEA**

La Unión Europea (UE) reconoce la necesidad de continuar los esfuerzos en la mejora de la Seguridad Vial realizados durante la década 2011-2020. Así se recoge en la Declaración de la Valeta de 2017, en la que los Estados Miembros de la UE se comprometieron a darles continuidad con el objetivo final de la Visión Cero para el año 2050, pero con metas alcanzables durante el decenio 2021-2030, siendo el principal objetivo para 2030 la reducción a la mitad del número de fallecidos y heridos graves en accidentes de tráfico.

El marco de las políticas de la UE en materia de seguridad vial para el período 2021-2030 se basa en el enfoque del «Sistema Seguro». Este planteamiento conlleva el establecimiento de objetivos claros y el seguimiento de los avances en la prevención de fallecimientos y lesiones graves con la ayuda de un conjunto de indicadores clave de rendimiento. Para ello, la Comisión Europea tiene una máxima: «Se requiere una acción concertada de todos los sectores y para todos los usuarios de la red viaria en el marco de una estructura de gobernanza mejorada».

Uno de los aspectos fundamentales de este plan de acción estratégico, por ejemplo, lo constituyen las vías seguras. A este respecto, el enfoque del «Sistema Seguro» implica adaptar la función de las carreteras, su diseño, su trazado y los límites de velocidad a los errores humanos, de manera que los posibles siniestros no provoquen muertes ni lesiones graves. Además, la Comisión Europea propone revisar el Reglamento sobre la seguridad gene-

ral de los vehículos y el Reglamento sobre la seguridad de los peatones para establecer la obligatoriedad de determinadas características importantes desde el punto de vista de la seguridad, como los sistemas inteligentes de asistencia a la velocidad, los sistemas de frenado de emergencia autónomo (incluso ante peatones y ciclistas) o la mejora de la visión directa para los camiones.

En mayo de 2018, la Comisión Europea publicó el Plan Estratégico en Seguridad Vial, para el periodo 2021-2030, bajo el paraguas de la estrategia "Europa en movimiento. Movilidad sostenible para Europa: segura, conectada y limpia"; en él se establece el objetivo de conseguir eliminar el número de fallecidos para el año 2050, desde la perspectiva del Sistema Seguro, por medio de una mejor gobernanza de la seguridad vial, apoyo a la financiación de actuaciones, mejora de las carreteras y en particular de los márgenes, promoción de vehículos más seguros, acciones para conseguir un uso más seguro de las carreteras y mejora de los sistemas de respuesta ante siniestros; además, el Plan sienta las bases para explotar al máximo la potencialidad de la movilidad conectada y autónoma para mejorar la seguridad vial.

Por otro lado, en junio de 2019 se publicó el documento "Plan Estratégico de la Unión Europea en seguridad vial 2021-2030 – Sigüientes pasos para la Visión Cero", que establece un conjunto de medidas orientadas a desarrollar el plan publicado en 2018 y plantea, asimismo, el objetivo cuantitativo más próximo de reducción de la mortalidad en carretera al 50 % entre 2020 y 2030.

En materia legislativa, es importante destacar la Directiva 2019/1936, que modifica a la Directiva 2008/96/CE sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias, introduce novedades no sólo en las propias herramientas, sino también en su ámbito de aplicación, como se explica a lo largo de esta Guía.

Finalmente, en diciembre de 2020, la Comisión Europea presentaba su "Estrategia de movilidad sostenible e inteligente: encauzar el transporte europeo de cara al futuro", orientada a impulsar la transformación ecológica y digital del sistema de transporte, para alcanzar la reducción del 90 % de las emisiones en 2050, por medio de un sistema de transporte inteligente, competitivo, seguro, accesible y asequible. Se establece como objetivo que en el año 2050 *"la tasa de mortalidad de todos los modos de transporte en la UE se aproximará a cero"*.



### 3.3. PAÍSES DE REFERENCIA

Los Países Bajos fueron, junto con Suecia, uno de los primeros países en aplicar la filosofía de "Sistema Seguro". En el año 1992 se desarrolló el concepto de seguridad sostenible en el tráfico, y en 1995 se pusieron en marcha un grupo reducido de proyectos piloto, proceso que culminó en 1997 con la adopción del Programa de Seguridad Sostenible. Inicialmente, se adoptó un acuerdo formal firmado por todas las administraciones de tráfico y carreteras, acompañado de mejoras en las infraestructuras desde la visión de la Seguridad Sostenible: construcción de vías de gran capacidad con separación física de sentidos, provisión de aceras para peatones y carriles ciclista segregados, generalización de glorietas, creación de áreas residenciales, etc. Este programa facilitó la coordinación entre los diferentes implicados, así como la garantía de financiación de las actuaciones requeridas, dando lugar a medidas muy rentables que permitieron reducir significativamente el número de víctimas (las estimaciones realizadas apuntan a una reducción de 1.600-1.700 víctimas mortales entre 1998 y 2007 y un ratio beneficio – coste de 4:1).

La seguridad vial es desde 1997 una prioridad nacional en Suecia. Muestra de ello es la aprobación unánime ese año, por su Parlamento, del Programa de Seguridad Vial conocido como Visión Zero, que tiene como meta que

no se produzca ningún fallecido ni herido grave por accidente viario. Como objetivo inmediato, el plan se fijaba la reducción a la mitad de las cifras de siniestralidad antes de 2008, y como compromiso a largo plazo, reducirlas por completo. Desde entonces, el Gobierno sueco ha trabajado duro para cumplir este programa y la trayectoria de sus estadísticas ha sido más que positiva. En el año 1997 Suecia registraba 541 muertes por accidente de tráfico. En 2011, 15 años después, 314, lo que supone un 58 % menos con un parque automovilístico en alza año tras año. Actualmente los fallecidos en Suecia alcanzan las 22 personas por millón de habitantes, mientras que la media de la Unión Europea ronda los 51 fallecidos por millón de habitantes. La Administración de Transporte de Suecia, junto con las autoridades y actores relevantes, ha elaborado un plan de acción para el tráfico rodado seguro para el período 2019-2022. El plan incluye un total de 111 medidas diseñadas para aumentar la seguridad vial. Entre otras cosas, las medidas abordan áreas de acción prioritarias específicas, como la velocidad adecuada, la mejora de la seguridad de los ciclistas y la eliminación del consumo de alcohol en la conducción.

Tanto en la Unión Europea como fuera del contexto europeo, existen numerosas referencias de iniciativas y estrategias de seguridad vial elaboradas sobre la base del Sistema Seguro<sup>2</sup>. Cabe destacar las siguientes:

- Alemania: Federal Road Safety Programme 2011-2020
- Austria: Road Safety Programme 2011-2020
- Bélgica: National Road Safety Strategy 2011-2020
- Dinamarca: Traffic Safety Action Plan 2013-2020
- Francia: Plan de Acción 2018-2020
- Italia: Plan Nacional de Seguridad Vial: Horizonte 2020
- Noruega: National Transport Plan 2018-2029 y National Plan of Action for Road Safety 2018-2021
- Canadá: Road Safety Strategy 2025
- Estados Unidos de América: DOT Strategic Plan 2018-2022
- Australia: National Road Safety Strategy 2011-2020
- Nueva Zelanda: "Road to Zero" Road Safety Strategy 2020-2030. "Road to Zero" Action Plan 2020-2022

<sup>2</sup> Para más información, se sugiere consultar la publicación de la Dirección General de Tráfico "Políticas internacionales de seguridad vial relevantes para el decenio 2021-2030".



En España, la Estrategia de Seguridad Vial 2011-2020 de la Dirección General de Tráfico, ya se asentaba sobre los principios del Sistema Seguro, adaptándolos a la realidad española, con una visión a 10 años. La visión de la Estrategia 2021-2030, bajo el paraguas del derecho de los ciudadanos a un Sistema Seguro de Movilidad, en el que todos tienen su responsabilidad, se apoya en cinco valores:

- Derechos y deberes compartidos: los usuarios y los responsables del sistema son coparticipes y cooperantes.
- Movilidad sostenible: saludable con los ciudadanos y respetuosa con el medio ambiente.
- Usuarios seguros: educados, formados, informados, concienciados y responsables.
- Carreteras y entornos seguros: carreteras diseñadas en función de las capacidades humanas y tecnológicas.
- Vehículo seguro: protector de los usuarios.

La Estrategia establece un conjunto de prioridades sobre las que se articulan los objetivos concretos, alineados con el objetivo global de reducir el impacto socio-económico de los siniestros de tráfico, las acciones y los indicadores; las mencionadas prioridades figuran a continuación:

- Proteger a los usuarios más vulnerables.
- Potenciar una movilidad segura en la zona urbana.
- Mejorar la seguridad de los motociclistas.
- Mejorar la seguridad en carreteras convencionales.
- Mejorar la seguridad de los desplazamientos relacionados con el trabajo.
- Mejorar los comportamientos con relación a alcohol y velocidad en la conducción.

Durante los últimos años se han desarrollado en España numerosos planes de seguridad vial por parte de administraciones autonómicas y forales; también algunas administraciones locales han avanzado en este sentido, si bien la mayoría no disponen actualmente de una estrategia coordinada basada en el Sistema Seguro, que permita optimizar los esfuerzos para mejorar la seguridad de la movilidad en sus redes viarias. Esta guía trata de aportar herramientas y conocimientos para avanzar en este sentido.

## 4. PARTICULARIDADES DE LA RED LOCAL DE CARRETERAS

Las carreteras locales son esencialmente multifuncionales; han pasado de ser vías por las que únicamente discurren vehículos a motor, a constituir espacios en los que confluyen diferentes usos ciudadanos: peatones, ciclistas, transporte público, puntos de interés turístico, etc. Estas vías además de permitir una circulación segura, cómoda y eficiente, deben contribuir a alcanzar objetivos sociales y económicos.

Resulta prioritario destacar la importancia de la red local de carreteras en la lucha contra la despoblación, reto fundamental para un país como España, que, de hecho, la ha identificado como una de las diez políticas palanca del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Una red de carreteras locales que permita la movilidad de personas y mercancías en las condiciones de seguridad y eficiencia necesarias contribuirá a alcanzar los objetivos de desarrollo e innovación en el territorio, impulso del turismo sostenible, igualdad de derechos y oportunidades, fomento del emprendimiento, refuerzo de los servicios públicos e impulso a la descentralización, bienestar social y economía de los cuidados o promoción de la cultura, que son algunas de las acciones claves incluidas en el mencionado Plan.



**Foto 1:** Carreteras locales (Fuente: Asociación Española de la Carretera)

Entre las redes de carreteras, la local es la que tiene un mayor contacto con el territorio, vertebrándolo, conectando municipios, dando acceso a espacios de interés, etc. Se trata de una red muy amplia, dispersa y heterogénea, tanto en las características de sus carreteras como en el tráfico que soportan, estando sus particularidades estrechamente relacionadas con su nivel de seguridad.

Existe, además un componente de especial atractivo en la red local de carreteras, relacionado con el concepto de "la carretera como destino". Las vías que discurren por entornos rurales, por espacios naturales, que conectan pequeñas poblaciones, rutas paisajísticas, etc. tienen un interés turístico por sí mismas, que marca el uso que se hace de ellas. Son carreteras en las que, con frecuencia, el tiempo y la velocidad no son prioritarios, sino que se circula por ellas como parte de una experiencia de viaje. Sin embargo, se debe conjugar este uso con la necesidad de movilidad de pasajeros y mercancía, necesarios para garantizar la vida diaria en estos entornos. Esta disparidad de usos hace que las redes locales de carreteras presenten una complejidad en cuanto a su gestión de la seguridad, que requiere una especial atención desde la perspectiva de todos sus usuarios y, de manera muy especial, para los más vulnerables.

Entre las principales características de las carreteras locales cabe destacar las siguientes:

- Vías convencionales de calzada única y con un solo carril por sentido donde aparecen problemas recurrentes asociados a la accidentalidad frontal y frontolateral, al ser necesaria la invasión del carril de sentido contrario para adelantar a otro vehículo.



**Foto 2:** Carreteras locales (Fuente: Asociación Española de la Carretera)



**Foto 3:** Intersección en carretera local (Fuente: Asociación Española de la Carretera)



**Foto 4:** Sección transversal en carreteras locales (Fuente: Asociación Española de la Carretera)

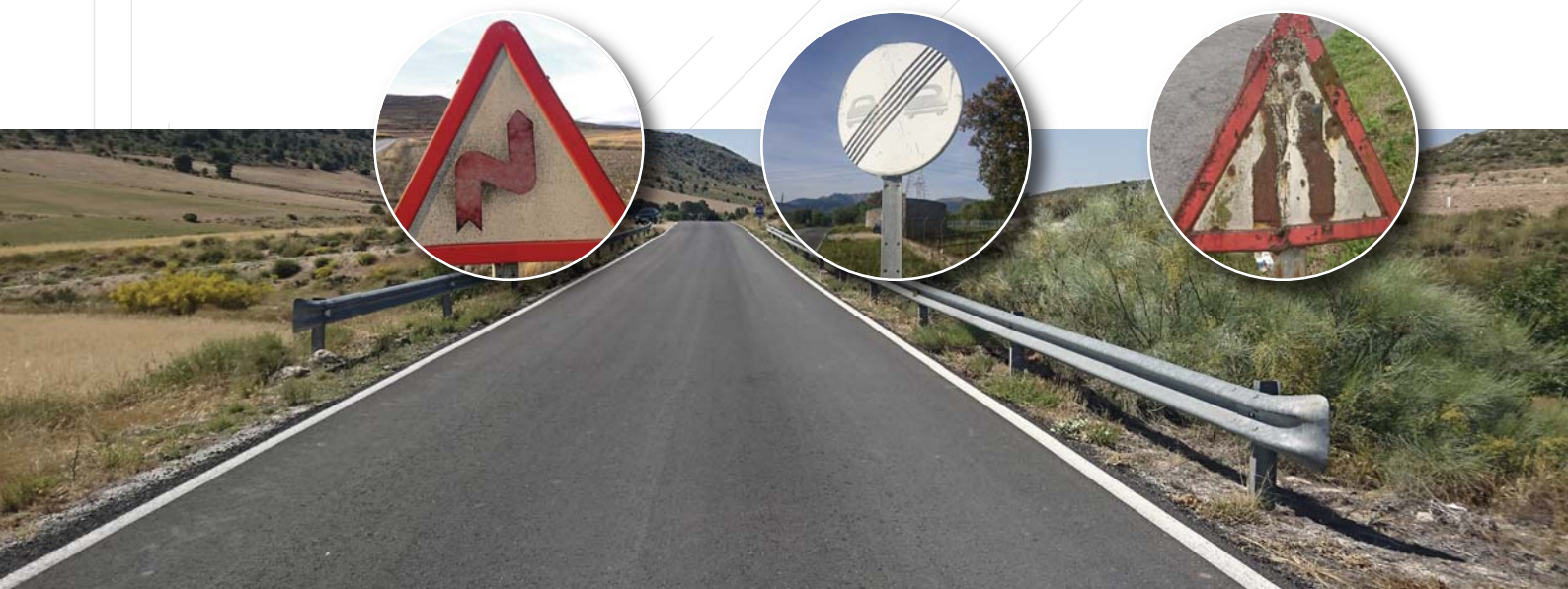
- Características de diseño y del entorno, con frecuencia de trazados estrictos y antiguos, curvas de radios pequeños, multitud de tramos montañosos, numerosos accesos e intersecciones, etc.
- Riesgos asociados al diseño viario y a déficits de equipamiento en puntos y tramos singulares, como intersecciones y accesos que son, en general, muy frecuentes.



**Foto 5:** Márgenes de carreteras locales (Fuente: Asociación Española de la Carretera)



**Foto 6:** Mal estado de conservación del pavimento (Fuente: Asociación Española de la Carretera)



**Foto 7:** Mal estado de conservación del equipamiento viario (Fuente: Asociación Española de la Carretera)



**Foto 8:** Usuarios vulnerables en carreteras locales (Diversas fuentes)

- Carreteras estrechas: se estima que el 60 % de la red local tiene una plataforma inferior a 6 metros y el 23 % tiene una plataforma inferior a 5 metros.
- Situaciones de riesgo en los márgenes de la vía.
- Déficits en conservación que afectan al estado del firme.
- Déficits en conservación del equipamiento (señalización horizontal y vertical, elementos de balizamiento, sistemas de contención e iluminación, principalmente).

- Fuerte presencia de usuarios vulnerables, tanto peatones como ciclistas y motociclistas. La baja intensidad de tráfico de parte de esta red la hacen especialmente adecuadas para la práctica del ciclismo deportivo y cicloturismo.
- Frecuente aparición en la vía de animales domésticos en determinados tramos de carreteras, así como de fauna silvestre en unas vías que no disponen de vallado.
- Aparición de usuarios de características especiales, como, por ejemplo, vehículos agrícolas.



Foto 9: Referencias a los accidentes con atropello de fauna (Diversas fuentes)



Foto 10: Otros usuarios en carreteras locales (Fuente:Asociación Española de la Carretera)

## 5. RADIOGRAFÍA DE LA SINIESTRALIDAD EN CARRETERAS LOCALES

Aunque en las carreteras de titularidad provincial ocurren el 18 % de los fallecidos que se registran en las redes interurbanas de carreteras en España (datos del año 2018), los índices de siniestralidad por tipo de red viaria ponen de manifiesto una elevada peligrosidad. En la siguiente tabla se hace referencia a los índices de siniestralidad por tipo de red viaria interurbana<sup>3</sup>, con los últimos datos disponibles para comparar por titularidad (2018).

Los datos revelan que la peligrosidad de la red local de carreteras, en términos de accidentes con víctimas por 100 millones de vehículos-kilómetro, son muy superiores a los de la red autonómica y del Estado. En cuanto al índice de mortalidad, entendido como el ratio de fallecidos por 100 millones de vehículos-kilómetro, es significativamente superior al de la red del Estado y también superior al de la red autonómica.

	Longitud (km)	Tráfico o (10 <sup>6</sup> veh-km)	% de tráfico soportado en veh-km	Accidentes con víctimas (ACV)	Fallecidos (VM)	ACV / 10 <sup>8</sup> veh-km	VM / 10 <sup>8</sup> veh-km
Red del estado	26.403	131.394	52,5 %	12.045	480	9,2	0,37
Red de las comunidades autónomas y diputaciones forales	75.383	85.274	34,1 %	10.138	481	11,9	0,56
Red de diputaciones provinciales, cabildos y consells	63.838	33.523	13,4 %	7.432	213	22,2	0,64

**Tabla 1.-** Datos comparativos en las redes de carreteras según su titularidad, año 2019.  
(Fuente: Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana y Dirección General de Tráfico)

<sup>3</sup> Datos de longitud de red y tráfico obtenido del Anuario Estadístico del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Datos de siniestralidad obtenido de la Dirección General de Tráfico, considerando las vías interurbanas de titularidad provincial (autopistas de peaje, autopistas libres, autovías, vías para automóviles y carreteras convencionales). Los datos hacen referencia a todo tipo de vías interurbanas, tanto de doble calzada como convencionales.





Para el desarrollo de este capítulo se han analizado las bases de datos de accidentes facilitadas por la Dirección General de Tráfico para el periodo comprendido entre 2017 y 2019, ambos incluidos, y se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los datos de fallecidos, heridos graves y heridos leves analizados corresponden a 30 días en la red de carreteras de titularidad provincial, de cabildos y *Consells*.
- No se han considerado los accidentes ocurridos en calles, autopistas, autovías, vías de servicio, caminos vecinales ni recintos limitados. Tampoco se han incluido en los cálculos carreteras convencionales de doble calzada.
- Se ha realizado una minuciosa revisión de cada uno de los registros de la base de datos, descartándose para el análisis los accidentes en carreteras, sendas ciclables y vías ciclistas no identificadas y no inventariadas. Por ello, los resultados mostrados pueden diferir ligeramente de los publicados en otros documentos.

Entre 2017 y 2019 (ambos incluidos) en la red de carreteras convencionales de calzada única y travesías locales<sup>4</sup> se registraron:

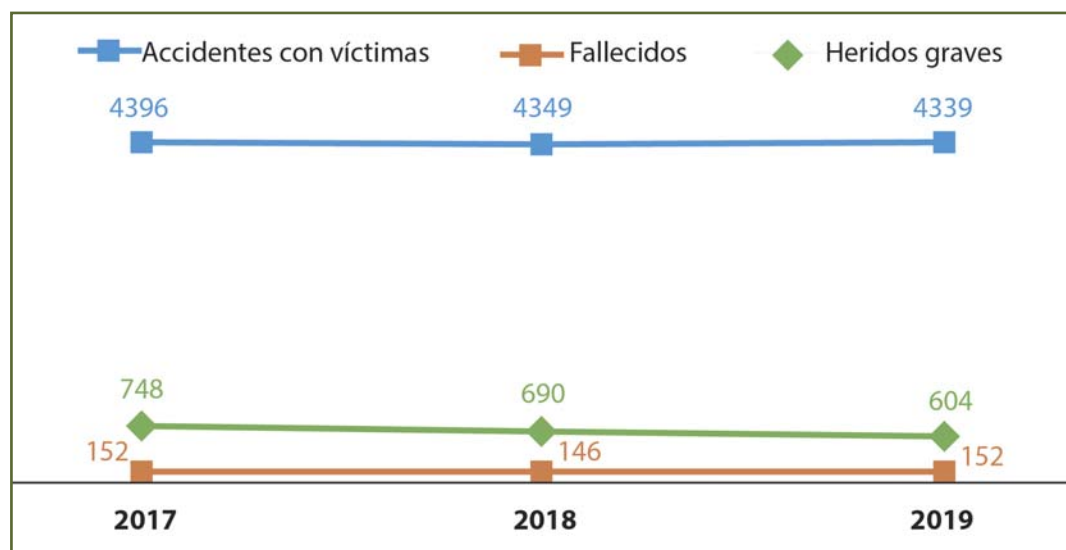
- Un total de 13.084 accidentes con víctimas, lo que representa el 25 % del total de accidentes con víctimas registrados en la red de carreteras convencionales de calzada única y travesías de España (51.427).

<sup>4</sup> Vías de titularidad provincial, de cabildos y consells.

Año	Accidentes con víctimas			Fallecidos			Heridos graves			Heridos leves		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Carretera Convencional de calzada única	4.396	4.349	4.338	152	146	152	748	690	604	5.558	5.524	5.567
Vía ciclista			1			0			0			2
<b>Total general</b>	<b>4.396</b>	<b>4.349</b>	<b>4.339</b>	<b>152</b>	<b>146</b>	<b>152</b>	<b>748</b>	<b>690</b>	<b>604</b>	<b>5.558</b>	<b>5.524</b>	<b>5.569</b>

**Tabla 2.-** Evolución de la accidentalidad y de las víctimas en la red de carreteras locales.  
(Fuente: Dirección General de Tráfico)

- 450 fallecidos, lo que supone el 20 % del total de fallecidos en travesías y carreteras convencionales de una única calzada de España para el mismo periodo (2.198).
- 2.042 heridos graves, el 26 % del total de heridos graves (7.987) en travesías y carreteras convencionales de una única calzada de España para el mismo periodo.
- 16.651 heridos leves, el 25 % del total de heridos leves (67.787) en travesías y carreteras convencionales de una única calzada de España para el mismo periodo.



**Gráfico 1:** Evolución de la siniestralidad en carreteras de titularidad provincial, de cabildos y consells, solo vías convencionales.  
(Fuente: Dirección General de Tráfico)

	2017	2018	2019	TOTAL
Accidentes con víctimas a 30 días (ACV)	4.396	4.349	4.339	13.084
Accidentes con fallecidos a 30 días (ACM)	142	142	137	421
ACM/ACV	3,23%	3,27%	3,16%	3,22%

**Tabla 3.-** Accidentes con víctimas y accidentes mortales en la red de carreteras locales.  
(Fuente: Dirección General de Tráfico)

- Tanto el número como la gravedad de los accidentes registrados se ha mantenido constante durante los años analizados tal y como se observa en el gráfico 1.

Del total de los 13.084 accidentes con víctimas registrados en la red de carreteras convencionales de calzada única y travesías locales, 421 resultaron mortales (3,2 %).



Año	Accidentes con víctimas			Fallecidos			Heridos graves		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Por alcance	548	492	530	5	2	7	31	27	29
Atropello a animales	52	44	59	1	1	0	6	0	5
Atropello a personas	115	126	108	14	22	12	41	32	22
Caída a la vía o vuelco	189	220	181	2	2	1	29	28	24
Colisión contra obstáculo o elemento de la vía	27	27	31	0	1	0	4	3	0
Colisión frontal	274	304	297	24	25	25	95	127	105
Colisión fronto-lateral (embestida)	808	838	799	26	17	9	116	118	101
Colisión lateral (rozamiento)	256	236	249	0	4	2	41	36	28
Colisión múltiple o en caravana	121	111	111	4	2	0	14	11	14
Otro tipo de accidente (incendio, explosión, despeñamiento...)	61	47	30	1	3	0	8	11	6
Vuelco	43	46	59	1	2	2	9	7	8
Salida de la vía por la derecha	1132	1132	1138	53	35	57	220	174	155
Salida de la vía por la izquierda	666	629	669	19	28	33	121	105	100
<b>Total</b>	<b>4.292</b>	<b>4.252</b>	<b>4.261</b>	<b>150</b>	<b>144</b>	<b>148</b>	<b>735</b>	<b>679</b>	<b>597</b>




**Tabla 4.-** Evolución de la accidentalidad en vías convencionales de una calzada pertenecientes a las diputaciones, cabildos y consells según el tipo de accidente.

(Fuente: Dirección General de Tráfico)

En vías convencionales de calzada única, entre 2017 y 2019:

- El 42 % de los accidentes son salida de vía por la derecha o por la izquierda y engloban el 51 % de fallecidos y el 44 % de los heridos graves.
- Les siguen en importancia los accidentes frontales y fronto-laterales (26 %) en los que tienen lugar el 29 % de los fallecidos y el 33 % de los heridos graves.
- Los accidentes por alcance (12 %) abarcan el 3 % de los fallecidos y el 4 % de los heridos graves
- Los atropellos de personas, pese a representar el 3 % de los accidentes con víctimas suponen el 11 % de los fallecidos y el 5 % de los heridos graves.

En el Anexo 2 se puede consultar más información en detalle relativa a la siniestralidad en la red local de carreteras. Como conclusión, la siguiente tabla hace referencia a las características de los accidentes más frecuentes en las redes viarias consideradas:

TIPO DE ACCIDENTE	¿DÓNDE? / ¿CUÁNDO?	FACTORES CONCURRENTES	VEHÍCULOS IMPLICADOS
<p>Salidas de vía</p> 	<p>En recta (36 %) En curvas señalizadas (36 %) En curvas sin señalizar (19 %)</p> <p>Durante el día (66 %) Durante la noche sin iluminación (23 %)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidad inadecuada (38 %)</li> <li>• Distracción (29 %)</li> <li>• Alcohol o drogas (12 %)</li> <li>• Cansancio/sueño (12 %)</li> <li>• No respetar la prioridad (1 %)</li> <li>• Adelantamiento antirreglamentario (1 %)</li> </ul>	<p>En accidentes con un único vehículo implicado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turismos (64 %)</li> <li>• Motocicletas y ciclomotores (21 %)</li> <li>• Bicicletas (2 %)</li> </ul>
<p>Colisiones frontales</p> 	<p>En recta (30 %) En curvas señalizadas (29 %) En curvas sin señalizar (22 %)</p> <p>Principalmente durante el día (74 %) Durante la noche sin iluminación (14 %)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distracción (25 %)</li> <li>• Velocidad inadecuada (22 %)</li> <li>• No respetar la prioridad (15 %)</li> <li>• Cansancio/sueño (10 %)</li> <li>• Alcohol o drogas (9 %)</li> <li>• Adelantamiento antirreglamentario (5 %)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Choques con turismos: 65 % contra otro turismo, 18 % contra camión o furgoneta.</li> <li>• Choques con motocicletas implicadas: 63 % contra un turismo, 9 % contra otra motocicleta o ciclomotor, 13 % contra camión o furgoneta</li> </ul>
<p>Colisiones frontolaterales</p> 	<p>En intersecciones (66 %) especialmente de tres ramales (54 % de las mismas)</p> <p>Durante el día (80 %)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No respetar la prioridad (61 %)</li> <li>• Distracción (16 %)</li> <li>• Velocidad inadecuada (10 %)</li> <li>• Adelantamiento antirreglamentario (4 %)</li> <li>• Alcohol o drogas (4 %)</li> <li>• Cansancio/sueño (2 %)</li> </ul>	<p>Vehículo contra el que colisiona el turismo de la víctima (accidente más frecuente):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Otro turismo (53 %)</li> <li>• Motocicleta o ciclomotor (21 %)</li> </ul>
<p>Atropellos de personas</p> 	<p>En recta (63 %) En intersecciones de tres ramales (12 %)</p> <p>Principalmente durante el día (57 %) Durante la noche sin iluminación (22 %)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irrupción del peatón (34 %)</li> <li>• Distracción (31 %)</li> <li>• No respetar la prioridad (25 %)</li> <li>• Velocidad inadecuada (5 %)</li> <li>• Alcohol o drogas (5 %)</li> <li>• Adelantamiento antirreglamentario (2 %)</li> <li>• Cansancio/sueño (4 %)</li> </ul>	<p>En accidentes con un único vehículo implicado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turismos (67 %)</li> <li>• Motocicletas y ciclomotores (7 %)</li> <li>• Bicicletas (1 %)</li> </ul>
<p>Accidentes con víctimas con ciclistas implicados</p> 	<p>En recta (34 %) En curva señalizada (16 %) En intersecciones de tres ramales (18 %) En glorietas (15 %)</p> <p>Principalmente durante el día (93 %)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No respetar la prioridad (31 %)</li> <li>• Distracción (24 %)</li> <li>• Velocidad inadecuada (12 %)</li> <li>• No mantener el intervalo de seguridad (10 %)</li> <li>• Adelantamiento antirreglamentario (3 %)</li> <li>• Alcohol o drogas (1 %)</li> <li>• Cansancio/sueño (1 %)</li> </ul>	<p>Vehículo contra el que colisiona la bicicleta de la víctima:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En choques frontales: 44 % con otra bicicleta, 38 % con un turismo.</li> <li>• En choques frontolaterales: 73 % contra un turismo, 7 % contra otra bicicleta.</li> </ul>

**Tabla 5.-** Radiografía de la accidentalidad en la red de carreteras locales pertenecientes a las diputaciones, cabildos y consells según el tipo de accidente.

(Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la DGT)

## 6. LA FUNCIONALIDAD DE LA VÍA Y SU IMPLICACIÓN EN LA SEGURIDAD

La planificación de la red viaria adecuada al entorno, los usos del suelo y el tráfico esperado es uno de los aspectos que influyen en la seguridad de la circulación. En este sentido, la existencia de una jerarquía viaria en la que la funcionalidad de cada vía esté clara, y cada vía tenga una función prioritaria (vías de largo recorrido, de distribución, de acceso u otro tipo), contribuye a una red viaria más segura. Los problemas que se pueden generar ante una jerarquía vial insuficientemente definida van desde la congestión, impacto económico por demoras en el transporte y, prioritariamente, situaciones de riesgo para los usuarios.

Los puntos clave a considerar para que el establecimiento de una jerarquía funcione son: tener en cuenta que las redes deben ser planificadas de forma tal que las áreas estén separadas en zonas independientes; la barrera natural de las rutas principales puede ser utilizada para segregar y acomodar los usos incompatibles y reforzar así las identidades locales; cada clase de vía debiera transmitir claramente al usuario su papel en la jerarquía, tanto respecto al volumen de tráfico como a las velocidades adecuadas; idealmente, cada vía debería intersectar sólo con vías de su misma clase o una inmediatamente superior o inferior a ella.

La Norma 3.1. IC Trazado establece la siguiente categorización del sistema viario según la funcionalidad:

- Carretera de calzadas separadas.
  - Autopista.
  - Autovía.
  - Carretera multicarril.
- Carretera de calzada única.
  - Carretera convencional.
  - Otros tipos:
    - Carretera de sentido único de circulación.
    - Vía colectora - distribuidora.

- Vía lateral.
- Ramal.
- Vía de giro.
- Vía de servicio.

Esta clasificación no permite profundizar en el nivel de detalle requerido en la red local de carreteras, por lo que se sugiere adoptar una clasificación basada en la función principal de la carretera, como la que se propone a continuación, teniendo en cuenta, asimismo, que la realidad de la red viaria no permite, con frecuencia, esa clara diferenciación entre la funcionalidad de la vía:

- Vías de largo recorrido (de calzadas separadas o de una única calzada).
- Vías de distribución.
- Vías de acceso.
- Travesías.
- Vías en áreas residenciales o comerciales.

Las características de este tipo de vías se detallan a continuación.

### **vías de largo recorrido.**

Estas vías son las rutas para el transporte de más larga distancia, así como el nexo de transporte entre provincias y regiones, y también entre ciudades y tráfico urbano principal; hay un claro predominio de tráfico de paso y pocos movimientos de tráfico local; en estas vías se debería evitar el movimiento de usuarios vulnerables y el acceso a propiedades colindantes particulares. Debe controlarse todo tipo de desarrollo urbano adyacente a los grandes ejes, ya que aumentarían los problemas de seguridad vial; asimismo, debe-



rían minimizarse las intersecciones y otros lugares de potencial peligro; de la misma forma, las necesidades locales deberían acomodarse en otros puntos de la red, y las paradas de autobuses fuera de la vía a lo largo de la ruta a intervalos regulares.

En este tipo de carreteras, los límites de velocidad se establecen entre los 80 y 120 km/h, dependiendo del tipo de vía y las restricciones geométricas.

Asimismo, es preciso tener en cuenta que el contexto local para el que se ha desarrollado esta Guía, las vías de largo recorrido no tendrían, a priori, cabida, si bien es cierto que algunas administraciones como los cabildos o los consells gestionan redes viarias de este tipo.

### **vías interurbanas / de distribución.**

Se trata de vías que pertenecen a un nivel inferior a las anteriormente expuestas, y que se establecen para canalizar el tráfico de distancia media hacia la red primaria y movimientos vehiculares en desplazamientos cortos; por lo tanto, sigue predominando la función de movimiento, con una mayor presencia de tráfico local.

Estas vías deben ser planificadas y diseñadas de manera similar a las anteriores, pero los estándares pueden ser menores, reflejando su menor densidad de tráfico; pueden circular por las vías de distribución todo tipo de vehículos, pero suelen controlarse los tonelajes de los vehículos de carga pesada.

Es importante garantizar las condiciones de seguridad de los usuarios vulnerables en este tipo de vías. El movimiento peatonal debe estar controlado, con cruces canalizados, que requieren especial consideración para mejorar





los estándares de seguridad de estas vías. Si bien sería bueno que el tráfico ciclista contara con espacios segregados del tráfico motorizado (carriles bici o arcenes bici), lo cierto es que no siempre se dispone de ellos. Además, aunque sería deseable un control en el número de accesos a propiedades individuales, en la red local de carreteras existe, con carácter general, una gran proliferación de accesos que no se pueden obviar.

En estas vías el trazado debe controlar la velocidad de circulación, cuyos límites deben estar entre 50 y 90 km/h.

### **vías Periurbanas / De acceso.**

Son vías que facilitan los desplazamientos locales y, al mismo tiempo, posibilitan el acceso a las áreas comerciales e industriales de mayor importancia. Los problemas más comunes en este tipo de vías son tanto de congestión debida a la densidad de flujo y a las actividades de carga y descarga, como de seguridad vial de los peatones, ciclistas y usuarios de vehículos de movilidad personal, puesto que en algunos casos se encuentran en sus proximidades colegios, tiendas y edificios comunitarios.

Así, por un lado, todo el tráfico de paso debería ser dirigido a una vía alternativa más directa y, por otro lado, la velocidad de los vehículos debe mantenerse lo más reducida posible, evitando vías largas y rectas. Igualmente, aunque esté permitido el estacionamiento, debe facilitarse zonas de aparcamiento fuera del entorno de la vía. En la medida de lo posible, se dispondrá de zonas segregadas para el tráfico de usuarios vulnerables o se garantizará la optimización de la coexistencia en términos de seguridad.

En las vías de acceso, el límite de velocidad no debería superar los 60 km/h, con presencia de zonas limitadas a 50 km/h, así como de dispositivos de reducción y control de velocidad.

### **Travesías.**

Según la Ley 37/2015 de Carreteras, se consideran travesías los tramos de carreteras en los que existen edificaciones consolidadas en al menos dos terceras partes de su longitud en ambas márgenes y un entramado de calles conectadas con aquélla en al menos una de sus márgenes. Otras leyes autonómicas hacen referencia a la clasificación del suelo por donde discurren, definiendo así travesías urbanas o rurales.

Se trata de vías con un predominio del tráfico local pero también con tráfico de paso, con presencia elevada de usuarios vulnerables y coexistencia de actividades comerciales, de ocio, de servicios básicos, etc., con una función de movilidad de viajeros y mercancías que, en la mayor parte de los casos, no tiene otra alternativa de paso. Son vías donde la velocidad de circulación debe estar limitada, a un máximo de 50 km/h y con zonas limitadas a 30 km/h, dotándolas de dispositivos para mantener una velocidad controlada.

### **vías en áreas residenciales o comerciales.**

Estas vías tienen principalmente usos residenciales, comerciales y de ocio. Por ello, los conceptos de seguridad vial, seguridad personal y medio ambiente son de vital importancia y, por lo tanto, tienen prioridad las necesidades de los usuarios no motorizados.

Es frecuente que en este tipo de vías se presenten usos relacionados con áreas de juego o dispersión, por lo que el riesgo de conflicto con vehículos es muy elevado. La seguridad en estas vías depende de la frecuencia y gravedad del conflicto, del tipo y densidad poblacional y del tipo de actividades existentes. En general, y aunque los estándares de diseño varíen, los elementos más importantes a considerar para alcanzar unos elevados parámetros de seguridad en este tipo de vía son mantener al mínimo los flujos de vehículos, eliminar todo el tráfico innecesario, mantener bajas las velocidades (no superiores a 30 km/h), incorporando en la vía dispositivos que impidan alcanzar una elevada velocidad, donde sea posible, así como otras medidas para desincentivar el tráfico de paso (por ejemplo reducir el ancho de la calzada para enfatizar la prioridad de los peatones).

La tabla 6 expone la jerarquía expuesta anteriormente, sin considerar las vías de largo recorrido, que quedarían fuera del alcance de la guía.

Con frecuencia es difícil que una vía tenga un carácter monofuncional y, con el desarrollo del entorno y la generación de nuevos tráficos, se crean, asimismo, modificaciones en la funcionalidad inicial de las vías. Además, al intersectar el entorno urbano, se añaden complicaciones adicionales a la clasificación de la funcionalidad de las vías, por la necesidad de preservar la seguridad de los usuarios vulnerables, cuya presencia es más significativa en estos entornos. Son frecuentes también otros usuarios de la vía, como los vehículos agrícolas, a los que se debe tener en cuenta. En estos

	VÍAS INTERURBANAS / DE DISTRIBUCIÓN	VÍAS PERIURBANAS / DE ACCESO	TRAVESÍAS	VÍAS EN ÁREAS RESIDENCIALES / COMERCIALES
<b>Actividades predominantes</b>	Tráfico de distancia media hacia la red primaria.	Proximidades a poblaciones. Reparto de productos y servicios a edificios.	Entrada en población: actividades administrativas, comerciales, residenciales, paseos, etc.	Caminar. Zona de paseo. Área de pequeños comercios. Pequeños desplazamientos vehiculares.
<b>Paradas de autobús</b>	Nulas o muy escasas.	Frecuentes.	Frecuentes.	Frecuentes.
<b>Movimiento peatonal</b>	Mínima actividad peatonal con medidas positivas para su seguridad.	Controlado, con cruces canalizados.	Actividad predominante.	Actividad predominante.
<b>Movimiento ciclista</b>	Presencia media-alta.	Presencia media-alta.	Presencia media-alta.	Presencia media-alta.
<b>Usuarios de vehículos de movilidad personal</b>	No permitidos.	No permitidos.	No permitidos.	Permitidos.
<b>Vehículos detenidos o estacionados</b>	Prohibido.	Limitado.	Permitido.	Permitido.
<b>Actividad de vehículos de carga pesada</b>	Permitido, tonelajes controlados.	Permitido, tonelajes controlados, para necesidades de reparto.	Permitido, tonelajes controlados, para necesidades de reparto. Preferiblemente limitado a servicios esenciales y actividades de carga y descarga.	Servicios esenciales y reparto puerta a puerta.
<b>Movimientos predominantes</b>	Tráfico de paso.	Tráfico local.	Tráfico local / mixto..	Tráfico local.
<b>Velocidades operacionales/ límites de velocidad</b>	Máximo 90 km/h. El trazado debe controlar la velocidad.	Máximo 60 km/h. Frecuentemente 50 km/h. con dispositivos de reducción de velocidad.	Máximo 50 km/h, con zonas limitadas a 30 km/h. Dispositivos para mantener una velocidad reducida.	Máximo 30 km/h.

**Tabla 6.-** Jerarquía de vías deseable para una red más segura.

(Fuente: elaboración propia)

casos, la valoración particularizada de cada situación, considerando el diseño geométrico, etipo de usuarios y las limitaciones de velocidad, resulta fundamental.

En el contexto de la clasificación referida anteriormente, la mayor parte de la red local podría englobarse entre las vías de distribución y vías de acceso, si bien algunas diputaciones provinciales, cabildos y *consells* insulares gestionan también vías de largo recorrido. Asimismo, muchas administraciones locales gestionan carreteras en zonas poco pobladas y con bajas velocidades de circulación, que no se enmarcarían en ninguna de las categorías anteriores.

## 7. PRIORIDADES DE ACTUACIÓN PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD EN LA RED LOCAL DE CARRETERAS

### 7.1. POSIBLES ENFOQUES <sup>5</sup>

Además de las características de diseño y tráfico de la red local de carreteras, es importante señalar que la siniestralidad de este tipo de vías rara vez conduce a la aparición de numerosos tramos de concentración de accidentes o de especial peligrosidad, debido en parte a la aleatoriedad de la siniestralidad. Si bien es posible identificar estos tramos de "alto riesgo", es también importante que en la gestión de la seguridad se tenga en cuenta el riesgo intrínseco de este tipo de carreteras. La filosofía de trabajo del "Sistema Seguro" y las herramientas de la Directiva 2019/1936 permiten orientar la gestión de la seguridad en esta dirección.

Aunque es fundamental mejorar la seguridad de los tramos que presenten mayor riesgo de siniestralidad o riesgo intrínseco, las administraciones de carreteras pueden poner en marcha programas específicos para solucionar y prevenir tipologías concretas de accidentalidad en la red local; por ejemplo, planes específicos para la mejora de intersecciones, o reducción de la accidentalidad por salida de vía o los atropellos.

Así, el planteamiento de mejora de la seguridad en la red local de carreteras se puede realizar a través de tres enfoques que pueden ser complementarios entre sí:

- **Enfoque de riesgo por programas.**

Hace referencia a la implantación de programas específicos de actuación para dar solución a un tipo de siniestro que se presenta con frecuencia en

<sup>5</sup> Se incluyen en este capítulo unas directrices que pueden ayudar a los gestores de carreteras locales a priorizar las actuaciones para mejorar la seguridad de la red, en el caso de que no se disponga de otro criterio adaptado a la realidad de sus carreteras. Este criterio, que debe entenderse como una propuesta del Foro de Gestores de Carreteras de diputaciones provinciales, cabildos y consells, podrá utilizarse como base para la definición de un criterio propio, a juicio de los técnicos a cargo de la gestión de la red local de carreteras.

la red o a un grupo de usuarios afectados. Por ejemplo, son actuaciones de este tipo los planes de sendas peatonales, los programas de construcción de carriles bici, los planes específicos de la mejora de las cunetas, mejora de las paradas de autobús o de actuaciones en intersecciones o accesos. Se suelen plantear a lo largo de toda la red o para una determinada jerarquía (por ejemplo, en la red de primer nivel). Se trata de un planteamiento paliativo, en el sentido de que plantea soluciones a un problema identificado, y a la vez preventivo, dado que algunas de las actuaciones permitirán evitar siniestros futuros o reducir sus consecuencias.

- **Enfoque de riesgo por siniestralidad.**

Este enfoque se plantea tras la valoración de los datos de siniestralidad y la identificación de los Tramos de Concentración de Accidentes. Supone la actuación sobre una carretera concreta o sobre un tramo y permite una máxima rentabilidad en la utilización de los recursos, puesto que soluciona problemas que están generando siniestros y víctimas en la red. Se trata de un planteamiento paliativo.

- **Enfoque de riesgo intrínseco.**

Por último, este enfoque hace referencia a las características de diseño y uso de la red viaria, conceptos que se amplían a lo largo de este capítulo. Supone la actuación sobre una carretera concreta o sobre un tramo, en el que será necesario valorar varios parámetros relacionados con el diseño y el uso de la vía. Se trata de un planteamiento preventivo.



	ENFOQUE DE RIESGO POR PROGRAMAS	ENFOQUE DE RIESGO POR SINIESTRALIDAD	ENFOQUE DE RIESGO INTRÍNSECO
Ámbito de actuación	Toda la red o una determinada jerarquía de red.	Carretera o tramo de carretera.	Carretera o tramo de carretera.
Fuente de información	Datos de siniestralidad. Valoración de toda la red viaria.	Datos de siniestralidad. Aforos de tráfico.	Datos de siniestralidad. Datos de diseño de la vía (inventario o inspección visual). Datos de uso de la vía (aforos o valoración cualitativa).
Tipo de planteamiento	Paliativo - preventivo.	Paliativo.	Preventivo.
Propuesta de solución en el contexto de esta Guía	Soluciones globales - Sistema Seguro (capítulo 8). Medidas puntuales (capítulo 9).	Soluciones globales - inspección específica de seguridad vial (capítulo 8). Medidas puntuales (capítulo 9).	Soluciones globales - evaluación de seguridad en las carreteras en servicio (capítulo 8). Medidas puntuales (capítulo 9).

**Tabla 7.-** Enfoques para la mejora de la seguridad en la red local de carreteras.

(Fuente: elaboración propia)

La tabla 7 resume las características de los enfoques y la visión sobre las posibles soluciones en el contexto de esta Guía.

Además, en esta Guía se plantean también herramientas para mejorar la seguridad de los nuevos diseños de vías y actuaciones que cambien sustancialmente las condiciones de la vía (auditorías de seguridad vial).

Los siguientes capítulos hacen referencia a este triple enfoque que, como se ha mencionado anteriormente, pueden ser complementarios entre sí.

## **7.2. MEJORA DE LA SEGURIDAD ATENDIENDO AL ENFOQUE DE RIESGO POR PROGRAMAS.**

En ocasiones, las administraciones de carreteras pueden decidir acometer una actuación focalizada en la tipología de accidentes que se considere prioritaria, bien por los datos de siniestralidad o por demanda o sensibilidad social. Este tipo de planes de acción se pueden plantear en toda la red o por niveles, aplicándolos, por ejemplo, a la red de primer orden.

En estos casos, el análisis de la siniestralidad permitirá obtener información de partida para cuantificar el problema, identificando la representatividad de cada tipo de accidente, mientras que los planes de acción que se desarrollen bajo este principio responderán a un planteamiento preventivo.

Por ejemplo, se pueden plantear programas como los que se incluyen a continuación:

- Mejora de cunetas para reducir la gravedad de los siniestros por salida de calzada.
- Instalación de sistemas de contención para reducir la gravedad de siniestros por salida de vía.
- Provisión de cunetas pisables para la reducción de la siniestralidad frontal y mejora de las condiciones de seguridad de los usuarios vulnerables.
- Mejora de curvas para reducir el riesgo para motociclistas o salidas de vía.
- Planes de actuación en intersecciones.
- Mejora y acondicionamiento de accesos.
- Plan de adecuación de paradas de autobús y accesos peatonales para reducir atropellos.
- Plan de sendas peatonales para reducir atropellos.
- Planes de construcción de carriles bici para reducir la siniestralidad con ciclistas.

Para el desarrollo de los planes de acción correspondientes, se sugiere revisar los capítulos de la Guía que hacen referencia al "Sistema Seguro" y a las "Medidas puntuales para la mejora de la seguridad en carreteras locales", que son de utilidad para proponer soluciones a problemas recurrentes de siniestralidad en la red local.

Ejemplos de estas actuaciones son los planes de sendas peatonales que han puesto en marcha algunas administraciones, así como los planes ciclo-peatonales o los programas de iluminación de puntos singulares.

### **7.3. MEJORA DE LA SEGURIDAD ATENDIENDO AL ENFOQUE DE RIESGO POR SINIESTRALIDAD.**

El riesgo de siniestralidad está relacionado directamente con los registros de accidentalidad y sus consecuencias que se producen en un tramo de carretera o en una carretera en su conjunto.

El riesgo asociado a la siniestralidad que se produce en la vía se puede determinar de una manera cuantitativa con los registros de siniestralidad y de tráfico; en este sentido, se propone tener en cuenta, si los datos están

disponibles, no solo los accidentes graves (con fallecidos o heridos hospitalizados), sino también los incidentes (accidentes sin víctimas) que se produzcan de manera recurrente. Así, aunque un tipo de vía pueda considerarse como asociada a un riesgo intrínseco bajo, el hecho de que se hayan producido numerosos siniestros llevará a considerarla como una vía con un riesgo global superior, para su análisis pormenorizado.

Para la valoración del riesgo de siniestralidad, algunas administraciones locales ya han establecido criterios propios para la identificación de Tramos de Concentración de Accidentes (TCA), que se calculan con los registros de los últimos 3-5 años.

Para las administraciones que no hayan desarrollado estos procedimientos, se sugiere actuar de la siguiente manera:

- **Obtención del Índice de Peligrosidad (IP).**

Cada administración local debe considerar diferentes categorías de vías, que permitan una comparación homogénea entre ellas.

Se debe realizar una división de la vía en tramos de una longitud mínima de 500 metros, pudiendo considerarse tramos de vías entre puntos singulares, como intersecciones, o vías o itinerarios completos, siempre que los tramos tengan condiciones homogéneas de diseño y uso.

Las intersecciones y otros tramos singulares se considerarán de manera independiente y se clasificarán de acuerdo a un criterio homogéneo (por ejemplo, intersecciones de tres ramales, de cuatro ramales, glorietas, etc. dentro de cada categoría de vías).

Para cada tramo y para cada vía, así como de cada categoría de vía, como mínimo para los tres últimos años y, preferiblemente, con datos de los cinco últimos años, se calcula el Índice de Peligrosidad:

$$IP = \text{Siniestros con víctimas en 3-5 años} / 10^8 \text{ veh-km}$$

De esta manera, se dispondrá de un  $IP_{\text{tramo}}$  para cada tramo de vía y de un  $IP_{\text{medio categoría } i}$  para cada categoría de vía.

Como se ha indicado anteriormente, sería deseable considerar no sólo siniestros con víctimas (fallecidos y heridos graves), sino también sin víctimas, si fuera posible conseguir esta información de las compañías de seguros o de las empresas de conservación.



● **Comparación de Índices de Peligrosidad.**

Se comparará el Índice de Peligrosidad de cada tramo concreto con el de las vías del mismo tipo de manera que se pueda identificar una peligrosidad anormalmente superior.

$IP_{\text{tramo}} \geq \alpha * IP_{\text{medio categoría } i}$  : Riesgo de siniestralidad elevado.

$\beta * IP_{\text{medio categoría } i} \leq IP_{\text{tramo}} < \alpha * IP_{\text{medio categoría } i}$  : Riesgo de siniestralidad medio.

$IP_{\text{tramo}} < \beta * IP_{\text{medio categoría } i}$  : Riesgo de siniestralidad moderado

Donde:

$IP_{\text{tramo}}$  es el índice de peligrosidad del tramo analizado

$IP_{\text{medio categoría } i}$  es el índice de peligrosidad medio para cada categoría de vía  $i$

$\alpha$  es el umbral de referencia para la consideración de riesgo de siniestralidad elevado

$\beta$  es el umbral de referencia para la consideración de riesgo de siniestralidad medio y moderado

Los umbrales  $\alpha$  y  $\beta$  se podrán adaptar por parte de la administración local de carreteras, estableciéndose valores entre 1,5 y 5. Si no se dispone de otro criterio, se sugiere utilizar los siguientes valores:

$$\alpha = 3$$

$$\beta = 1.5$$

Para tramos singulares, como intersecciones, se comparará el Índice de Peligrosidad de cada intersección con el Índice de Peligrosidad medio para el mismo tipo de intersecciones.

La valoración del riesgo de siniestralidad servirá para priorizar los tramos o carreteras en los que se van a realizar las actuaciones paliativas para la mejora de la seguridad vial.

Para la puesta en marcha de acciones sobre los Tramos de Concentración de Accidentes, se sugiere revisar los capítulos de la Guía que hacen referencia al "Inspecciones específicas de seguridad vial" y a las "Medidas puntuales para la mejora de la seguridad en carreteras locales".

#### 7.4. MEJORA DE LA SEGURIDAD ATENDIENDO AL ENFOQUE DE RIESGO INTRÍNSECO.

Con relación a la consideración del riesgo intrínseco de las carreteras locales, que se define como una combinación entre el riesgo de diseño y uso, cabe hacer las siguientes consideraciones:

- Por un lado, es preciso analizar el RIESGO ASOCIADO A LAS CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO de la vía: ancho de carril, existencia y ancho de arcén, frecuencia de intersecciones y accesos, existencia de márgenes sin sistemas de contención. Se trata de una simplificación puesto que, si fuera posible, debería realizarse una valoración de la consistencia del diseño y tener en cuenta otros parámetros de trazado; sin embargo, la falta de recursos en la red local de carreteras es frecuente, por lo que se ha sugerido esta simplificación como punto de partida.
- Por otro lado, se plantea la valoración del RIESGO ASOCIADO AL USO de la carretera, entre el que hay que considerar la intensidad media diaria de vehículos, la presencia de vehículos pesados, usuarios vulnerables, los posibles usos agrícolas, recreativos, etc.

En el contexto de esta guía, se define como riesgo intrínseco el resultante de la siguiente expresión, en la que se dota de una mayor importancia al riesgo de uso respecto al riesgo de diseño en los parámetros  $\gamma$  y  $\delta$ :

$$\text{Riesgo intrínseco} = \gamma * \text{Riesgo de diseño} + \delta * \text{Riesgo de uso}$$

Los valores de  $\gamma$  y  $\delta$  se podrán adaptar por parte de la administración local de carreteras, de manera que  $\gamma < \delta$ . Si no se dispone de otro criterio, se sugiere utilizar los siguientes valores:

$$\begin{aligned} \gamma &= 0,4 \\ \delta &= 0,6 \end{aligned}$$

Se obtiene así un Riesgo Intrínseco valorado entre 1 y 3, en el que hay un mayor predominio del riesgo de uso frente al riesgo de diseño. Esta valoración servirá para priorizar las actuaciones preventivas para la mejora de la seguridad vial.

Si se producen cambios en las condiciones de la vía y su entorno, se deberá realizar una nueva valoración del riesgo de diseño y uso con carácter periódico.

En la Tabla 8 se incluye una propuesta de valoración del riesgo de diseño, mientras que la Tabla 9 sintetiza la propuesta de riesgo de uso.



Para la puesta en marcha de acciones sobre tramos en los que se detecte un riesgo intrínseco elevado, se sugiere revisar los capítulos de la Guía que hacen referencia al “Evaluación de la seguridad de las carreteras y en servicio” y a las “Medidas puntuales para la mejora de la seguridad en carreteras locales”.

FUNCIONALIDAD DE LA VÍA	PARÁMETROS RELACIONADOS CON EL RIESGO DE DISEÑO				
	Ancho de plataforma <sup>6</sup>	Márgenes	Frecuencia de accesos <sup>7</sup>	RIESGO DE DISEÑO	
<b>Vías interurbanas / de distribución</b>	≥ 6 metros, con arcén	Dispone de SCV <sup>8</sup> / No se requiere SCV	Alta	2	
			Baja	1	
	≥ 6 metros, sin arcén	No hay SCV y se requiere	Indiferente	3	
			Dispone de SCV / No se requiere SCV	Alta	2
				Baja	2
	< 6 metros, sin arcén	No hay SCV y se requiere	Indiferente	3	
Dispone de SCV / No se requiere SCV			Alta	3	
			Baja	2	
<b>Vías periurbanas / de acceso</b>	Indiferente	Indiferente	Alta	2	
			Baja	1	
	Indiferente	Indiferente	Indiferente	2	
<b>Vías en áreas residenciales / comerciales</b>	Indiferente	Indiferente	Indiferente	2	

**Tabla 8.-** Valoración del riesgo de diseño en vías locales, como componente del riesgo intrínseco.

(Fuente: elaboración propia)

<sup>6</sup> Se considera que existe arcén cuando éste tiene una anchura mínima de 0.5 metros.

<sup>7</sup> La frecuencia de accesos se deberá definir para cada administración titular en función de su distribución media de accesos por kilómetro.

<sup>8</sup> SVC: Sistema de Contención de Vehículos.

FUNCIONALIDAD DE LA VÍA	PARÁMETROS RELACIONADOS CON EL RIESGO ASOCIADO AL USO DE LA VÍA				
	IMD total <sup>9</sup>	Presencia de peatones o ciclistas en espacios no segregados <sup>10</sup>	Presencia de motociclistas <sup>11</sup>	Presencia significativa de vehículos pesados <sup>12</sup>	RIESGO DE USO
Vías interurbanas / de distribución	≥ 2.000	NO	NO	Indiferente	1
		SI	SI		2
		SI	Indiferente		3
	< 2.000	NO	NO		1
		SI	SI		1
		SI	Indiferente		3
Vías periurbanas / de acceso	Indiferente	NO	NO	Indiferente	1
			SI	SI	3
		SI	NO	NO	2
			Indiferente	Indiferente	3
Travesías	Indiferente	NO	NO	Indiferente	1
			SI	SI	3
		SI	NO	NO	2
			Indiferente	Indiferente	3
Vías en áreas residenciales /comerciales	Indiferente	NO	NO	Indiferente	1
			SI	SI	3
		SI	NO	NO	2
			Indiferente	Indiferente	3

**Tabla 9.-** Valoración del riesgo de uso en vías locales, como componente del riesgo intrínseco.

(Fuente: elaboración propia)

## 7.5. PROPUESTA DE PRIORIZACIÓN DE ACTUACIONES EN LA RED LOCAL DE CARRETERAS.

De cara a la priorización de las actuaciones, aspecto clave en la red local, frecuentemente afectada por limitaciones presupuestarias, parece razonable que unas cifras elevadas de siniestralidad en un determinado tramo o vía marquen la prioridad de actuación, desde una perspectiva paliativa (actuación según un enfoque de riesgo de siniestralidad). Además, el enfoque de riesgo por programas permite dar solución a determinados tipos de accidente o a grupos de riesgo específicos. Complementariamente, un elevado riesgo intrínseco puede ayudar a establecer prioridades para mejorar la red viaria desde la perspectiva de la seguridad preventiva.

A falta de otro criterio establecido en la administración local de carreteras, se sugiere considerar la siguiente propuesta para la priorización de actuaciones:

<sup>9</sup> En vías de distribución se ha tomado el límite de 2.000 vehículos / día como parámetro habitual para consideración de vías de baja intensidad de tráfico, que podrá modificarse de acuerdo a la realidad de cada red local de carreteras.

<sup>10</sup> A valorar cualitativamente por el gestor de la vía, si no se dispone de aforos.

<sup>11</sup> A valorar cualitativamente por el gestor de la vía, si no se dispone de aforos.

<sup>12</sup> A valorar cualitativamente por el gestor de la vía, si no se dispone de aforos.

## 1. ACTUAR PRIORITARIAMENTE ATENDIENDO AL ENFOQUE DE RIESGO POR SINIESTRALIDAD.

Se trata de actuar de manera paliativa en los tramos de carreteras con elevado riesgo de siniestralidad (TCA- Tramos de Concentración de Accidentes), por medio de la herramienta "Inspección específica de seguridad vial" de la Directiva 2019/1936 de gestión de la seguridad en las infraestructuras viarias que se expone en el capítulo 8 de esta Guía, así como valorando las medidas puntuales de mejora de la seguridad vial que se incluyen en el capítulo 9.

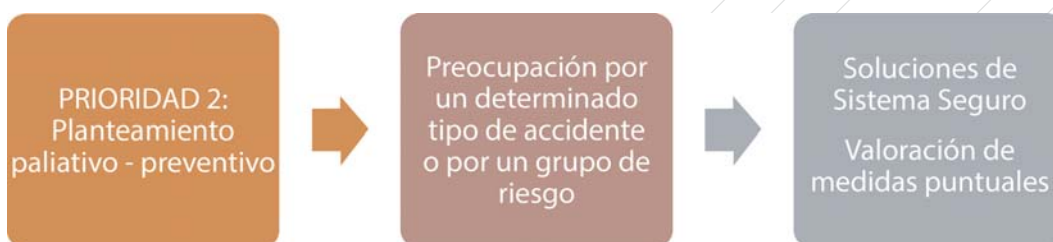


**Figura 2** - Prioridad 1 - actuación en carreteras atendiendo al ENFOQUE DE RIESGO POR SINIESTRALIDAD.

*(Fuente: elaboración propia)*

## 2. ACTUAR ATENDIENDO AL RIESGO POR PROGRAMAS.

En cuanto a la mejora de la seguridad en la red local atendiendo a las tipologías de accidentes o grupos de riesgo, sería preciso poner en marcha "Programas de acción" para proponer su resolución. En este sentido, como se ha indicado anteriormente, se sugiere consultar los capítulos de la guía que hacen referencia al Sistema Seguro, en el capítulo 8 y a las medidas puntuales para la mejora de la seguridad en carreteras locales del capítulo 9, que son de utilidad para proponer soluciones a problemas recurrentes



**Figura 3** - Prioridad 2 - actuación en carreteras atendiendo al ENFOQUE DE RIESGO POR PROGRAMAS.

*(Fuente: elaboración propia)*

de siniestralidad en la red local. Algunas administraciones locales pueden decidir no implantar planes de este tipo, en cuyo caso se sugiere considerar la tercera prioridad que se explica posteriormente.

### 3. ACTUAR ATENDIENDO AL RIESGO INTRÍNSECO.

Aplicar estrategias preventivas de mejora de la seguridad de la red en aquellos tramos de carreteras que, si bien no están registrando elevados índices de siniestralidad, pueden tener un riesgo intrínseco alto, si se compara con el resto de la red viaria de categoría similar.

Para identificar las carreteras o tramos de carreteras donde, con un riesgo de siniestralidad bajo, se debería analizar el riesgo intrínseco, se sugiere considerar carreteras completas o, alternativamente, tramos de carreteras de longitud igual o superior a 3 kilómetros, con una funcionalidad y uso homogéneo, que cumplan con las siguientes condiciones:

- Intensidad Media Diaria (IMD) superior al valor medio de IMD en la red local o en la jerarquía de red a la que pertenece (por ejemplo, si la IMD media en la red de primer orden es de 1.500 vehículos al día, se priorizarían las carreteras con tramos por encima de ese valor).



- Carreteras o tramos de carreteras con más de 5 accidentes con / sin víctimas en los últimos 3 años.
- Cualquier otro tramo de carretera que, a juicio del gestor de la vía, requiera un análisis especial, ya sea por la presencia de usuarios vulnerables, u otra razón que se considere oportuna (por ejemplo, travesías, intersecciones, etc.).

Para los tramos que cumplan con las condiciones anteriores, se podrán establecer prioridades de análisis y actuación según la valoración del riesgo intrínseco, resultado de la combinación del riesgo de diseño y riesgo de uso.

Se sugiere aplicar a estos tramos de carreteras la herramienta "Evaluación de la seguridad de las carreteras en servicio" que incorpora la Directiva 2019/1936 de gestión de la seguridad en las infraestructuras viarias, que se expone en el capítulo 8 de esta Guía, así como las medidas puntuales para la mejora de la seguridad en carreteras locales del capítulo 9.



**Figura 4 - Prioridad 3 - actuación en carreteras atendiendo al ENFOQUE DE RIESGO INTRÍNSECO.**

*(Fuente: elaboración propia)*

Independientemente de las conclusiones de la aplicación de estos criterios a la red local de carreteras, serán objeto de análisis en profundidad cualquier punto singular de la red que esté generando registros de siniestralidad elevados o cualquier otro punto o tramo que se considere necesario. Asimismo, como se ha indicado anteriormente, se sugiere aplicar auditorías de seguridad vial a nuevos diseños a cuando se modifiquen de manera significativa las condiciones de la vía.

## 8. SOLUCIONES GLOBALES PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD EN CARRETERAS LOCALES

En este capítulo se incluyen un conjunto de soluciones para la mejora de la seguridad que se podrían implementar en la red local de carreteras. Son aspectos con carácter global, es decir, concebidas para su implantación a lo largo de vías completas e incluso itinerarios o redes, sin descartar que su utilización pueda ser útil en tramos de vías de una longitud menor.

Además, son, en su mayor parte, estrategias preventivas, que tratan de evitar problemas de seguridad antes de que éstos se produzcan, si bien en algunos casos su utilización puede estar justificada por unos índices de siniestralidad anormalmente altos.

Se incluyen a continuación 4 aspectos relacionadas con el Sistema Seguro, definido previamente, así como 3 de las herramientas relacionadas con la Directiva Europea 2019/1936 sobre gestión de la seguridad, que hacen referencia a la red en servicio; no se han incluido la evaluación de impacto de la seguridad vial para proyectos de infraestructura, puesto que está prevista para la fase de planificación, ni las auditorías de seguridad vial en diseños de nuevas carreteras, puesto que no se incluye dentro del ámbito de trabajo principal de las redes locales; sin embargo, se ha incluido una referencia a auditorías de seguridad vial en nuevas actuaciones, entre las que se englobarían los proyectos de acondicionamiento y mejora, así como otros en los que se produzcan cambios sustanciales en las condiciones de la vía.

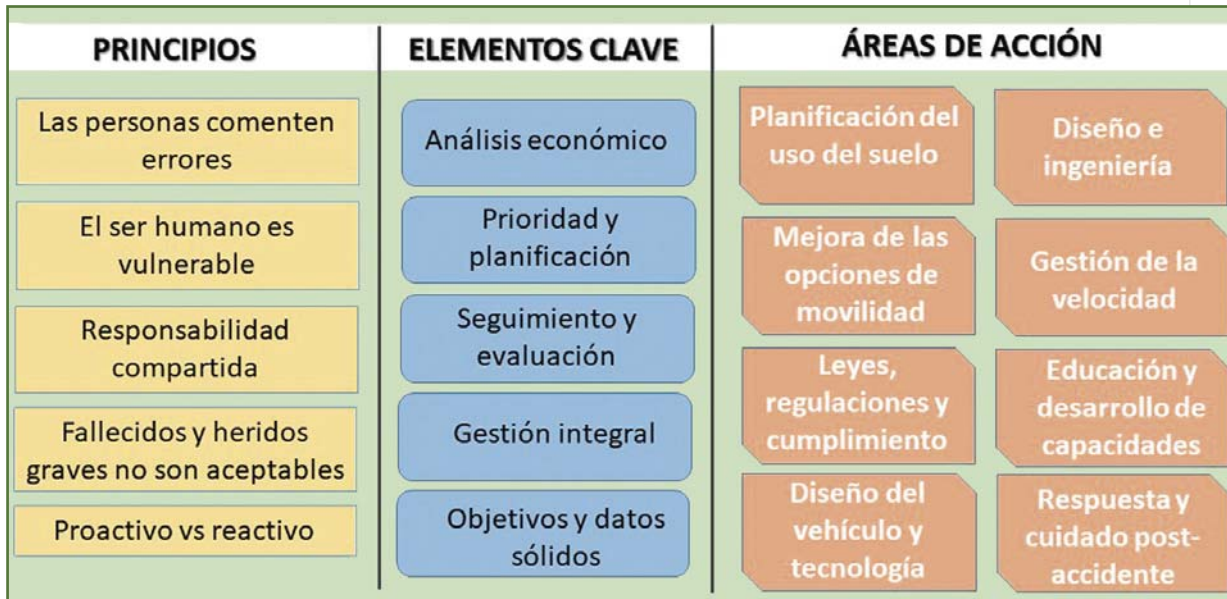
### 8.1. SISTEMA SEGURO.

Según refleja la política de seguridad vial de la Unión Europea para la década 2021-2030<sup>13</sup>, el planteamiento de "Sistema Seguro" parte de que los fallecidos y heridos graves en siniestros de tráfico no son una consecuencia inevi-

<sup>13</sup> EU Road Safety Policy Framework 2021-2030 - Next Steps towards "Vision Zero". Commission Staff Working Document. Brussels, 19.6.2019. SWD(2019) 283 final.







**Figura 5** - Principios, elementos clave y áreas de acción en el contexto del Sistema Seguro.

(Fuente: *Sustainable and Safe: a vision and guidance for zero road deaths*. World Resources Institute)

table de la movilidad; así, se asume que, aunque sigan produciéndose siniestros, se pueden prevenir sus consecuencias más graves. El "Sistema Seguro" apuesta claramente por una mayor tolerancia del sistema de transporte por carretera, asumiendo que las personas cometen errores y que son vulnerables. Por medio de un mejor diseño y mantenimiento de las infraestructuras viarias, vehículos con más y mejor equipamiento de seguridad, reducción de velocidades en determinados entornos, etc. se puede reducir el impacto de los siniestros y minimizar sus consecuencias. Se trata de generar un sistema de capas de protección que garantice que, si un elemento falla, otro elemento tratará de compensar los errores para reducir los impactos negativos. Este enfoque requiere una acción multidisciplinar, como puede verse en la figura 5.

El Sistema Seguro viene a menudo acompañado de la denominada "Visión Cero", que presenta el objetivo a largo plazo de cero muertos y lesiones graves. Desde esta perspectiva, más allá del objetivo cuantitativo, es importante resaltar el cambio de enfoque: ya no es aceptable asumir más riesgo para obtener un beneficio, sino que, desde la perspectiva del Sistema Seguro, la seguridad de los usuarios debe ser el criterio principal de diseño. Un Sistema Seguro va más allá de los enfoques reactivos, basados en el análisis de los siniestros; en lugar de ello, adopta un enfoque proactivo para guiar la conducta segura al tiempo que evalúa los riesgos de la red viaria e identifica

las intervenciones prioritarias que impidan consecuencias graves en los siniestros que se puedan producir.

El planteamiento del Sistema Seguro pasa por trabajar simultáneamente en todos los ámbitos que intervienen en la seguridad de la circulación, según se muestra en la figura anterior. Carreteras y entornos seguros son elementos fundamentales del Sistema Seguro, que deben ser diseñados y gestionados para permitir:

- Proporcionar un entorno adecuado para una velocidad segura.
- Alertar a los conductores de situaciones inusuales o potencialmente peligrosas.
- Informar a los conductores de lo que van a encontrarse en la vía.
- Guiar a los usuarios en tramos con alguna situación inusual en la carretera.
- Controlar el paso de los usuarios por tramos de potencial conflicto.
- Perdonar los errores de los usuarios.

Las infraestructuras viarias en el Sistema Seguro deben:

- i- No generar sorpresas en cuanto al diseño de la vía o el control de tráfico: el diseño debe ser acorde a las expectativas del usuario.
- ii- Proporcionar una difusión controlada de información relevante: el diseño debe ser acorde con la capacidad de proceso de la información.
- iii- Proporcionar información repetida, cuando sea pertinente, para hacer énfasis en situaciones peligrosas: el diseño debe ser acorde con las expectativas del usuario.

En el ámbito de la infraestructura, objeto de esta Guía, las estrategias y publicaciones hacen referencia a las siguientes líneas de actuación, que se desarrollan a lo largo de esta Guía de manera específica para las carreteras locales:

- ✓ Actuar sobre los márgenes de las carreteras, para la reducción de riesgos asociados a salidas de vía: CARRETERAS QUE PERDONAN.
- ✓ Mejorar la coordinación entre la funcionalidad de la vía, su diseño y los límites de velocidad para reducir el número y gravedad de los siniestros: CARRETERAS AUTOEXPLICATIVAS.

- ✓ Evaluar el riesgo de la red de carreteras existentes, como punto de partida para acometer las actuaciones prioritarias: ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE LA VÍA.
- ✓ Proteger a todos los usuarios de la vía: MEJORA DE LA SEGURIDAD DE LOS USUARIOS VULNERABLES.

Además, existen otros ámbitos de actuación prioritarios que se incluyen en esta Guía, como la aplicación de las herramientas de gestión de la seguridad vial de la Directiva 2019/1936 o la garantía de un adecuado mantenimiento de las carreteras.

Por otro lado, y también en el contexto de Sistema Seguro, es importante señalar que la Comisión Europea trabaja en un concepto de gran interés para la red local de carreteras, relacionado con el uso seguro de la vía; se trata de un indicador de calidad de seguridad de una red vial, independientemente del comportamiento de los usuarios y del tipo de vehículos que por ella circulen. Aunque todavía está pendiente su definición, se trataría de un indicador clave de rendimiento de las infraestructuras, basado en el porcentaje de distancia recorrida en carreteras con una calificación de seguridad superior al umbral acordado. Es un concepto relacionado con el riesgo de diseño que se ha expuesto en el capítulo anterior.

### **8.1.1. CARRETERAS QUE PERDONAN.**

**Descripción:** El término "carreteras que perdonan" (forgiving roads), también llamadas "carreteras clementes", tuvo su origen hacia el año 1960 como parte del compromiso adoptado para lograr que las carreteras constituyeran un sistema más seguro para los conductores. El planteamiento contempla tanto evitar que se produzcan accidentes como reducir sus consecuencias, generando medidas que permitan "compensar" los errores que los conductores puedan tener, derivados de distracciones, dificultades de interpretación del entorno y de la vía, no respetar las normas, etc.

En el contexto de esta Guía se va a considerar la potencialidad de esta medida para reducir el número y la gravedad de los accidentes por salida de vía.

Con relación al objetivo de evitar que se produzcan accidentes por salida de vía, será necesario reforzar la señalización, realizar

alguna adecuación del trazado, alertar al usuario de la llegada de una zona de potencial peligro, etc.

Para la reducción de las consecuencias de los accidentes por salida de vía, se deben eliminar los obstáculos en los márgenes de las vías, reducir las pendientes laterales para que los vehículos puedan recuperar el control en caso de salida de vía y, donde esto no sea posible, instalar los sistemas de contención apropiados para todos los usuarios.

La experiencia y las investigaciones demuestran que la situación y el diseño de los objetos situados en las proximidades de la calzada influyen de manera considerable en la severidad de los accidentes que se producen por salidas de vía. Bajo esta acción se persigue reducir las consecuencias de los accidentes que se producen, lo que justifica el término "carretera que perdona", para ello se deben tratar aspectos como:

- Suavizar las pendientes de los taludes laterales.
- Dotar a la carretera de una zona despejada en el margen de la misma.

La zona despejada se puede definir como el espacio transversal comprendido entre el borde exterior de la calzada y el obstáculo, desnivel u objeto vulnerable más próximo a ella. Esta zona incluye siempre el arcén y la berma y puede comprender, además, un espacio de anchura variable o indefinido exterior a la propia vía.

Los condicionantes orográficos no siempre permiten disponer de una zona despejada de suficiente anchura, por lo que suele ser necesario buscar otras medidas que contribuyan a disminuir las consecuencias de los accidentes.

- Respecto a los objetos fijos en el margen de la carretera se puede optar por:
  - Diseño adecuado del mismo.
  - Provisión de postes fusibles cuando sea posible.
  - Eliminar los objetos o trasladarlos de sitio.
  - Protección de los obstáculos con sistemas de contención que absorban parte de la energía de impacto, teniendo en cuenta las necesidades de todos los usuarios, incluidos los más vulnerables, como ciclistas y motociclistas.

- Requieren especial atención, por su presencia continua en el entorno de la vía, los elementos de drenaje. La provisión de cunetas de seguridad y pasos salvacunetas seguros son medidas necesarias para avanzar en la implantación del concepto "carretera que perdona", a las que se hace referencia en el capítulo 9.2 de esta Guía.

Con relación a la potencialidad de estas medidas para reducir la accidentalidad, es preciso señalar que los accidentes por salida de vía suponen entre el 30-40 % del total de accidentes y de víctimas mortales, por lo que se espera una alta rentabilidad de cualquier medida que permita una cierta reducción.

**Objetivo:** El objetivo de una carretera que perdona es compensar los errores de los usuarios, evitando que éstos den lugar a accidentes y, en caso de que se produzcan, reducir su gravedad.

Las actuaciones de este tipo son muy frecuentes en la red viaria, dado que se trata de medidas de bajo coste que permiten no



Marca vial con resalto



Señalización de advertencia de peligro



Balizamiento en curvas

**Foto 11:** Mejora del equipamiento viario para reducir los accidentes por salida de vía

(Fuente: Asociación Española de la Carretera)



**Foto 12:** Márgenes despejados (Fuente: Asociación Española de la Carretera)



**Foto 13:** Sistema de contención para reducir las consecuencias de los accidentes por salida de vía; barrera de seguridad con sistema de protección de motociclistas (Fuente: Gonvarri)



sólo reducir la accidentalidad por salida de vía, sino generar un entorno más seguro para todos los usuarios. Las siguientes fotografías son ejemplos de medidas de mejora de la seguridad que permiten reducir la accidentalidad por salida de vía.

A pesar de los condicionantes orográficos, en algunos casos se pueden proveer márgenes despejados de obstáculos y con pendientes laterales suaves; si esto no fuera posible, existen múltiples opciones de sistemas de contención de vehículos que pueden utilizarse.

### 8.1.2. CARRETERAS AUTOEXPLICATIVAS.

**Descripción:** Se entiende por carreteras autoexplicativas aquéllas en las que el diseño de la vía, su equipamiento y su entorno facilitan que los usuarios entiendan cómo deben comportarse en cada momento, evitando situaciones de sorpresa y ajustándose a sus expectativas.

Además, una carretera autoexplicativa debe serlo para todos los usuarios, incluidos los vulnerables, y tener en cuenta las diferentes condiciones climáticas que pueden presentarse, así

como otras circunstancias que pueden aparecer a lo largo del día (con distintos niveles de luminosidad durante el día, noche, amanecer y crepúsculo) o de manera estacional.

En el contexto de las carreteras autoexplicativas, la Comisión Europea hace referencia a la diferenciación entre las clases de carreteras, de manera que, en cada clase, las características como la anchura de la calzada, las marcas viales, la señalización u otro equipamiento, sean coherentes en toda la red; de esta manera, los conductores percibirán el tipo de carretera por el que circulan e, instintivamente, adaptarán su comportamiento. El entorno debe proporcionar indicios del tipo de carretera, y reducir la necesidad de señales excesivas o dispositivos de control del tráfico.

Existen varios criterios complementarios para mejorar las propiedades de una carretera de cara a considerarse autoexplicativa; entre ellos, cabe destacar los siguientes:

**LEGIBILIDAD:** propiedad que permite que la vía y su entorno sean bien percibidos por los usuarios y correctamente interpretados. En este punto es fundamental el trazado de la vía, su estado de conservación y su equipamiento; se estima que el



Figura 6 - Carreteras autoexplicativas. (Fuente: elaboración propia)

80 % de la información que llega al usuario lo hace a través de la vista, por lo que es clave que todos los elementos de la vía se perciban adecuadamente en todas las circunstancias.

**CREDIBILIDAD:** garantía de coherencia entre la realidad de la vía y las expectativas que se generan al conductor. Con relación a esta propiedad, es importante que la señalización de la carretera responda a la realidad del diseño de la vía, puesto que, en ocasiones, una señalización demasiado conservadora, puede generar una situación de pérdida de confianza o credibilidad por parte de los usuarios, que no es deseable; por ejemplo, en el caso de las limitaciones de velocidad, hay que tener en cuenta que los usuarios suelen adaptar bien la velocidad de circulación a las limitaciones físicas y de tráfico, pero presentan más dificultades para adaptar la velocidad a límites no evidentes o que asumen como innecesarios.

Se debe considerar el potencial de la señalización de recomendación y limitar el uso de mensajes no habituales, de manera que se usen únicamente para casos especiales o poco comunes.

**ADECUACIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO:** se trata del esfuerzo de asimilación y decisión que requiere, para el usuario, cada tramo de carretera en función de su trazado y cantidad de información disponible a través de la señalización, el entorno u otros elementos. En este punto, el estado de conservación de la carretera es importante, puesto que, ante deterioros graves, el usuario deberá prestar más atención a esta circunstancia, por lo que se producirá una sobrecarga que reducirá su capacidad para estar más atento a otras circunstancias como el tráfico.

Existen cuatro fuentes de proceso: visual (atiende a estímulos externos), auditiva (atiende a estímulos externos), cognitiva (atiende al nivel de información) y psicomotora (atiende a acciones o actividad física); cuando existe una sobrecarga, hay un exceso de demanda sobre una única fuente de proceso, de manera que, ante un exceso de fuente visual (por ejemplo, muchas señales), se puede limitar la capacidad de procesar otras fuentes como las cognitivas (por ejemplo, dificultando la toma de decisiones en una intersección), reduciendo el margen de seguridad de las tareas que se realizan.

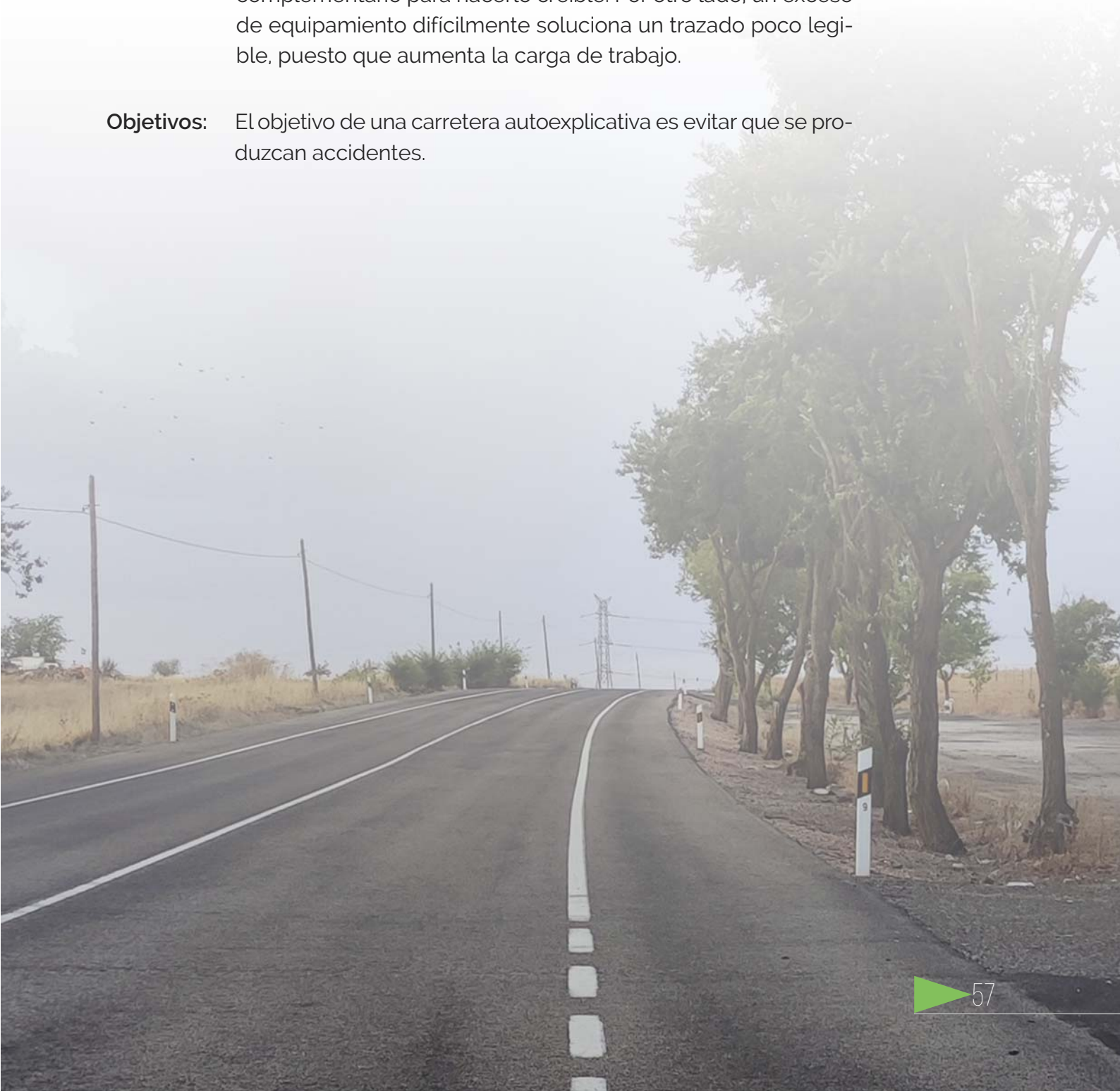


Los puntos o tramos singulares, como las intersecciones o las aproximaciones a travesías y zonas pobladas, son situaciones de posible sobrecarga de trabajo.

Otra característica fundamental de una carretera autoexplicativa es la **CONSISTENCIA** del diseño que, por su importancia, figura en un capítulo aparte en esta guía.

Un trazado legible y coherente necesita poco equipamiento complementario para hacerlo creíble. Por otro lado, un exceso de equipamiento difícilmente soluciona un trazado poco legible, puesto que aumenta la carga de trabajo.

**Objetivos:** El objetivo de una carretera autoexplicativa es evitar que se produzcan accidentes.



**Foto 14:** Intersección con elevada carga de trabajo y probables dificultades de interpretación



**Foto 15:** Exceso de señalización que aumenta la carga de trabajo  
(Fuente: Asociación Española de la Carretera)

En el ámbito periurbano y urbano, las soluciones orientadas al calmado del tráfico contribuyen al objetivo de generar vías autoexplicativas, en las que el conductor recibe información acerca de la entrada en un espacio con presencia de usuarios vulnerables, ante los que debe extremar las precauciones y reducir la velocidad. El equipamiento viario, así como el uso de distintos materiales en el pavimento y los elementos reductores de la velocidad desempeñan un papel importante.



**Foto 16:** Ejemplo de calmado del tráfico  
(Fuente: Diputación de Pontevedra)



**Foto 17:** Ejemplo de calmado del tráfico  
(Fuente: Diputación de Pontevedra)

### 8.1.3. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE LA VÍA.

**Descripción:** El concepto de consistencia en el diseño geométrico está relacionado con el objetivo de lograr la máxima conformidad entre las características geométricas de la carretera y las operacionales resultantes, y las expectativas del conductor conforme la recorre<sup>14</sup>.

El objetivo de un diseño consistente es lograr que los usuarios mantengan una conducción uniforme y sin sorpresas, mediante una coherencia entre el diseño geométrico de la carretera y su equipamiento para cada categoría de carretera que:

- Permita a los usuarios de la vía actuar de forma previsible según su experiencia acumulada (expectativas *a priori*) y
- Permita que los usuarios adquieran experiencia a partir de la percepción de las características del itinerario según lo van recorriendo (expectativas *ad hoc*)

Si las características geométricas esperadas coinciden con las que existen en la carretera, la carretera tiene un buen grado de consistencia, minimizando la posibilidad de cometer errores y realizar maniobras inseguras.

<sup>14</sup> Pérez, A.M.; Camacho, F.J.; García, A. (2011). “La velocidad de operación y su aplicación en el análisis de la consistencia de carreteras para la mejora de la seguridad vial”. Cuaderno Tecnológico de la PTC 6/2011. Plataforma Tecnológica Española de la Carretera, Madrid.

Al realizar un análisis de consistencia se pueden identificar problemas de trazado que será necesario rectificar, así como la instalación de equipamiento para mejorar la situación. El análisis de consistencia se debe realizar a lo largo de toda la vía o en tramos extensos, prestando especial atención a los puntos singulares. Es preciso tener en cuenta que la utilización de soluciones poco comunes requiere mayor tiempo de respuesta y mayores probabilidades de cometer errores por parte de los usuarios (por ejemplo, cuando se obliga al vehículo que circula por el anillo de una glorieta a ceder el paso, o las salidas o incorporaciones por la izquierda en carreteras de doble calzada); estas soluciones poco comunes deben estar suficientemente advertidas para minimizar los riesgos.

La mayoría de los estudios utilizados por evaluar la consistencia se basan en la velocidad de operación, observando la variación que experimenta entre elementos consecutivos. Esta velocidad viene representada por el percentil 85 de la distribución de velocidades a la que operan los vehículos ligeros en un régimen de circulación libre.

En la norma 3.1.IC de Trazado, se menciona que, para carretas convencionales con una velocidad de proyecto inferior a 100 km/h, en terreno llano u ondulado, se considera que existe una buena consistencia entre elementos de trazado en planta cuando se verifican las siguientes condiciones:

- Para cada elemento del trazado:

$$|V_{85} - V_p| \leq 10 \text{ km/h}$$

Siendo:

$V_p$  = Velocidad de proyecto del tramo (km/h).

$V_{85}$  = Velocidad operativa característica (km/h) del elemento, representada por el percentil 85 de la distribución de velocidades temporales observadas en servicio.

- Para elementos consecutivos:

$$|(V_{85})_i - (V_{85})_{i+1}| \leq 10 \text{ km/h}$$

Además, se puede considerar que existe consistencia aceptable entre los elementos de trazado en planta de una carretera



**Foto 18:** Una buena consistencia facilita la legibilidad de la carretera

que discurre por terreno llano u ondulado si se verifican las siguientes condiciones:

$$10 \text{ km/h} < |V_{85} - V_p| \leq 20 \text{ km/h}$$

$$10 \text{ km/h} < |(V_{85})_i - (V_{85})_{i+1}| \leq 20 \text{ km/h}$$

Para aplicar las expresiones anteriores, y para cada elemento de trazado, la velocidad operativa característica se evaluará en la sección de la vía donde se alcance su valor máximo.

Asimismo, la Norma 3.1 IC recoge otro criterio para valorar la tasa de cambio de curvatura de un elemento o grupo de elementos del trazado, que se puede aplicar de manera complementaria.

**Objetivos:** El objetivo de mejorar la consistencia de la vía es evitar que se produzcan accidentes.

En los trabajos realizados por el profesor Alfredo García en el Grupo de Investigación de Ingeniería de Carreteras de la Universidad Politécnica de Valencia se mencionan numerosos estudios internacionales acerca de la consistencia y su influencia en la seguridad vial. Entre ellos, cabe destacar el siguiente <sup>15</sup>:

Consistencia según el Criterio II de Lamm	Número de curvas	Accidentes por millón de vehículos-km
Buena	4518	0,46
Aceptable	622	1,44
Mala	147	2,76

**Tabla 10.-** Relación entre consistencia y siniestralidad (Anderson et al., 1999).

<sup>15</sup> Anderson, I.B., Bauer, K.M., Harwood, D.W y Fitzpatrick, K (1999). Relationship to safety of geometric design consistency measures for rural two-lane highways. *Transportation Research Record. Journal of Transportation Research Board*, Vol. 1658.

#### 8.1.4. MEJORA DE LA SEGURIDAD DE LOS USUARIOS VULNERABLES.

**Descripción:** El término "usuarios vulnerables" engloba a peatones, ciclistas, y usuarios de ciclomotores y motocicletas que utilizan las vías en sus desplazamientos y que, al disponer de una menor protección que los conductores y pasajeros de coches y otros vehículos a motor de mayor tamaño, que suelen circular a mayor velocidad, tienen una probabilidad superior de resultar heridos en caso de accidente, y que sus heridas sean más graves. A estos colectivos se une, desde fechas recientes, el de los usuarios de vehículos de movilidad personal (patinetes, hoverboards, etc.), que han proliferado en los entornos urbanos en los últimos años; su uso está limitado al ámbito urbano y a las calzadas (no está permitida su circulación en las aceras).

La siguiente tabla hace referencia a los distintos tipos de usuarios que utilizan la vía, a diferentes velocidades, y la energía cinética que se les puede asociar. Al comparar las cantidades de energía en movimiento, se puede ver que, respecto al peatón, un ciclista a 30 km/h tiene 46 veces más energía, un motociclista a 50 km/h tiene 243 veces más energía y un automóvil a 90 km/h, casi 7.000 veces más energía.

En el ámbito interurbano, sería deseable una segregación de usuarios de muy distinta masa, velocidad y energía en su desplazamiento, con vistas a garantizar una coexistencia segura. En carreteras locales es frecuente que la segregación no sea posi-

Modo de desplazamiento	Velocidad (Km/h)	Masa (Kg)	Energía cinética (Julios)	En relación al peatón (Peatón = 1)
Peatón	5	70	67,5	1,0
Peatón (corriendo)	12	70	388,9	5,7
Bicicleta	15	90	781,2	11,6
Bicicleta	30	90	3.125,0	46,3
Motocicleta	30	170	5.902,8	87,5
Motocicleta	50	170	16.396,6	242,9
Automóvil	30	1.500	52.083,3	771,6
Automóvil	50	1.500	144.675,9	2.143,3
Automóvil	90	1.500	468.750,5	6.943,0

**Tabla 11.-** Energía de los distintos usuarios de la vía.

(Fuente: Programa de la Bicicleta Sevilla 2020)



**Foto 19:** Espacios compartidos (Fuente: Diputación de Málaga)



**Foto 20:** Espacios compartidos (Fuente: Diputación de Málaga)

ble, por falta de espacio, condiciones orográficas, limitaciones presupuestarias, etc.; en estos casos, será necesario proveer otras soluciones orientadas a la reducción de las velocidades de circulación y la adecuación de la infraestructura. Asimismo, se pueden implantar medidas para la mejora de la seguridad de los motociclistas.

Ante la presencia elevada de peatones, como usuarios más vulnerables de la vía, es preciso profundizar en el concepto de “espacios compartidos”, en los que, además de asegurar velocidades reducidas de circulación, se permita una cierta separación de los peatones respecto al tráfico motorizado, ya sea en arcenes, si los hay, o con cunetas pisables, preferiblemente separadas por medio de sistemas de contención.

En travesías y vías urbanas, las actuaciones deben ir orientadas a la convivencia a velocidades óptimas que garanticen la seguridad de todos los usuarios, siempre que no sea posible segregar.

**Objetivos:** Implantar las medidas necesarias para reducir la siniestralidad con peatones, ciclistas y motociclistas, cuya representatividad en las cifras globales de siniestralidad ha aumentado progresivamente; en España, en el año 2010, los peatones, ciclistas y usuarios de ciclomotor y motocicleta suponían el 42 % de los fallecidos totales, mientras que en 2019 alcanzaron el 53 %.



**Foto 21:** Espacios compartidos  
(Fuente: Diputación de Málaga)



**Foto 22:** Zonas de convivencia en entorno urbano  
(Fuente: Diputación de Pontevedra)



**Foto 23:** Zonas de convivencia en entorno urbano  
(Fuente: Diputación de Pontevedra)



**Foto 24:** Zonas de convivencia  
(Fuente: Diputación de Pontevedra)



**Foto 25:** Senda peatonal  
(Fuente: Diputación de Pontevedra)



## 8.2. DIRECTIVA 2019/1936 SOBRE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD DE LAS INFRAESTRUCTURAS VIARIAS.

La Directiva 2019/1936, que modifica a la Directiva 2008/96/CE sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias, introduce novedades no sólo en cuanto al ámbito de aplicación de las herramientas de gestión de la seguridad vial, sino en las propias herramientas.

### Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación de la Directiva 2019/1936, que supera el de la Directiva 2008/96/CE, son las carreteras de la red transeuropea, autopistas y otras carreteras principales, así como otras vías que cuenten con financiación de la Unión Europea. Asimismo, se podrán incluir otras vías. Las carreteras principales se definen como *"carreteras situadas fuera de zonas urbanas que conectan grandes ciudades o regiones y pertenecen a la categoría más alta de carreteras por debajo de la categoría de autopista en la clasificación nacional de carreteras en vigor el 26 de noviembre de 2019"*, fecha de publicación de la Directiva.

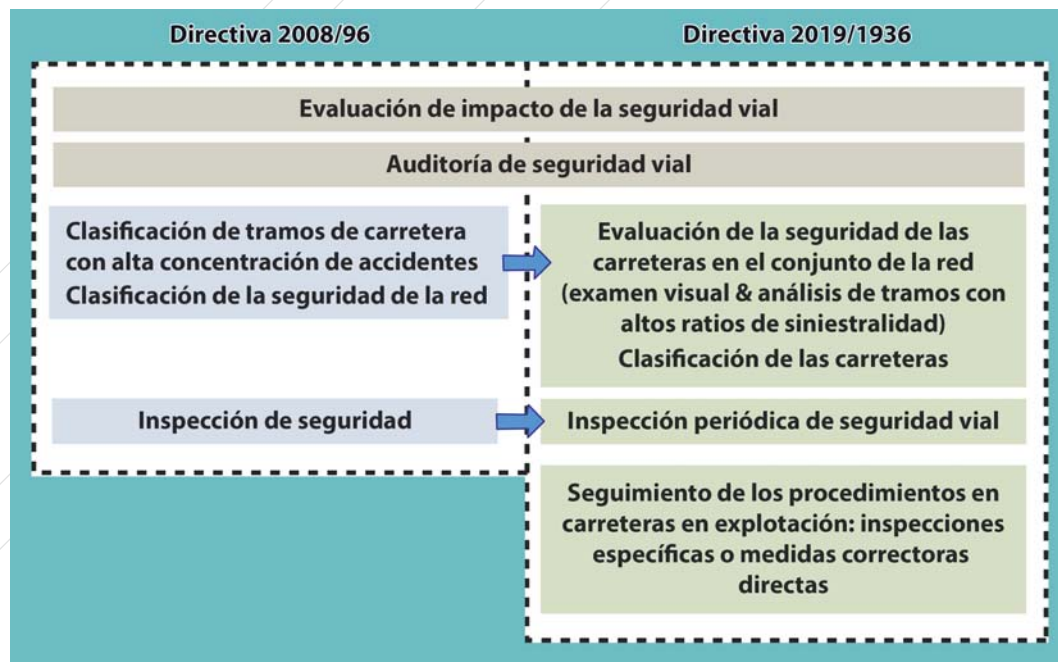
Además, los Estados miembros puede eximir del ámbito de aplicación de la Directiva a las carreteras principales con bajo nivel de riesgo para la seguridad, por motivos debidamente justificados relacionados con los volúmenes de tráfico y las estadísticas de accidentes. Asimismo, los Estados miembros podrán incluir otras carreteras en el ámbito de aplicación.

En el Real Decreto que transpone la Directiva en España, se define carretera principal como *"autovía situada fuera de las zonas urbanas que conecta grandes ciudades o regiones"*.

La red local de carreteras quedaría fuera del ámbito de aplicación de la Directiva 2019/1936, salvo casos excepcionales, si bien se han incluido en esta Guía las herramientas que se considera que tienen una alta potencialidad para su aplicación en este tipo de red, en lo relativo a su capacidad para reducir el número y la gravedad de los accidentes.

### Herramientas de la Directiva 2019/1936

La figura 8 incluye una referencia a la modificación de la Directiva de seguridad en infraestructuras viarias y las herramientas que figuran en la Directiva 2019/1936.



**Figura 7** - Herramientas de la Directiva 2019/1936 respecto a la Directiva 2008/96.  
(Fuente: elaboración propia)

## Aplicación en España

En España, la adaptación de los criterios de trasposición de la Directiva 2008/96/CE a los nuevos criterios definidos en la Directiva 2019/1936 se realiza por medio del Real Decreto sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias en la Red de Carreteras del Estado. Asimismo, otras administraciones titulares de carreteras han publicado otras referencias normativas relativas a la utilización de los criterios incluidos en las Directivas.

En los siguientes epígrafes se detallan las herramientas cuya potencialidad es mayor para su aplicación a la red local de carreteras, a las que se ha hecho referencia en los capítulos anteriores de esta guía:

- **Inspecciones específicas de seguridad vial.**

En la Directiva 2019/1936 se plantea el uso de esta herramienta para el seguimiento de las conclusiones de las evaluaciones de seguridad en el conjunto de la red incluida en el ámbito de la Directiva, con el objetivo de realizar una investigación específica para detectar condiciones peligrosas, defectos y problemas que aumentan el riesgo de accidentes y lesiones, a partir de una visita in situ a una carretera o tramo de carretera. Sin embargo, a efectos de esta Guía, se propone utilizar las inspecciones específicas de

seguridad vial para analizar y proponer soluciones a los tramos con elevado riesgo de siniestralidad.

- **Evaluación de la seguridad de las carreteras en servicio.**

En la Directiva 2019/1936 se plantea su aplicación a toda la red de carreteras incluida en el ámbito de aplicación de la propia Directiva, con el objetivo evaluar el riesgo de que se produzcan accidentes y establecer prioridades de actuación, a través de un examen visual y un análisis de los tramos con más siniestralidad. Sin embargo, a efectos de esta Guía, y teniendo en cuenta las limitaciones de la red local de carreteras, se propone utilizar la evaluación de la seguridad de las carreteras en servicio para analizar y proponer soluciones a los tramos con elevado riesgo intrínseco.

- **Auditorías de seguridad vial en nuevas actuaciones.**

En la Directiva 2019/1936 se plantea su aplicación a todos los proyectos de infraestructuras incluidos en el ámbito de aplicación de la Directiva. En el contexto de la red local, se propone utilizar progresivamente las auditorías de seguridad vial en los nuevos diseños de carreteras o cuando se produzcan cambios sustanciales en las condiciones de la vía.

### **8.2.1. INSPECCIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD VIAL.**

**Descripción:** Una inspección específica de seguridad vial es una investigación específica para detectar condiciones peligrosas, defectos y problemas que aumentan el riesgo de accidentes y lesiones, a través de un trabajo de campo in situ a una carretera o tramo de carretera en servicio. En el análisis, se debe prestar especial atención a la protección de los usuarios vulnerables de las vías.

Las conclusiones de las inspecciones específicas de seguridad vial deben ser a su vez objeto de seguimiento mediante decisiones motivadas que establezcan si es necesario tomar medidas correctoras; así, se deberán identificar los tramos donde es preciso mejorar la seguridad de la infraestructura y se definirán acciones prioritarias para conseguirlos.

Las conclusiones de las inspecciones específicas de seguridad vial, que darán lugar a medidas correctoras, deberían ejecutarse en el menor plazo posible, considerando la disponibilidad presupuestaria y su idoneidad técnica. Además, su implantación debe ser objeto de seguimiento posterior.

Señales y marcas viales serán objeto de especial atención en lo relativo a su legibilidad y detectabilidad para conductores y para sistemas automatizados de ayuda al conductor, como paso previo a la movilidad autónoma.

Para su realización se deben tener en cuenta los siguientes elementos (los aspectos a contemplar en cada elemento figuran en el anexo 2 de esta guía):

- Trazado y sección transversal de la vía.
- Intersecciones y puntos de intercambio.
- Disposiciones relativas a los usuarios vulnerables de la vía pública.
- Iluminación, señales y marcas.
- Semáforos.
- Objetos, zonas despejadas y sistemas de contención.
- Firme.
- Puentes y túneles.
- Otras cuestiones.

**Objetivos:** Identificar elementos de la carretera y su entorno que pueden contribuir a que se acumulen accidentes y proponer medidas correctivas adecuadas.

Según estimaciones de estudios internacionales, es posible alcanzar una reducción del 20-40 % de la accidentalidad con la aplicación de auditorías e inspecciones de seguridad vial (Elvik, 2013; Federal Highway Administration, 2006).

La Generalitat de Catalunya realiza inspecciones de seguridad vial en su red desde el año 2016 y dispone de una metodología propia. El procedimiento se aplica cada 3 años en la Red Transeuropea de Carreteras y en la red principal, y cada 5 años en la red sensible por aspectos relacionados con la seguridad vial o en itinerarios con más de 10.000 vehículos que no se hayan contemplado previamente.

El procedimiento se entiende como una mejora continua proactiva y preventiva de la red viaria existente, con más de 1.500 kilómetros de red inspeccionada cada 3-5 años.



### 8.2.2. EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD DE LAS CARRETERAS EN SERVICIO.

**Descripción:** La Directiva 2019/1936 introduce la "evaluación de la seguridad de las carreteras del conjunto de la red", que sustituye a la "clasificación y gestión de la seguridad de la red de carreteras en explotación", por la que clasificaban los TCA y la seguridad de la red en la Directiva 2008/96.

El Real Decreto que traspone la Directiva a la Red de Carreteras del Estado se ha incluido, bajo el título "evaluación y gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias en servicio" de manera específica la consideración de los Tramos de Concentración de Accidentes (TCA) y Tramos de Alto Potencial de Mejora (TAPM), como herramientas de utilidad en la gestión de la seguridad en la red, que se han venido utilizando por las administraciones titulares de vías, que han adaptado su definición a las características de la red que gestiona<sup>16</sup>.

Esta nueva herramienta introduce los siguientes conceptos:

- Es un procedimiento para evaluar el riesgo de que se produzcan accidentes y de que su impacto sea grave, por medio de exámenes visuales y de un análisis pormenorizado de los tramos que han registrado más accidentes.

<sup>16</sup> Para información sobre el cálculo de TCA y TAPM, se puede consultar, cuando no exista un procedimiento propio en la administración local, las "Directrices del procedimiento para la gestión de tramos de concentración de accidentes y la clasificación de la seguridad de la Red de Carreteras del Estado" que figuran en la Orden Circular 30/2012, u otras directrices de carácter autonómico o provincial.

- Los exámenes visuales se deben realizar sobre el terreno, de manera presencial o utilizando tecnología que permita evaluar la seguridad intrínseca de la carretera.
- El análisis pormenorizado hace referencia a los datos de siniestralidad disponibles.
- Las evaluaciones de seguridad vial deben repetirse al menos cada cinco años.
- Como resultado de las evaluaciones de seguridad vial, de cara a priorizar la implantación de medidas de mejora, los tramos de carreteras se deben clasificar en categorías según su nivel de seguridad (valoración de la seguridad). En el caso de la Red de Carreteras del Estado, esta clasificación se realiza por medio de la identificación de los TAPM, de acuerdo a su seguridad inherente y a su potencial mejora de la seguridad y de ahorro de costes originados por los accidentes.

Según recoge el anexo III de la Directiva, para la realización de las evaluaciones de seguridad en el conjunto de la red se deben contemplar al menos los siguientes elementos (los aspectos a contemplar en cada elemento figuran en el anexo 3 de esta guía):

- Aspectos generales.
- Volumen de tráfico.
- Datos relativos a los accidentes.
- Características operativas: límites de velocidad y velocidad de servicio.
- Características geométricas.
- Márgenes.
- Puentes y túneles.
- Intersecciones.
- Mantenimiento.
- Instalaciones para los usuarios vulnerables de la vía pública.

Se prestará especial atención a la protección de los usuarios vulnerables de las vías.

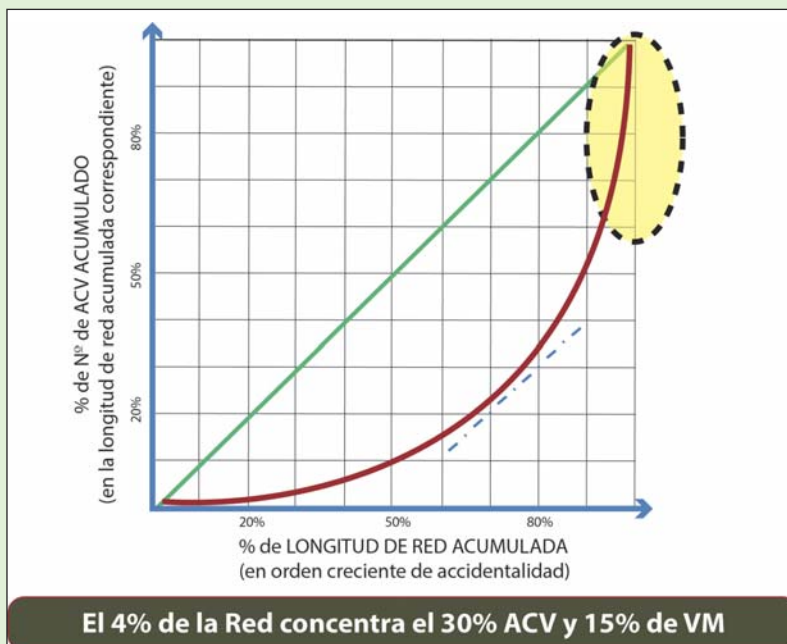
Señales y marcas viales serán objeto de especial atención en lo relativo a su legibilidad y detectabilidad para conductores y

para sistemas automatizados de ayuda al conductor, como paso previo a la movilidad autónoma.

Las conclusiones de las evaluaciones de seguridad de las carreteras del conjunto de la red deben ser objeto de seguimiento, lo que se puede realizar por medio de inspecciones específicas de seguridad vial.

**Objetivos:** Mejorar la seguridad de la red existente abierta al tráfico, por medio de exámenes visuales en toda la red y análisis pormenorizado en tramos con elevadas cifras de siniestralidad, desde una perspectiva preventiva.

*Con relación a la concentración de accidentes en las redes viarias, cabe destacar que, según datos del actual Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, en la Red de Carreteras del Estado, en un 96 % de la longitud de la red se acumula el 70 % de los accidentes con víctimas; es decir, en un 4 % de la red se acumula el 30 % de los accidentes con víctimas y el 15 % de las víctimas mortales (si bien estos datos hacen referencia a la totalidad de la Red del Estado, puede servir como referencia a otras redes).*



**Figura 8 - Siniestralidad en Tramos de Concentración de Accidentes.**

(Fuente: Ministerio de Fomento, V Congreso Nacional de Seguridad Vial, Logroño 2011)

En las siguientes imágenes figura un emplazamiento con problemas de coexistencia de tráfico motorizado y peatonal y su resolución por medio de pintura y la provisión de un itinerario peatonal claro.



**Foto 26:** Actuación de mejora (Fuente: Xunta de Galicia)

### 8.2.3. AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL A NUEVAS ACTUACIONES.

**Descripción:** Se trata de una comprobación independiente, pormenorizada, sistemática y técnica de la seguridad de las características de diseño de un proyecto de infraestructuras viarias, aplicada a las diferentes fases que van desde la planificación a la explotación en su fase inicial, que debe realizarse por parte de un auditor independiente y adecuadamente capacitado.

Como se ha indicado anteriormente, se propone utilizar progresivamente las auditorías de seguridad vial en los nuevos diseños de carreteras o cuando se produzcan cambios sustanciales en las condiciones de la vía.

Las auditorías de seguridad vial formarán parte integrante del proceso de diseño del proyecto de infraestructura en las fases de anteproyecto, proyecto, pre-inauguración y explotación



inicial. Los elementos a contemplar en la realización de la auditoría en sus diferentes fases se incluyen en el anexo 4 de esta guía.

En el informe de auditoría se deben incluir los elementos de diseño críticos desde el punto de vista de la seguridad correspondientes a cada fase del proyecto de infraestructura, así como recomendaciones de mejora.

Cuando, en el curso de una auditoría, se identifiquen elementos de riesgo, pero no se proceda a la rectificación del diseño antes de finalizar la fase pertinente, se deben exponer las razones de tal decisión.

Se prestará especial atención a la protección de los usuarios vulnerables de las vías, así como a la incorporación de los conceptos de carreteras autoexplicativas y carreteras que clementes.

Señales y marcas viales serán objeto de especial atención en lo relativo a su legibilidad y detectabilidad para conductores y para sistemas automatizados de ayuda al conductor, como paso previo a la movilidad autónoma.

**Objetivos:** Mediante las auditorías de seguridad vial se pretende garantizar que las carreteras, desde su primera fase de planeamiento, se diseñan con criterios óptimos de seguridad para todos sus usuarios, verificando que se mantienen dichos criterios durante las fases de proyecto, construcción y puesta en servicio de la misma.

Según estimaciones de estudios internacionales, es posible alcanzar una reducción del 20-40 % de la accidentalidad con la aplicación de auditorías e inspecciones de seguridad vial (Elvik, 2013; Federal Highway Administration, 2006)

## 9. MEDIDAS PUNTUALES PARA LA MEJORA DE LA SEGURIDAD EN CARRETERAS LOCALES

Una vez planteados los principios del Sistema Seguro con vistas a su aplicación en la red local de carreteras y las herramientas de la Directiva 2019/1936 que muestran una mayor potencialidad para mejorar la seguridad de este tipo de vías, se incluye en este capítulo una propuesta de soluciones para su implantación tanto en carreteras interurbanas como en travesías, basadas en experiencias previas contrastadas o en actuaciones piloto que se han llevado a cabo en los últimos años.

Estas medidas deberían complementarse con otras acciones de control del cumplimiento de las normas cuando se considere necesario; asimismo, las medidas que se proponen se plantean en el contexto de un programa integral de mejora de la seguridad vial, en el que se contemplan medidas orientadas al factor humano, los vehículos, atención post-accidente, etc., desde la perspectiva del Sistema Seguro que se ha mencionado anteriormente.

El planteamiento de las medidas que se incluyen en este capítulo se explica en la figura 9.

Muchas de las actuaciones de seguridad vial que tienen que ver con el equipamiento viario se pueden considerar como Medidas de Bajo Coste (MBC), entendiendo como tales las que cumplen las siguientes propiedades:

- Bajo coste económico: Los costes de las MBC en los puntos de alto riesgo y en los tramos son mucho menores a los que se alcanzarían mediante la aplicación de otro tipo de actuación, e incluso inferiores al presupuesto de mantenimiento. El hecho de que los beneficios de estas medidas se amorticen rápidamente, gracias al ahorro de accidentes, significa que ofrecen una alta rentabilidad permitiendo su implantación incluso en tramos donde la intensidad de tráfico sea baja.
- Rápida implantación: la pequeña escala de la mayoría de las MBC y el hecho de que se puedan llevar a cabo dentro de los límites existentes



**Figura 9** - Planteamiento de la Guía de buenas prácticas para la mejora de la seguridad vial en carreteras locales.

(Fuente: elaboración propia)

de la carretera, significa que las MBC en puntos de alto riesgo o tramos tienen poca incidencia en la apariencia general de áreas donde se han implantado o en la forma de vida de los residentes o usuarios. Por estas razones, pueden ser implantadas a menudo en días o semanas.

- Alta tasa de rentabilidad: Alcanzar altos beneficios en la implantación de MBC en grandes áreas, no depende tanto de la identificación de puntos concretos como de la planificación de programas que eviten los accidentes.



ÁMBITO DE TRABAJO	PROPUESTA DE SOLUCIÓN	SOLUCIÓN ESPECÍFICA	CÓDIGO DE FICHA
CARRETERAS QUE PERDONAN	REDUCCIÓN DEL RIESGO DE SALIDA DE VÍA	Mejora de las características geométricas	A.1.
		Mejora de las características superficiales	A.2.
		Pictogramas específicos en la superficie del carril	A.3.
		Guías sonoras longitudinales	A.4.
		Hitos de arista	A.5.
		Paneles direccionales	A.6.
		Captafaros retrorreflectantes o con LED	A.7.
	REDUCCIÓN DE LAS CONSECUENCIAS DE LAS SALIDAS DE VÍA	Actuaciones sobre obstáculos en márgenes	B.1.
		Protección de elementos de drenaje y pasos salvacunetas	B.2.
		Tendido de taludes	B.3.
	Barreras de seguridad	B.4.	
CARRETERAS AUTOEXPLICATIVAS	EVITAR SINIESTRALIDAD FRONTAL	Separación central con pintura / balizamiento	C.1.
		Guías sonoras para la separación de sentidos	C.2.
		Cunetas pisables	C.3.
		Racionalización de zonas de adelantamiento	C.4.
		Carreteras 2+1	C.5.
	MEJORA DE LA SEGURIDAD EN INTERSECCIONES Y ACCESOS	Mejora geométrica de intersecciones y accesos	D.1.
		Estrechamiento puntual de carriles mediante isleta pintada	D.2.
		Pavimento de diferente color o textura en el carril de cruce	D.3.
		Mejora del guiado de trayectorias en glorietas	D.4.
		Elementos de balizamiento	D.5.
		Plantaciones	D.6.
		Cruces inteligentes o sistemas de advertencia dinámica en intersecciones	D.7.
		Soluciones de iluminación	D.8.
MEJORA DE LA CONSISTENCIA DEL DISEÑO	MEJORA DE LA SEGURIDAD EN INTERSECCIONES Y ACCESOS	Estrechamiento de calzada	E.1.
		Bandas transversales de alerta (BTA)	E.2.
		Reductores físicos de velocidad	E.3.
		Cojines berlineses	E.4.
		Chicanes	E.5.
		Avisadores de velocidad	E.6.
USUARIOS VULNERABLES	MEJORA DE LA SEGURIDAD DE LOS PEATONES	Segregación de flujos por medio de itinerarios peatonales continuos	F.1.
		Arceles peatonales de diferente color	F.2.
		Mejora de las condiciones de seguridad de las proximidades a los cruces peatonales	F.3.
		Pasos de peatones sobreelevados	F.4.
		Redefinición de paradas de autobús	F.5.
		Sistema electrónico de control de velocidad (C.V.T)	F.6.
		Soluciones de iluminación	F.7.
USUARIOS VULNERABLES	MEJORA DE LA SEGURIDAD DE LOS CICLISTAS	Segregación de flujos: vías ciclistas o ciclo-peatonales y arceles bici	G.1.
		Señalización de rutas ciclistas	G.2.
		Señalización inteligente de ciclistas	G.3.
		Ampliación del arcén	G.4.
		Modificación de la superficie de la vía en tramos singulares	G.5.
		Carreteras 2-1	G.6.
USUARIOS VULNERABLES	MEJORA DE LA SEGURIDAD DE LOS MOTOCICLISTAS	Trazada segura	H.1.
		Sistemas de protección de motociclistas en barreras de seguridad	H.2.

Tabla 12.- Tabla guía de soluciones de mejora de la seguridad vial en ámbito interurbano.

(Fuente: elaboración propia)

La tabla 12 recoge las principales soluciones propuestas para mejorar la seguridad vial en las carreteras locales, enmarcadas en los ámbitos de trabajo que se han propuesto en esta Guía. Es importante señalar que, en relación con la consistencia de la vía, no se ha incluido una descripción de las medidas relacionadas con las modificaciones geométricas del trazado, puesto que requerirán un análisis particularizado de cada emplazamiento; en este ámbito se han incluido únicamente medidas relacionadas con la gestión de la velocidad. Al final de este capítulo se incluye, asimismo, una referencia a la importancia del buen estado de conservación de la carretera en la seguridad de la circulación.

En las fichas que se incluyen a continuación se incluyen los siguientes contenidos:

- Definición de la solución.
- Posibilidad de ubicación de la solución: entorno interurbano / travesías.
- Fotos ilustrativas.
- Objetivos.
- Consideraciones positivas y negativas.

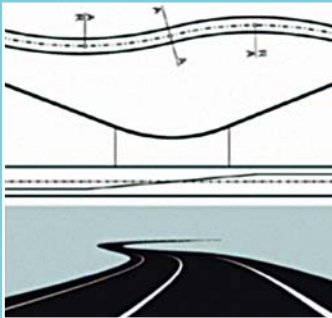
Asimismo, se incluye en algunos casos información adicional sobre referencias de aplicación de la medida y su rentabilidad.



## 9.1. SOLUCIONES PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE SALIDA DE VÍA.

### FICHA A.1: Mejora de las características geométricas

INTERURBANO  
TRAVESÍA



#### Definición:

El diseño geométrico de la vía establece la disposición espacial de la misma en el territorio, adaptándola a sus características y condicionantes, uso actual y futuro del suelo, así como impacto ambiental.

El diseño debe proporcionar unas características adecuadas de funcionalidad, materializadas en la comodidad y seguridad de la circulación, compatibles con consideraciones ambientales y económicas.

El trazado de las carreteras influye en la velocidad, la variación de ésta, la demanda de adherencia, las expectativas de los conductores, la tolerancia a los errores y las condiciones de visibilidad.

Aunque las modificaciones de trazado pueden suponer un alto coste de diseño y ejecución, se pueden plantear actuaciones puntuales de acondicionamiento y mejora, tanto en el trazado en planta como en alzado, cuando sea necesario por motivos de seguridad.

#### Objetivo:

Deberá lograrse una homogeneidad de características geométricas que induzca al conductor a circular sin excesivas fluctuaciones de velocidad, en condiciones de seguridad y comodidad. Para ello se evitarán los puntos en que las características geométricas obliguen a disminuir bruscamente la velocidad y se facilitará la apreciación de las variaciones necesarias de velocidad mediante cambios progresivos de los parámetros geométricos y con la ayuda de la señalización.

Es interesante tener en cuenta los criterios de consistencia del diseño.

#### CONSIDERACIONES



Las mejoras en el trazado y las condiciones de visibilidad reducen la carga de trabajo para el conductor.



Elevado coste por la necesidad de realización de obras.

## FICHA A.2: Mejora de las características superficiales

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

La mejora o rehabilitación superficial busca restaurar o mejorar las características superficiales del pavimento para adecuarlas a sus necesidades funcionales (seguridad, comodidad, etc.) y de durabilidad. Se pueden plantear los siguientes trabajos:

- Eliminación de baches, zonas agrietadas y otros deterioros graves.
- Mejora de la capa superficial para eliminar superficies deslizantes.
- Regularización de pavimentos
- Reducir el ruido de rodadura en casos en que esto sea necesario
- Tratamientos de alta fricción en el pavimento que aumentan el coeficiente de rozamiento transversal.
- Etc.

Se sugiere consultar la “Guía para la rehabilitación y la gestión de los firmes de las carreteras dependientes de las administraciones locales”.

### Objetivo:

Contribuir a la mejora de las condiciones de seguridad de la circulación. El contacto vehículo - carretera se realiza a través de los neumáticos por lo que el estado del pavimento es clave en la seguridad y se debe evaluar con detenimiento, especialmente si se encuentra mojado, las características deslizantes del mismo.

La mejora del coeficiente de rozamiento transversal, mediante por ejemplo la aplicación de tratamientos de resinas con bauxitas, está especialmente indicado en curvas de pequeño radio.

### CONSIDERACIONES



Favorece la comodidad en la conducción  
Bajo coste  
Rápida ejecución de las obras



La colocación de una o varias capas nuevas de firme sobre la ya existente conlleva una elevación de la cota de la rasante, por lo que es necesario la revisión de la colocación de los diferentes elementos de la vía, especialmente las barreras.  
Necesidad de realización periódica.

## FICHA A.3: Pictogramas específicos en la superficie del carril

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Se trata de pictogramas, símbolos o palabras situados en el pavimento, en la línea de visión del conductor, que proporcionan información complementaria a la transmitida por la señalización vertical y las marcas viales. Permiten:

- Reforzar de la señalización vertical: límite de velocidad, sentido de la curva
- Disponer de marcas ópticas para reducir la velocidad de circulación: franjas transversales espaciadas a distancias que disminuyen gradualmente que aumentan la percepción de velocidad de los conductores que tienden a disminuir la velocidad, como los chevrons.
- Sugerir una trazada recomendada para motociclistas en curvas

Se sugiere consultar la “Guía de buenas prácticas para la señalización horizontal de carreteras locales”, donde se detallan esta y otras soluciones.

### Objetivo:

La instalación de pictogramas específicos en la superficie del carril es una medida de seguridad de bajo coste que:

1. reduce la velocidad en tramos viarios debido al efecto óptico
2. evita confusiones en los conductores reduciendo el riesgo de realizar movimientos incorrectos
3. evita conflictos entre vehículos
4. advertencia a los conductores sobre la necesidad de realizar alguna acción preventiva

### CONSIDERACIONES



Bajo coste

Mejora de la seguridad especialmente de los usuarios vulnerables

No suponen ningún obstáculo para los vehículos.

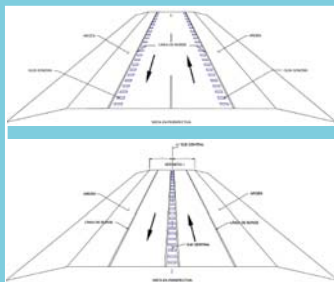


La sobreutilización de algunas configuraciones puede disminuir su efecto.



## FICHA A.4: Guías sonoras longitudinales

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Se trata de hendiduras o resaltes en el pavimento, que generan una situación de alerta en el conductor por la vibración y el ruido al circular sobre ellos.

La Instrucción 18/TV-102 regula las guías sonoras longitudinales fresadas y las define como "...Las GSLF con carácter general pueden encuadrarse como una medida de ordenación y guiado del tráfico, que, sin modificar sustancialmente la infraestructura, mediante una serie de bandas fresadas, dota a las vías donde se ejecutan de un mayor nivel de seguridad, alertando a los conductores a través de efectos acústicos y mecánicos de los límites de calzada o carriles..."

Pueden disponerse en el eje o en el borde, coincidiendo con las marcas viales correspondientes o retranqueadas lateralmente.

Se sugiere consultar la Instrucción 18/TV-102 de la Dirección General de Tráfico para guías sonoras fresadas y la Guía para el proyecto y ejecución de obras de señalización horizontal del actual Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, para las marcas viales resaltadas.

### Objetivo:

Alertan al conductor, mediante sonido y vibración cuando el neumático pasa por encima, del abandono involuntario de su carril, dando un tiempo añadido de respuesta en el que poder corregir la trayectoria del vehículo evitando salirse de la vía.

Se utilizan también para la separación de arcenes bici.

### CONSIDERACIONES



Bajo coste de instalación.

No se ven deterioradas ni afectadas por las tareas de mantenimiento invernal con quitanieves.

Existen diseños específicos para tramos con elevada presencia de ciclistas.

No requiere mantenimiento, no sufren deterioro ni desgaste por el paso de los vehículos, ni se ven afectadas por el repintado de las marcas viales.

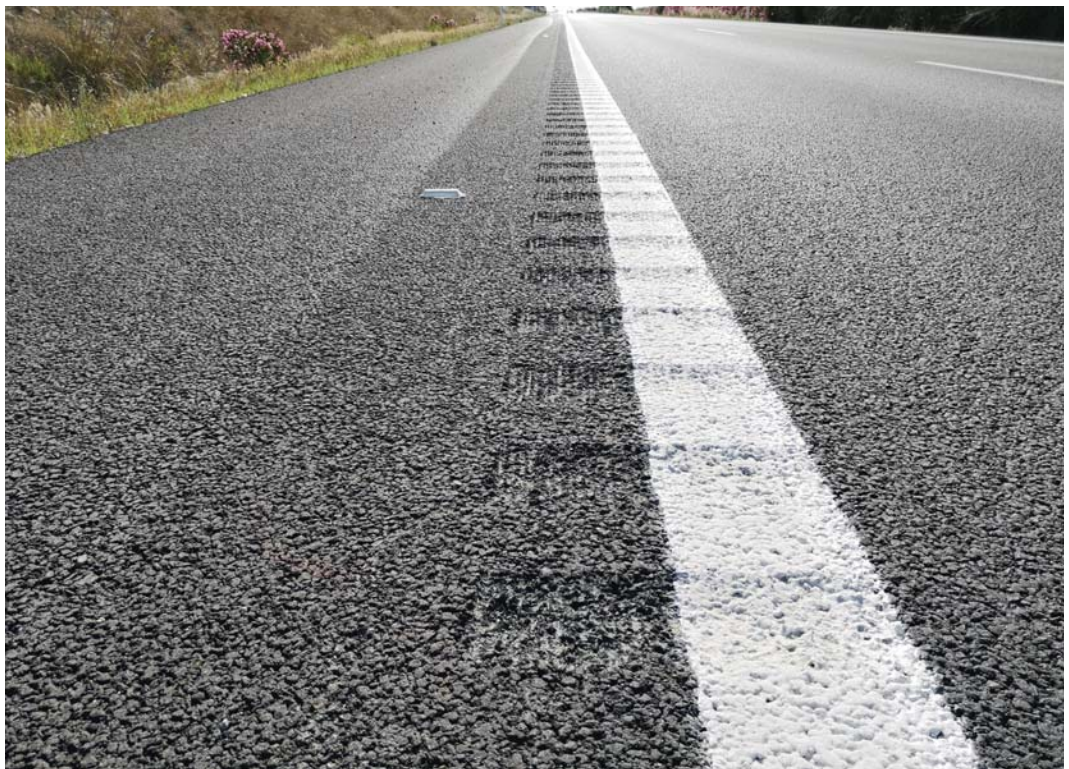


El ruido exterior generado por el paso de los neumáticos sobre la guía sonora puede generar problemas en las proximidades de zonas pobladas.

Posibles deterioros del firme en casos de heladas en marcas fresadas.



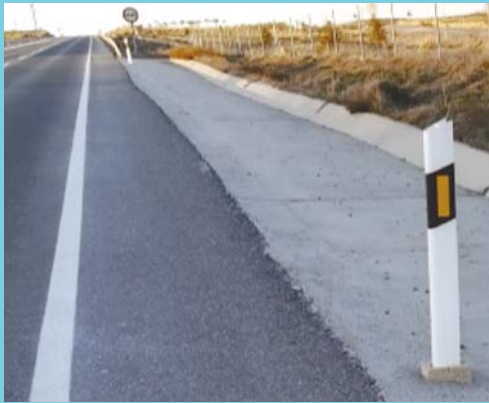
**Foto 27:** Marca vial de borde con resalto (Fuente: FAPLISA)



**Foto 28:** Huella sonora fresada (Fuente: TRITÓN)

## FICHA A.5: Hitos de arista

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Se trata de postes dotados de uno o varios elementos reflexivos que se colocan verticalmente en el margen de la plataforma de una carretera.

Permiten la delimitación del margen de la vía, incluso durante la noche o bajo condiciones climáticas adversas.

### Objetivo:

Balizar los bordes de la carretera guiando a los conductores:

- durante la noche o en condiciones de visibilidad reducida gracias a la superficie reflectante
- durante el día gracias al contraste del vinilo negro con el elemento reflectante.

Indican los hectómetros de la carretera en la que se ubican permitiendo así referenciar elementos e incidencias.

### CONSIDERACIONES



Bajo coste.  
Alta eficacia.



Necesidad de revisión frecuente del estado del balizamiento y, en su caso, reposición.

Problemas de mantenimiento en carreteras sin arcén con frecuente tráfico de vehículos agrícolas.

## FICHA A.6: Paneles direccionales

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### ¿Cuánto hay que reducir la velocidad?



### Definición:

Paneles de balizamiento situados en la entrada de la curva y compuestos por una placa rectangular con franjas de material retrorreflectante en ángulo recto de color blanco (galones) sobre fondo pintado de color azul oscuro. Deben ser visibles por los conductores como mínimo a 100 m. de distancia.

### Objetivo:

- Ayudar al conductor a identificar el trazado de la curva y advertirle de la peligrosidad de la misma según sea simple, doble o triple en función de la diferencia entre la velocidad de aproximación y la velocidad recomendada para tomar la curva.
- Guiar al conductor marcándole el trazado de la curva. Se colocan paneles direccionales a lo largo del trazado de la curva delimitando el exterior de la misma. Aunque el primer panel sea doble o triple, el resto son sencillos.

### CONSIDERACIONES



Bajo coste.  
Alta eficacia.



En el caso de paneles dobles o triples sin la adecuada separación entre sí, se puede producir un efecto de continuidad visual de las formas de flecha de los paneles causando ambigüedad en el conductor en el sentido de giro de la curva.

## FICHA A.7: Captafaros retrorreflectantes o con LED

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Elemento de guía horizontal que refleja la luz incidente por medio de retrorreflectores, advirtiendo, guiando e informando a los conductores sobre la carretera.

Además de captafaros convencionales, se pueden utilizar captafaros de vidrio templado (en caso de rotura no dañan los neumáticos) que se empotran en el pavimento sobresaliendo unos 18 milímetros.

Se utilizan generalmente como complemento de las marcas viales.

Su eficacia se basa en la percepción del usuario de la vía, siendo el efecto visual el que condiciona la reducción de la velocidad de circulación y el aumento de la atención al trazado.

Especialmente indicados en curvas de radios reducidos, siendo generalmente suficiente con ubicarlos en el sentido de circulación correspondiente a la parte externa de la curva.

Los captafaros embebidos en el pavimento se suelen utilizar en zonas excluidas al tráfico de vehículos, pero con paso habitual de los mismos (por ejemplo, en zonas cebreadas) o sobre isletas o medianas elevadas, cuando sea necesario su balizamiento (por ejemplo, en puertas de entrada a municipios o en tramos aislados).

### Objetivo:

Alertar al conductor sobre puntos del trazado especialmente conflictivos o peligrosos, como curvas de pequeño radio, puntos de escasa visibilidad, etc. mostrándole la dirección a seguir.

### CONSIDERACIONES



Retrorreflectancia de 360 °  
Muy bajo consumo de los LED  
Resistencia al paso de vehículos



Necesidad de limpieza frecuente y rápida sustitución en caso de rotura.  
Los captafaros de vidrio templado tienen un coste superior a los convencionales.



**Foto 29:** Utilización de captafaros embebidos en el pavimento (Fuente: Diputación de Barcelona)

Con relación a la eficacia de las medidas expuestas en las fichas anteriores para la reducción del riesgo de salida de vía, cabe destacar las siguientes referencias:

- Según el "Manual de medidas de mejora de la seguridad vial" (Fundación Mapfre, 2013):
  - La mejora de los radios de la curva (en curvas de radios pequeño) puede permitir alcanzar una reducción de hasta el 50 % de los siniestros (al pasar de curvas de menos de 200 metros de radio a curvas de 200-400 metros) o del 33 % (al pasar de curvas de 200-400 metros de radio a 400-600 metros).
  - Las modificaciones en las clotoides pueden permitir hasta una reducción del 11 % de los siniestros.
  - La reducción de fuertes pendientes puede permitir una reducción de hasta el 20 % en la siniestralidad.
  - La mejora de la regularidad superficial puede producir una reducción de hasta el 5 % de los accidentes con víctimas, mientras que las mejoras considerables en la adherencia podrían llegar a reducir hasta en un 50 % los accidentes sobre calzada mojada.
- Tres estudios diferentes realizados en Estados Unidos pusieron de manifiesto la efectividad de los pictogramas en la superficie de la calzada para reducir la velocidad:
  - Katz (2004): realizado en Nueva York, Texas y Mississippi sugiere que efectivamente pueden reducir las velocidades promedio, medias, del percentil 85 y la variación de la velocidad antes y después de la curva, tanto inmediatamente después de su instalación como a largo plazo.

- Arnold y Lantz (2007): examinaron las velocidades de un segmento de 0,37 millas en una carretera de dos carriles con curvas. Las velocidades disminuyeron en todas las ubicaciones con reducciones estadísticamente significativas de 1 a 3 mph. Las reducciones de velocidad fueron mayores en los primeros 90 días después de la instalación.
- Distintas investigaciones internacionales y publicaciones de administraciones públicas afirman que las ejecuciones de **guías sonoras longitudinales** en el borde de la vía pueden permitir una reducción de hasta el 30 % de los accidentes y de las víctimas mortales. Un estudio realizado por el Instituto de Transporte de Texas (TTI) calculó el ratio B/C de las guías sonoras longitudinales. En el caso de las situadas en el borde de la calzada, el ratio B/C osciló entre 2 y 221 según el volumen de tráfico y ancho del arcén.
- Además, un estudio realizado por la Demarcación de Carreteras del Estado en Murcia y el Centro Tecnológico de la Construcción, en el que se compararon diferentes patrones de **marcas viales fresadas y resaltadas**, con distintos vehículos y velocidades de circulación, puso de manifiesto que las marcas fresadas tienen una buena prestación en la advertencia de cambio involuntario de carril.
- Según estudios realizados por la Dirección General de Carreteras del actual Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana en el año 1995, la utilización de **hitos de arista** permitía una reducción de accidentes con víctimas del 13 %, sin especificar el tipo de accidente.
- El factor "CMF Clearinghouse"<sup>17</sup> recoge una reducción del 4 % al 25 % en los accidentes con la instalación de **paneles direccionales** en curvas de las carreteras rurales según del tipo de accidente (Srinivasan, 2009). Hay incluso mayores reducciones cuando las instalaciones de los paneles se combinan con señales de advertencia de curva de avance o balizas intermitentes.
- Según estudios realizados por la Dirección General de Carreteras del actual Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana en el año 1995, la utilización de **captafaros** permitía una reducción de accidentes con víctimas del 37 %, sin especificar el tipo de accidente.

<sup>17</sup> El "crash modification factor (CMF) permite calcular el número estimado de accidentes tras la implantación de una medida en una carretera o intersección. El factor CMF Clearinghouse proporciona una base de datos de los factores CMF junto con orientaciones y recursos para su uso. Así mismo, proporciona un guía a los investigadores sobre mejores prácticas para el desarrollo de CMFs de alta calidad.

## 9.2. SOLUCIONES PARA LA REDUCCIÓN DE LAS CONSECUENCIAS DE LAS SALIDAS DE VÍA.

### FICHA B.1: Actuaciones sobre obstáculos en márgenes

INTERURBANO  
TRAVESÍA



#### Definición:

En accidentes por salida de vía, la presencia de obstáculos fijos, sin los sistemas de contención apropiados para todo tipo de usuarios, afecta notablemente a las consecuencias del accidente. Es por ello necesario, para la mejora de la seguridad vial, abordar la eliminación o recolocación de obstáculos en los márgenes de las vías, siempre que sea posible y, en caso contrario, instalar los sistemas de contención adecuados, considerando las necesidades de los usuarios vulnerables.

La Orden Circular 35/2014 “Sistemas de Contención” considera elementos potenciales de riesgo, entre otros, 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. así como los 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.

Los principales objetos que se encuentran en los márgenes de la vía son:

- 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 aumentando el riesgo de impacto.



Foto 30: Cuneta pisable (Fuente: Diputación de Pontevedra)



## FICHA B.1: (Continuación) Actuaciones sobre obstáculos en márgenes



- Báculos, luminarias, postes, líneas aéreas, señales verticales: su presencia en muchos casos es imprescindible, pero su rigidez y diámetro los convierten en elementos peligrosos en caso de accidentes por salida de vía debido al fenómeno de enganchamiento.
- Rocas. 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.
- Lateral de piedra natural: Carreteras en las una de sus márgenes o ambas, es un talud de piedra natural prácticamente vertical. Constituyen un peligro por su perfil irregular que puede provocar el vuelco, rebote o enganchamiento del vehículo.
- Los estribos o pilas externas de los puentes, contiguos a la plataforma (sobre todo los muros verticales paralelos a la carretera) perjudican la visibilidad disponible en una curva a la derecha y reducen (o incluso anulan) la zona de seguridad.
- Edificios. 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.

### Objetivo:

Dotar a la carretera de una zona despejada, libre de obstáculos, de forma que se puedan reducir las consecuencias de un potencial accidente por salida de vía, sea cual fuere su causa. La zona despejada debe disponer de unas dimensiones adecuadas, siendo para ello necesario retirar o reubicar, y si no es posible, dotar de sistemas de contención adecuados, tanto en el caso de peligros puntuales (por ejemplo, árbol aislado o báculo) como distribuidos (pared rocosa, filas de árboles, etc.). Para ello, se recomienda siempre que sea posible, y los requisitos funcionales lo permitan, retirar los objetos existentes en la zona despejada, reduciendo su presencia al máximo posible. En el caso de que no sea viable su retirada deben ser adecuadamente protegidos o sustituidos por otros elementos menos nocivos.



- En el caso de postes y otros elementos artificiales, que no puedan ser retirados, se recomienda la instalación de postes fusibles o absorbedores de energía en lugar de rígidos.
- En el caso de elementos naturales, como árboles o rocas, o artificiales, como edificios, su retirada puede ser difícil y se deben proteger instalando barreras y señalizar mediante marcado reflectante (árboles) o paneles verticales.

Objeto	Acciones:				
	Reubicar	Sustituir	Proteger	Señalizar	Otras acciones complementarias
Árboles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuera de la zona de seguridad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• estructuras fusibles y de fácil fractura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de contención</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcado reflectante</li> <li>• Señalización vertical</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintado de marcas viales que sirvan de guía a los vehículos</li> <li>• Instalación de captafaros, para facilitar la conducción cuando la iluminación no sea suficiente</li> <li>• Resaltos en las marcas viales que avisen a los conductores antes de abandonar la vía</li> <li>• Pavimentos antideslizantes</li> <li>• Delimitación de los márgenes de la carretera.</li> </ul>
Báculos, luminarias, postes, etc.					
Rocas					
Lateral de piedra natural					
Estribos o pilas externas de puentes					
Edificios					

### CONSIDERACIONES



Permite al conductor, en caso de accidente por salida de vía, que pueda detener o recuperar el control de su vehículo en condiciones de seguridad.  
Disminuye la gravedad de los accidentes.



Es frecuente que en carreteras locales no se disponga de espacio suficiente para el correcto funcionamiento del sistema de contención, que necesita una anchura de trabajo determinada en función del nivel de contención deseado.

## FICHA B.2: Protección de elementos de drenaje y pasos salvacunetas

 **INTERURBANO**  
 **TRAVESÍA**



### Definición:

Los elementos de drenaje, que se disponen a lo largo de la vía o transversalmente a su eje, deben ser objeto de especial atención, puesto que pueden constituir en sí mismos un obstáculo para los usuarios de la vía. Dado que no es posible prescindir de ellos, se deberán diseñar soluciones para reducir las consecuencias de un potencial accidente por salida de vía.

Para ello, se proponen las siguientes soluciones:

- Transformar las cunetas profundas en cunetas de seguridad o cunetas pisables, aunque sean de dimensiones reducidas, adaptándolas a una pendiente 1:8 ó 1:10.
- Cuando no sea posible disponer de cunetas suficientemente tendidas, se valorará la utilización de drenes franceses, cuidando su diseño hidráulico y su mantenimiento.
- Cubrir arquetas y arquetones, de manera que se dé continuidad a la cubierta y no suponga un obstáculo al ser pisados por los vehículos.
- Transformar los pasos salvacunetas en cunetas rebasables en caso de pasos agrícolas y proteger con rejillas u otros dispositivos en el resto de los casos.

Con relación a los pasos salvacunetas, se trata de soluciones que permiten dar continuidad al drenaje longitudinal de las carreteras sin disminuir la seguridad de los vehículos que pueden verse involucrados en un accidente por salida de vía.

Generalmente son soluciones con tubos o estructuras, que deben actuar como un sistema de contención de vehículos, debidamente acreditados, o como dispositivos que eviten el impacto. Según establece la Orden Circular 35/2014, 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. Debe tener 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.

### Objetivo:

Reducir la gravedad de un accidente por salida de vía, en caso de impacto contra un elemento de drenaje de la carretera

### CONSIDERACIONES



Existencia una norma UNE 135126 "Sistemas de protección de los pasos salvacunetas" recientemente publicada.



La falta de espacio para disponer cunetas de seguridad es frecuente.

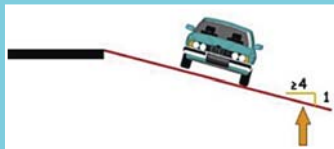
Necesidades de mantenimiento, reposición y limpieza frecuente para algunas soluciones.

## FICHA B.3: Tendido de taludes

INTERURBANO  
TRAVESÍA



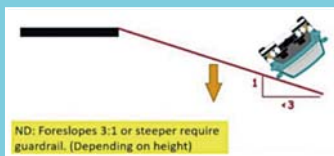
### Recuperable



### Franqueables - no recuperables



### Crítico



### Definición:

Los taludes en los márgenes de la carretera resultan peligrosos en la medida que pueden provocar el vuelco de los vehículos que salgan incontroladamente de la calzada y la caída de rocas y/o tierras en la calzada.

El documento del proyecto europeo RISER "European Best Practice for Roadside Design Guidelines for Roadside Infrastructure on New and Existing Roads" clasifica los márgenes de vías en tres grupos (V/H):

- Recuperables, con pendientes 1:4 o menores.
- No recuperables pero franqueables: los taludes comprendidos entre 1:3 y 1:4
- Crítico, riesgo de vuelco: los taludes mayores de 1:3

En los taludes críticos el riesgo de vuelco se incrementa de manera sustancial, siendo este el principal peligro para los vehículos que abandonen la calzada de forma incontrolada.

La Orden Circular 35/2014 "Sistemas de Contención" considera elementos potenciales de riesgo:

- 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.

### Objetivo:

El objetivo es dotar a las vías de taludes de desmontes y terraplenes más tendidos, de modo que resulte franqueable por los vehículos en condiciones de seguridad.

### CONSIDERACIONES



Permite al conductor, en caso de accidente por salida de vía, que pueda detener o recuperar el control de su vehículo en condiciones de seguridad.



Mayor ocupación

## FICHA B.4: Barreras de seguridad

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Sistema que se sitúa 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 desnivel. Si además están específicamente diseñadas para la protección de los usuarios de los vehículos de dos ruedas se denomina barreras de seguridad para protección de motociclistas.

Antes de disponer una barrera, se deben valorar otras opciones como el desplazamiento o la eliminación del obstáculo, tendido de taludes, etc.

Se utilizan cuando existen obstáculos rígidos muy próximos a la carretera (pilas y estribos de puentes, árboles, postes...), o cuando existen desniveles de importancia tal que la salida de la calzada pueda implicar un accidente de gravedad.

Se sugiere consultar las "Recomendaciones sobre sistemas de contención de vehículos en carreteras de características reducidas".

En ocasiones se puede plantear la instalación de pantallas acústicas sobre sistemas de contención, en cuyo caso se debe prestar especial atención a las óptimas prestaciones de ambos dispositivos.

### Objetivo:

Su objetivo primario no es evitar que ocurran los accidentes, sino reducir el alcance de los daños cuando un accidente sucede. En un choque la barrera debe evitar la salida de la vía del vehículo, reteniendo el vehículo sin provocar fuertes desaceleraciones sobre los ocupantes.

Se deben tener en cuenta los criterios para la instalación de Sistemas de Protección de Motociclistas (SPM).

### CONSIDERACIONES



Además de sus propiedades de contención y capacidad para reducir la gravedad de los accidentes, pueden mejorar el guiado visual, especialmente si disponen de captafaros.



Requieren poco mantenimiento, excepto si se produce un impacto. Con frecuencia las características de las vías locales y la falta de espacio no permiten su ubicación de acuerdo a la normativa.

Con relación a la eficacia de las medidas expuestas en las fichas anteriores para la reducción de las consecuencias de las salidas de vía, cabe destacar las siguientes referencias:

- Según el "Manual de medidas de mejora de la seguridad vial" (Fundación Mapfre, 2013), numerosos estudios internacionales han estimado el porcentaje de reducción de la accidentalidad de las medidas

orientadas a la mejora de la seguridad en los márgenes de la vía, incluyendo la eliminación de obstáculos y la reducción de la pendiente lateral de los márgenes de manera que, en caso de siniestros por salida de vía, se puedan reducir las consecuencias de éstos:

- Un incremento de la **distancia lateral hasta los obstáculos fijos** desde 1 metro hasta 5 metros podría reducir la gravedad el número de accidentes con víctimas hasta un 22%, ampliándose hasta un 44% si la distancia al obstáculo se aumenta de 5 a 9 metros (Cirillo, 1967 y Zegeer, 1988).
- La instalación de **barreras** en los márgenes puede reducir hasta un 47 % los accidentes con víctimas por salida de vía. Es preciso tener en cuenta a los usuarios vulnerables de la vía, mediante la instalación de Sistemas de Protección de Motociclistas en los emplazamientos requeridos.
- Con relación al tendido de taludes, la **reducción de la pendiente lateral** de los márgenes de 1:3 a 1:4 puede reducir hasta un 42% los accidentes con víctimas (Dotson, 1974, Graham y Harwood, 1982); las mismas fuentes estiman una reducción del 22% de los accidentes con víctimas al pasar de una pendiente 1:4 a 1:6.



## 9.3. SOLUCIONES PARA EVITAR LA SINIESTRALIDAD FRONTAL.

### FICHA C.1: Separación central con pintura / balizamiento

INTERURBANO  
TRAVESÍA



#### Definición:

La separación de sentidos de circulación mediante una doble línea continua, con o sin cebreado intermedio o una franja intermedia de color rojo, reforzada o no con resaltos o captafaros, permite reforzar los distintos sentidos de circulación y recibir una señal de alerta en caso de sobrepasar la línea de delimitación de su sentido, al pisar un pavimento de alta fricción o los resaltos.

Permite disminuir el espacio central de la calzada, reduciéndolo al de los propios carriles generando así en el conductor una sensación de estrechez que le lleve a disminuir su velocidad.

Con relación a la anchura de la zona central, se sugiere que sea, como mínimo, de 40 centímetros.

En la mediana central se pueden colocar, asimismo, captafaros con doble línea continua.

En travesías se pueden utilizar otros materiales para la mediana central, como rigola y adoquín.

#### Objetivo:

Alertar a los conductores de que se encuentran próximos a un tramo peligroso, como una curva con escasa visibilidad, reforzando la percepción de separación entre los sentidos de circulación.

Avisar a los conductores que están a punto de abandonar su carril de circulación, evitando, si el conductor reacciona, que se produzca la invasión del sentido contrario de circulación.

Reforzar la prohibición de adelantamiento.

#### CONSIDERACIONES



Además de reducir el riesgo de accidentalidad frontal, permite reducir la velocidad de circulación y mejorar la interpretación de los tramos.

Mantienen el ancho de plataforma disponible y no impiden el paso de vehículos de gran tamaño.



En superficies de colores, debe aclararse que no está permitida la circulación por parte de ciclistas en la franja central coloreada.

## FICHA C.2: Guías sonoras para la separación de sentidos

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Hendiduras o resaltes en el pavimento, que generan una situación de alerta en el conductor por la vibración y el ruido al circular sobre ellas.

La Instrucción 18/TV-102 regula las guías sonoras longitudinales fresadas y las define como "...Las GSLF con carácter general pueden encuadrarse como una medida de ordenación y guiado del tráfico que, sin modificar sustancialmente la infraestructura, mediante una serie de bandas fresadas, dota a las vías donde se ejecutan de un mayor nivel de seguridad, alertando a los conductores a través de efectos acústicos y mecánicos de los límites de calzada o carriles..."

Pueden disponerse en el eje o en el borde, coincidiendo con las marcas viales correspondientes o retranqueadas lateralmente.

Se sugiere consultar la Instrucción 18/TV-102 de la Dirección General de Tráfico para guías sonoras fresadas y la Guía para el proyecto y ejecución de obras de señalización horizontal del actual Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, para las marcas viales resaltadas.

### Objetivo:

Alertan al conductor, mediante sonido y vibración cuando el neumático pasa por encima, del abandono involuntario de su carril, dando un tiempo añadido de respuesta en el que poder corregir la trayectoria del vehículo evitando invadir el sentido contrario.

### CONSIDERACIONES



Bajo coste de instalación.

No se ven deterioradas ni afectadas por las tareas de mantenimiento invernal con quitanieves.

No requiere mantenimiento, no sufren deterioro ni desgaste por el paso de los vehículos, ni se ven afectadas por el repintado de las marcas viales.

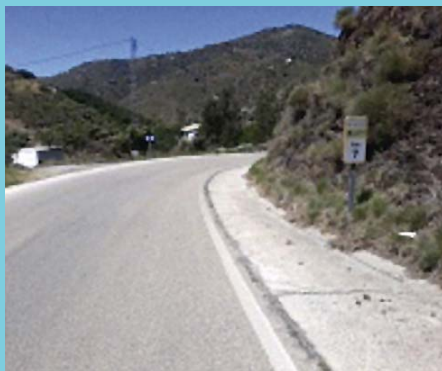


El ruido exterior generado por el paso de los neumáticos sobre la guía sonora puede generar problemas en las proximidades de zonas pobladas.

Posibles deterioros del firme en casos de heladas en marcas fresadas.

## FICHA C.3: Cunetas pisables

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Se trata de conseguir una ampliación de la zona de circulación de los vehículos de manera que se respeten las funcionalidades de los elementos de la carretera, y más en concreto la adecuada circulación del agua.

De ahí surgen las cunetas pisables también llamadas cunetas americanas. Su empleo requiere poder ocupar en el lado del desmante algo más de un metro para transformar la cuneta existente en una cuneta de hormigón, pisable entre 1,00-1,60 m, con un valor deseable de 1,20 m, y con una pendiente transversal entre 2-10%. Normalmente su capacidad hidráulica suele ser suficiente en carreteras de montaña.

Esta solución es una buena alternativa en carreteras estrechas de poca intensidad de tráfico al permitir el cruce de vehículos sin restringir por otra parte la funcionalidad de la cuneta, disminuyendo el riesgo de colisión frontal y con ello la siniestralidad.

### Objetivo:

Ampliar la sección rodada de la carretera mediante la ejecución de cunetas hormigonadas pisables, reduciendo el riesgo de colisiones frontales.

### CONSIDERACIONES



Reduce el riesgo de colisiones frontales.

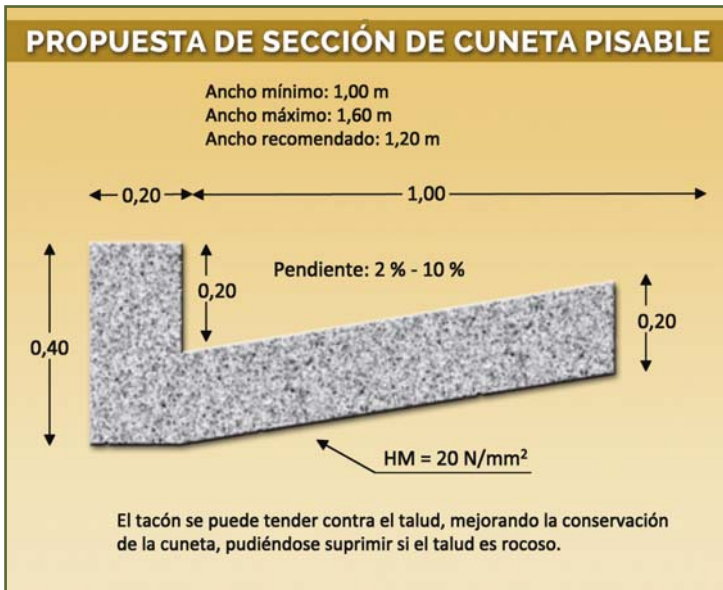
Mejora el cruce de vehículos en especial de vehículos ligeros con vehículos pesados, en carreteras con calzada estrecha.

Al ser cuneta hormigonada evita la formación de carcavas, mejorando la conservación y reduciendo la siniestralidad en las salidas de vía.



La sección hidráulica es menor que la cuneta en V convencional por lo que debe garantizarse el adecuado funcionamiento hidráulico. Normalmente se garantiza en carreteras de montaña, y en general en las que tienen una pendiente longitudinal suficiente.





**Foto 31:** Sección transversal de cuneta pisable en carretera local  
(Fuente: Diputación de Málaga)



**Foto 32:** Efecto de la cuneta pisable ampliando la zona de rodadura de los vehículos evitando colisiones frontales y facilitando el cruce de vehículos (Fuente: Diputación de Málaga)



**Foto 33:** Compartiendo espacios de la carretera: A la izquierda senda peatonal, a la derecha cuneta pisable (Fuente: Diputación de Málaga)

## FICHA C.4: Racionalizar zonas de adelantamiento

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Conjunto de actuaciones encaminadas a dotar de una mayor seguridad a las zonas de adelantamiento, una de las maniobras más peligrosas en carreteras convencionales. Se deben analizar los tramos de adelantamiento que registren una mayor accidentalidad, valorando los riesgos, para implantar alternativas al modelo de adelantamiento actual mediante:

- Repintado y reubicación de las señales verticales en las zonas de adelantamiento, según el análisis realizado, y el
- Refuerzo, mediante marcas viales dobles y elementos de balizamiento o separación, de determinados tramos con prohibición de adelantar

### Objetivo:

La racionalización de las zonas de adelantamiento permite:

- Mayor moderación de la velocidad y garantizar visibilidades seguras
- Reducción de maniobras peligrosas
- Reducción de posibilidades de siniestros graves.

### CONSIDERACIONES



Posibilidad de revisar los criterios teniendo en cuenta la presencia de usuarios vulnerables.  
Posibilidad de adaptar los criterios de adelantamiento a la situación actual de los vehículos.



Las soluciones deben adaptarse a cada circunstancia, por ejemplo, ante la presencia de vehículos especiales, como los agrícolas, se deben garantizar zonas seguras de adelantamiento.

## FICHA C.5: Carreteras 2+1

INTERURBANO  
TRAVESÍA



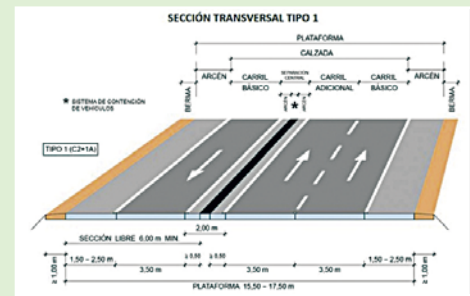
## FICHA C.5: Carreteras 2+1

(Continuación)

## INTERURBANO TRAVESÍA

### Definición:

El Borrador de norma 8.2-IC de marzo de 2020 define estas carreteras como "...aquellas que constan de tres carriles de circulación, estando el central reservado a uno de los dos sentidos de manera alternativa. Tienen como objeto que los adelantamientos se realicen siempre en tramos en los que para llevar a cabo la maniobra no sea necesario invadir un carril de sentido contrario, reduciendo así el riesgo de accidentes por colisión frontal. Asimismo, se señalarán de manera análoga los tramos de carreteras que, sin ser consideradas «dos más uno», dispongan de tres carriles, habiéndose añadido el carril adicional por la izquierda en el respectivo sentido de circulación..."



Las carreteras 2+1 son un modelo que se ha implantado con éxito en otros países referentes en seguridad vial como Suecia, Francia o Irlanda, y que se ha comenzado a utilizar en España a través de la experiencia de la Generalitat de Cataluña, iniciada en el año 2013.

Se basa en evitar los choques frontales y frontolaterales separando físicamente los dos sentidos de la carretera y desplegando un segundo carril adicional que se va alternando en uno y otro sentido para permitir los adelantamientos.

De esta manera, sin llegar a una duplicación de la vía, se consigue permitir de manera segura los adelantamientos, con una separación física entre sentidos de circulación, con una plataforma de 13- 13,5 metros de anchura en las secciones con 3 carriles. Con relación con la longitud de los tramos, la primera actuación realizada en Cataluña tuvo lugar en un corredor de 21 kilómetros.

Recientemente se han publicado las Recomendaciones para el diseño de carreteras 2+1 y carriles adicionales de adelantamiento por parte del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (Orden Circular 1/2021).

### Objetivo:

Permiten dar una solución a la accidentalidad de tipo frontal y frontolateral en itinerarios con tráficos elevados donde no se vaya a implantar una medida de mayor envergadura. Las carreteras 2+1 constituyen, por tanto, un paso intermedio entre las vías de gran capacidad y las vías convencionales.

### CONSIDERACIONES



Posibilidad de revisar los criterios teniendo en cuenta la presencia de usuarios vulnerables.

Posibilidad de adaptar los criterios de adelantamiento a la situación actual de los vehículos.



Coste de implantación.

No siempre es posible disponer de la anchura de plataforma necesaria para una carretera 2+1.

Posibles problemas de fluidez en tramos con mucho tráfico, al pasar de 2 a 1 carril.

Disminución de accesibilidad al separar los sentidos de circulación.

Pueden afectar a los transportes especiales requiriendo accesos de emergencia y un plan de evacuación.

No se produce un aumento en la capacidad respecto a una carretera convencional pues esta está limitada por los tramos de carril único.

Con relación a la eficacia de las medidas expuestas en las fichas anteriores para evitar la siniestralidad frontal, cabe destacar las siguientes referencias:

- Por medio de elementos de **separación central con pintura o balizamiento** se pueden alcanzar reducciones de siniestralidad frontal y frontolateral de hasta un 40 %, según las referencias de Austroads (2016).
- Estudios realizados en Suecia y Estados Unidos sobre el uso de **guías sonoras** pusieron de manifiesto una reducción muy significativa de los accidentes por invasión del carril contrario, que van del 15 al 64 %.
- Un estudio realizado por la Demarcación de Carreteras del Estado en Murcia y el Centro Tecnológico de la Construcción, en el que se compararon diferentes patrones de marcas viales fresadas y resaltadas, con distintos vehículos y velocidades de circulación, puso de manifiesto que las **marcas fresadas** tienen una buena prestación en la advertencia de cambio involuntario de carril.
- Sobre **carreteras 2+1**, la primera aplicación en Cataluña en el corredor C-58/C-55 supuso una fuerte reducción de la accidentalidad: de 10-12 accidentes anuales, se han eliminado los accidentes mortales y se han reducido los accidentes graves.

Un estudio realizado en Suecia<sup>18</sup> en el año 2009 concluyó que las carreteras 2+1 con barrera de cables en la mediana registraron una reducción del 76 % en el número de víctimas mortales respecto de las carreteras convencionales de 13 metros de ancho.

En Alemania la aplicación de carreteras 2+1 logró una mejora del 36 % en los ratios de accidentalidad con respecto a las carreteras convenciones de dos carriles<sup>19</sup>.

El Proyecto NCHRP 20-7 evaluó los resultados de la implantación de carreteras 2 + 1 en Finlandia donde se estima que las carreteras 2+1 operan con ratios de accidentalidad entre un 22 % y un 46 % inferiores que las carreteras convencionales de dos carriles.

<sup>18</sup> *Evaluation of 2+1 roads with cable barrier. VTIO, 2009.*

<sup>19</sup> *Application of European 2+1 Roadway design. TRB, 2003.*



## 9.4. SOLUCIONES PARA MEJORAR LA SEGURIDAD EN INTERSECCIONES Y ACCESOS.

### FICHA D.1: Mejora geométrica de intersecciones y accesos

INTERURBANO  
TRAVESÍA



#### Definición:

Las intersecciones y accesos son puntos singulares de la red viaria donde existe un aumento de la carga de trabajo para la toma de decisiones acerca de que itinerario tomar; además, se produce una confluencia de tráfico de las vías principales y secundarias que puede generar situaciones peligrosas.

Las mejoras en estos emplazamientos pueden ir orientadas a la mejora de la visibilidad, adecuación de ángulos entre las carreteras que convergen en las intersecciones, dotación isletas para canalizar los movimientos de giro, carriles centrales cuando sea necesario, la optimización de las pendientes en las vías que acceden en la intersección, mejora del equipamiento, etc. De esta manera, se garantizaría la máxima seguridad en la operación de todo tipo de intersecciones, independientemente de su tipo. En una primera fase se podría contemplar la implantación de medidas de bajo coste como mejora de la señalización, canalización de los accesos, cebreados, iluminación, etc., hasta que se analice y, en su caso, se apruebe, la realización de obras de mayor envergadura e incluso la modificación de la tipología de la intersección o mejoras en los accesos.

En cuanto a las tipologías de intersecciones, no todas presentan los mismos riesgos de accidentes, sino que ante la presencia de mayores posibilidades de conflicto (por ejemplo, intersección de cuatro ramales frente a intersección de tres ramales) se suelen presentar mayores cifras de siniestralidad. Las glorietas son las intersecciones que presentan menos accidentes, seguidas de las intersecciones reguladas por semáforo de tres ramales, las intersecciones de tres ramales reguladas por ceda al paso y, como más peligrosas, las de cuatro ramales con ceda al paso o las rotondas partidas.

#### Objetivo:

Mejora de la percepción de intersecciones y accesos, para reducir la accidentalidad en estos puntos singulares de la red viaria, por medio de medidas de bajo coste (rápida implantación, bajo coste y alta efectividad) y, en su caso, mejoras de trazado y modificación de tipologías.

#### CONSIDERACIONES



Con medidas de bajo coste (señalización vertical, marcas viales y balizamiento) se pueden conseguir mejoras notables de la seguridad en intersecciones y accesos.



Las mejoras de gran envergadura (por ejemplo, modificación de la tipología de una intersección) suponen un alto coste y requieren tiempo para su aplicación.

En emplazamientos singulares en zonas peri-urbanas o urbanas, se puede valorar la utilización de mini-glorietas como la de la siguiente imagen:



**Foto 34:** Mini-glorieta (Fuente: Diputación de Valencia)

Otras actuaciones pasarían por el acondicionamiento de intersecciones, por ejemplo la siguiente de tipo T en la CV-520:



**Foto 35:** Acondicionamiento de intersección (Fuente: Diputación de Valencia)

## FICHA D.2: Estrechamiento puntual de carriles mediante isleta pintada

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Disponer una isleta pintada en un cruce facilita la percepción de los conductores de los distintos sentidos de circulación, facilitando las incorporaciones, al llegar al punto de conflicto con el ángulo y posición deseable. Se pueden utilizar de manera complementaria con medidas de balizamiento.

Permite el estrechamiento de carriles mediante pintado, reduciendo el espacio en la calzada, de manera que se tiende a la moderación de la velocidad.

Es de utilidad, asimismo, en los accesos a las glorietas, de manera que la existencia de isletas alargadas en los accesos (que se eleve sobre el suelo o simplemente a base de pintura), pueden permitir mejorar la percepción de la glorieta.

### Objetivo:

Alertar al conductor de que va a encontrarse con un tramo singular, de manera que disminuya la velocidad de circulación y esté alerta, facilitando las incorporaciones entre las vías que intersectan.

### CONSIDERACIONES



Medida de bajo coste.



Si no se garantiza un buen estado de conservación pueden perder parte de su efectividad, especialmente durante la noche o bajo condiciones climáticas adversas.

## FICHA D.3: Pavimento de diferente color o textura en el carril de cruce

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Ante situaciones singulares sobre las que se desea alertar a los usuarios de la necesidad de extremar la atención y las precauciones, se puede plantear la utilización de distintos colores y texturas del pavimento, permitiendo una reducción de la velocidad de circulación de los vehículos y la moderación del tráfico.

### Objetivo:

Alertar al conductor de la presencia de un punto o tramo singular en la vía, así como reducir la velocidad de los vehículos que van a realizar la maniobra de cruce.

### CONSIDERACIONES



Medida de bajo coste que permite modificar la percepción de los usuarios.



Su uso muy frecuente puede restar eficacia, puesto que el usuario se acostumbra a su presencia.

Pueden producir un aumento del ruido de la circulación que genere problemas en zonas pobladas.

Los materiales utilizados en los tratamientos superficiales deben garantizar la seguridad de usuarios vulnerables (ciclistas y motociclistas).



## FICHA D.4: Mejora del guiado de trayectorias en glorietas

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Se trata de sistemas que permiten organizar la circulación dentro de la glorieta mediante la orientación de los conductores en el carril correcto, según la salida por la que opte, evitando los puntos de conflicto entre conductores.

Las turboglorietas son una de las soluciones para mejorar el guiado de la trayectoria de los vehículos en las intersecciones giratorias. Se trata de un tipo de intersección con un diseño especial respecto a la glorieta convencional en la que, además de regir la prioridad de los vehículos que circulan por dentro sobre los que pretenden acceder, el tráfico se encauza hacia las distintas salidas, de manera que no es posible realizar el recorrido circular completo por el carril exterior. La señalización vertical y horizontal es fundamental en este diseño, en el que se persigue mantener, por medio de líneas continuas, a cada vehículo encauzado hacia su salida, evitando cruces de trayectorias y reduciendo el riesgo de colisión.

En otros planteamientos, se pueden utilizar balizas en la separación de carriles, de manera que la delimitación y guiado de trayectorias en la glorieta permite definir las entradas y salidas conflictivas a la misma mediante marcas viales y balizas, reduciendo los grados de libertad, para que la toma de decisión de que salida se va a tomar se haga antes de la misma, evitando así conflictos entre diferentes vehículos.

Requiere señalización previa que permita a los usuarios tomar el carril correcto con suficiente antelación.

### Objetivo:

Mejorar la circulación en los accesos y el interior de las glorietas, reduciendo los conflictos y aumentando la fluidez, favoreciendo la toma de decisiones.

### CONSIDERACIONES



Aumenta la seguridad y la fluidez del tráfico de la glorieta.

Coste de implantación bajo al no requerir la realización de obra civil, siendo suficiente con la modificación de la señalización vertical y horizontal y la instalación de elementos de balizamiento.



Medida novedosa nueva que requiere aprendizaje por parte de los conductores.

No es posible su implantación en cualquier glorieta, siendo necesarios al menos dos carriles en cada uno de los accesos e interior de la glorieta.

Con carriles estrechos puede resultar un problema para el recorrido de vehículos pesados.

Necesidad de revisión frecuente del estado del balizamiento y, en su caso, reposición.

## FICHA D.5: Elementos de balizamiento

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Los elementos de balizamiento retrorreflectantes son los dispositivos de guía óptica para los usuarios de las carreteras, capaces de reflejar por medio de reflectores, la mayor parte de la luz incidente, procedente generalmente de los faros de los vehículos.

Estos elementos, que pueden tener distinta forma, color y tamaño, se instalan con carácter permanente sobre la calzada o fuera de la plataforma, sobre otros elementos adyacentes a la misma, como muros o paramentos de túneles, así como sobre otros equipamientos viales, como pretilas y barreras de seguridad. Tienen la finalidad de reforzar la capacidad de guía óptica que proporcionan los elementos de señalización tradicionales (marcas viales, señales y carteles verticales de circulación) o advertir sobre los posibles sentidos de circulación.

En el caso de su aplicación a intersecciones y accesos, se sugiere considerar la Guía de Nudos Viarios (Orden Circular 32/2012).

En cuanto a las glorietas, una medida frecuente es el balizamiento de la línea central en acceso a glorietas; la ordenación de flujos de entrada a glorietas permite, mediante marcas viales y/o balizamiento, en la línea central de acceso, reconducir los vehículos a un determinado carril en función de la salida que vaya a utilizar evitando así conflictos de trayectorias en el interior de la glorieta.

La canalización de accesos y la isleta central disminuyen el número de puntos de conflicto y obligan a los vehículos que acceden a disminuir la velocidad de circulación. Se puede realizar por medio de balizamiento y alargando la marca vial.

### Objetivo:

Mediante marcas viales y balizamiento se alerta a los conductores de que se encuentran en un tramo con especiales condiciones de circulación y prioridad, permitiendo que una toma de decisiones más cómoda y segura.

### CONSIDERACIONES



El estrechamiento de los carriles mediante un elemento físico central reduce la velocidad de los vehículos que acceden a las intersecciones.

Aumenta la seguridad y la fluidez del tráfico en las glorietas.

No requiere mucho espacio para su implantación.



Necesidad de revisión frecuente del estado del balizamiento y, en su caso, reposición.

## FICHA D.6: Plantaciones

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

El tratamiento de la vegetación en el entorno de la carretera cumple, además de una función estética, con una importante función de protección frente a la erosión y agentes atmosféricos, mejora de la percepción y la seguridad, complemento a los elementos de balizamiento, protección contra el deslumbramiento e incluso aislamiento acústico.

Así, la gestión de la vegetación en el entorno de la carretera puede utilizarse para señalar puntos singulares de la vía, advirtiendo a los usuarios de la llegada a tramos singulares donde se requiera especial atención, como es el caso de intersecciones y accesos.

Además, se puede utilizar para la separación de tráfico, por ejemplo para distanciar las rutas ciclistas y vía peatonales, así como para mejorar el efecto puerta en la entrada a poblaciones.

Se sugiere consultar el “Manual de plantaciones en el entorno de la carretera”, así como la “Guía de nudos viarios” (Orden Circular 32/2012), del actual Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.

### Objetivo:

Mejorar la percepción de intersecciones y accesos por medio de la utilización de plantaciones.

### CONSIDERACIONES



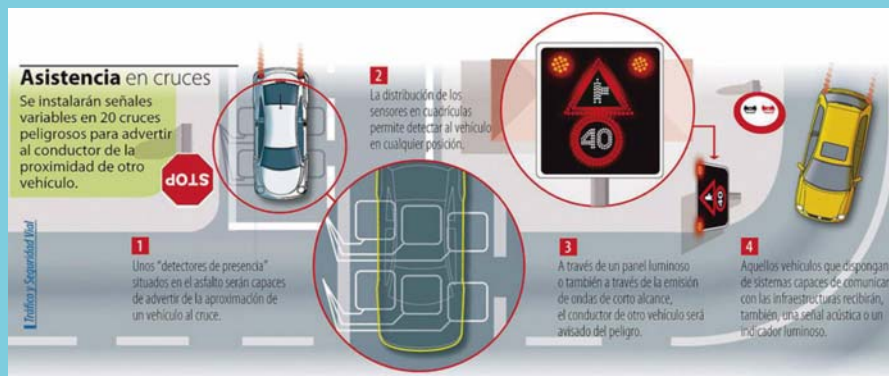
- Evita la erosión del terreno.
- Reduce el impacto de la carretera sobre el medio ambiente.
- Crea un entorno agradable al usuario.
- Realza el trazado de la vía.



- Requiere conservación y mantenimiento periódicos.
- Un mantenimiento inadecuado aumenta el riesgo de incendios forestales.
- Se recomienda no disponer de forma continua hileras de árboles a lo largo de la carretera, para evitar la monotonía en la conducción.

## FICHA D.7: Cruces inteligentes o Sistema de advertencia dinámica en intersecciones

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Sistema de señalización dinámica preventiva (luminosa) que utiliza tecnología V2V (intercambio de información entre vehículo-infraestructura-vehículo) y cuyo objetivo es advertir de la proximidad de automóviles en la intersección. El sistema cuenta con:

- "Detectores de presencia", situados en el asfalto, capaces de advertir de la aproximación de un vehículo al cruce.
- Sensores, distribuidos en cuadrículas que permiten detectar al vehículo en cualquier posición.
- Panel luminoso, y emisión de ondas de corto alcance, que avisan al conductor de otro vehículo del peligro.
- Los vehículos con sistemas capaces de comunicarse con las infraestructuras recibirán también una señal acústica o un indicador luminoso.

Indicados especialmente en intersecciones de vía de especial peligrosidad por elevada intensidad de circulación y condiciones de visibilidad reducida - en curvas, cambios de rasante, frecuentes malas condiciones climatológicas, etc.

La instalación de cruces inteligentes está especialmente indicada cuando:

- Intersecciones de vía de especial peligrosidad por elevada intensidad de circulación y condiciones de visibilidad reducida - en curvas, cambios de rasante, frecuentes malas condiciones climatológicas
- La incorporación del vehículo a la vía puede abarcar ambos sentidos de circulación.
- Elevado número de vehículos pesados realizan la maniobra de cruce requiriendo un tiempo más prolongado para la ejecución de la misma.



### Objetivo:

Asiste al usuario en la toma de decisiones: cuando el sistema detecta la presencia de un vehículo acercándose al cruce, se activa la señal luminosa alertando a los conductores que circulan por la vía preferente con antelación suficiente para que adecuen su velocidad y extremen la atención.

## FICHA D.7: (Continuación) Cruces inteligentes o Sistema de advertencia dinámica en intersecciones

 **INTERURBANO**  
 **TRAVESÍA**

### CONSIDERACIONES



Tecnología autónoma: no requieren cables dado que las comunicaciones van por GPRS y la estación se alimenta mediante energía solar.



Es preciso alertar previamente al conductor de la presencia de un punto singular y la señalización de este tipo, por lo que no es coherente con el concepto de "carretera auto-explicativa".

Requiere inspección periódica, mantenimiento y costes de explotación.

En caso de estar puntualmente apagados, puede generar una falsa sensación de cruce despejado, comprometiendo la seguridad.

## FICHA D.8: Soluciones de iluminación

 **INTERURBANO**  
 **TRAVESÍA**



### Definición:

En la Orden Circular 36/2015 "sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles" se establece que las carreteras convencionales de la Red del Estado no se iluminarán en general, aunque podrá justificarse su iluminación en caso de que el tramo sea un tramo de concentración de accidentes (TCA) y en los dos últimos años más del 50 % de los accidentes se hayan producido en periodo nocturno.

En el caso de los puntos singulares, se justifica su iluminación en los siguientes casos

- Glorietas en carreteras convencionales, en las que por tener una importante intensidad de tráfico o por su peligrosidad no sea suficiente con una correcta señalización y balizamiento de la misma.
- Enlaces en zonas interurbanas con  $IMD \cdot 80.000$  vehículos o con  $IMD \cdot 60.000$  vehículos y más de 120 días de lluvia al año.
- Cruces con glorietas e intersecciones a nivel, siempre que el tráfico de la carretera secundaria sea mayor que 10.000 vehículos por día, o bien sea un TCA con un porcentaje de accidentes nocturnos superior al 50 % del total de accidentes durante los dos últimos años.

Una adecuada iluminación en las carreteras en las zonas de mayor peligro y en puntos singulares, como incorporaciones, puede contribuir a mejorar la seguridad. Si bien puede suponer un elevado gasto en luz y mantenimiento, se

## FICHA D.8: Soluciones de iluminación

(Continuación)



INTERURBANO  
TRAVESÍA

deben buscar soluciones que garanticen la eficiencia y ahorro energéticos, por lo que se deben buscar formas más eficientes para iluminar las carreteras, como:

- Farolas inteligentes que iluminan la vía sólo cuando los sensores detectan movimientos, permitiendo el ahorro de energía e incrementando la seguridad.
- Farolas solares que almacenan energía solar durante el día ofreciendo luz en los periodos de oscuridad seleccionados, eliminando la dependencia de la red eléctrica.
- Uso de LED, cuya vida útil supera las 50.000 horas consumiendo hasta un 90 % menos de energía. Al operar a baja temperatura el 98 % de la energía se transforma.

### Objetivo:

- Disminuir los accidentes nocturnos y sus víctimas en las carreteras, fundamentalmente en las travesías urbanas, zonas especiales (intersecciones, enlaces, glorietas, puentes, etc.) y alumbrados específicos (adicional de paso de peatones, principalmente los no semaforizados, iluminación de fondos de saco, de pasos a nivel de ferrocarriles, etc.). La falta de luz reduce la capacidad visual hasta el 20 %, se altera la forma en la que se perciben las distancias y se reduce el campo visual, esto provoca en los conductores un mayor cansancio por el esfuerzo extra de concentración requerido, así como un descenso de los niveles de alerta.
- Mejorar la seguridad vial y la de los peatones y propiedades del entorno.

### CONSIDERACIONES



Mejora de la seguridad vial  
Contribuir a la seguridad de los peatones y propiedades  
Disminuye el esfuerzo extra de concentración requerido por los conductores y, por tanto, el cansancio.  
Las nuevas tecnologías permite la instalación de sistemas autónomos, de alta eficiencia, bajo consumo y poco mantenimiento.



Todas las instalaciones deberán disponer de un plan de mantenimiento que comprenderá, al menos, las reposiciones de puntos de luz, la limpieza de luminarias y los trabajos de inspección y mediciones eléctricas.  
Coste energético  
Contaminación lumínica que puede tener efectos perjudiciales en personas, animales y sus ecosistemas y la visión del cielo nocturno.  
Corta duración de la vida útil de determinados tipos de lámparas como las de halogenuros metálicos.  
Deben protegerse contra partículas externas, sólidas o líquidas, impactos mecánicos y fluctuaciones de voltaje para garantizar su continuo funcionamiento de forma adecuada y su vida útil.  
Las fuentes de luz LED pueden proporcionar niveles de luminancia muy altos pudiendo causar deslumbramiento, por ello deben ir equipadas con difusores.  
Al envejecer los módulos LED cambian su temperatura de color, pudiendo tener la carretera luminarias con diferentes niveles de luz o color aumentando el riesgo de accidente.  
El control dinámico del alumbrado vial puede resultar de una complejidad considerable dificultando su soporte y mantenimiento.

En el Anexo 6 se incluye información sobre la clase de alumbrado y requisitos fotométricos para carreteras locales.

Con relación a la eficacia de las medidas expuestas en las fichas anteriores para la mejora de la seguridad en intersecciones y accesos, cabe destacar las siguientes referencias:

- Estudios realizados en Estados Unidos de América concluyen que **restringir los giros a la izquierda** en las intersecciones en vías convencionales de doble sentido puede permitir alcanzar una reducción del 5 – 23 % del total de accidentes. Dotar a las intersecciones de carriles de giro a la izquierda disminuye el total de accidentes del 28-48 %, mientras que con los carriles auxiliares para el giro a la derecha la reducción obtenida de la accidentalidad es del 14-26 %<sup>20</sup>.
- El "Manual de Medidas de Seguridad Vial" (Fundación Mapfre, 2013) indica que la **desalineación de cruces de carretera** conlleva reducciones en el número de accidentes con víctimas del 20 %, excepto en el caso de que la vía secundaria aporte menos del 15 % del tráfico total de la intersección, en cuyo caso se produciría un aumento de los siniestros.
- Sobre las **isletas pintadas**, estimaciones realizadas en Australia, publicadas en 2012, ponen de manifiesto que se puede alcanzar una reducción de la siniestralidad del 20 % de los accidentes frontales y frontolaterales en intersecciones.
- El "Manual de medidas de Seguridad Vial" (Fundación Mapfre, 2013) apunta que con la **canalización de intersecciones** se pueden alcanzar reducciones de siniestralidad entre el 10 y el 20 %, dependiendo del tipo de intersección y los niveles de tráfico.
- La utilización de **pavimento de distinto color** puede permitir una reducción de la siniestralidad del 35 %, según estimaciones realizadas en Australia, publicadas en 2012.
- En los Países Bajos se llevó a cabo en la década de los noventa una comparación entre "**turbo glorietas**" e intersecciones con semáforos; se estimó una reducción de los accidentes con heridos graves del 70 %. (Fortuijn, 2019).
- En las "Recomendaciones para la mejora de la seguridad vial en entornos interurbanos" (Dirección General de Tráfico, 2021) se realizan las siguientes estimaciones:

<sup>20</sup> <https://safety.fhwa.dot.gov/provencountermeasures/fhwasa18029/fhwasa18029.pdf>

- Se puede alcanzar una reducción de la siniestralidad del 30 % con medidas de **ordenación del tráfico en glorietas** basadas en el uso de señalización vertical, horizontal y elementos de balizamiento.
- Se estima una reducción de la siniestralidad del 50 % de los siniestros frontales y frontolaterales en intersecciones con el uso de **cruces inteligentes**.
- Según diversas investigaciones recopiladas por Austroads en el informe del proyecto "Effectiveness of Road Safety Engineering Treatments" (2012), se estima que la **iluminación de intersecciones urbanas o interurbanas** podría reducir la siniestralidad entre un 20-40 %.

## 9.5. SOLUCIONES PARA LA GESTIÓN DE LA VELOCIDAD.

La velocidad inadecuada aparece con frecuencia entre los factores concurrentes de los accidentes que se producen en la red local de carreteras. Conseguir una velocidad adecuada de circulación, reduciéndola en los casos precisos y manteniéndola mientras sea necesario, es una medida fundamental para mejorar la seguridad de la circulación.

Como referencia acerca de la velocidad adecuada para cada tipo de vía, cabe realizar la siguiente propuesta, basada en el protocolo de la Diputación de Pontevedra acerca de las velocidades máximas sugeridas en función del ancho de la plataforma; en cualquier caso, la idoneidad de la velocidad máxima se deberá establecer en cada caso particular, según los usos de la vía, presencia de usuarios vulnerables, espacios compartidos, etc.:

Velocidades máximas fuera de núcleos de población	Sección transversal
90 km/h	Anchura de carril · 3,5 m y arcén · 1,5 m
90 - 80 km/h	Anchura de carril · 3,5 m y arcén 1 - 1,5 m
80 - 70 km/h	Anchura de carril · 3,5 m y arcén 0,5 - 1 m Anchura de carril 3 - 3,5 m y arcén · 1 m
70 - 60 km/h	Anchura de carril 3 - 3,5 m y arcén 0,5 - 1 m Anchura de carril < 3 m y arcén · 0,5 m
50 km/h	Anchura de carril < 3 m y arcén < 0,5 m o sin arcén

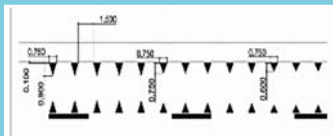
**Tabla 13.-** Velocidades máximas según la sección transversal.

(Fuente: elaboración propia a partir del Protocolo de actuación de seguridad viaria de la Diputación de Pontevedra)



Se debe prestar atención a la normativa en vigor, como la "Instrucción técnica para la instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta en la Red de Carreteras del Estado", en el caso de que no exista otra normativa de referencia (ver anexo 1 para más información sobre otras recomendaciones para vías locales).

## FICHA E.1: Estrechamiento de calzada



### Definición:

Se puede plantear la reducción del ancho de carril cuando la sección transversal de la vía lo permita, por medio de una ampliación del arcén o por medio de una zona cebreada central.

Se trata de soluciones que se recomiendan para carriles de 3,5 metros de ancho, para su reducción a 3 metros y, de manera excepcional, para un ancho mínimo de carril de 2,8 metros. En el caso de que exista un elevado tráfico de ciclistas, la reducción del ancho del carril no debe restar espacio para su circulación.

Se pueden plantear soluciones para conseguir un efecto visual similar al de la reducción del ancho del carril, sin que se haya producido tal reducción, por medio de cebreado en los arcones o bermas. Puede presentar inconvenientes en caso de elevado tráfico de ciclistas, puesto que tenderán a circular por el carril.

Otra posible solución es el pintado de dientes de dragón en la sección previa al tramo donde debe reducirse la velocidad de circulación notablemente respecto al tramo precedente. La longitud del tramo en el que se dispongan los dientes de dragón será aproximadamente de entre 50 y 150 m, teniendo en cuenta las características tanto de la infraestructura como del entorno. En cuanto a la geometría de los «dientes», serán triángulos isósceles, con una base de 0,75 m. Respecto a su altura, los situados en el primer tercio del tramo serán de 0,60 m, los situados en el tercio siguiente de 0,75 m y de 0,90 m los del último tercio <sup>21</sup>.

Las marcas viales longitudinales de color diferente al blanco (verde) paralelas a las de separación de la calzada y el arcén, generan en los conductores la sensación de estrechamiento de carril (efecto túnel), induciendo al conductor a moderar su velocidad. Estas líneas van acompañadas de señales verticales informativas que recuerdan a los usuarios que se encuentran en una zona de velocidad controlada. Esta medida

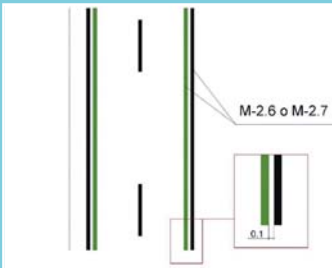
<sup>21</sup> Borrador de la Norma 8.2-IC Marcas viales (marzo 2020).

## FICHA E.1: Estrechamiento de calzada

(Continuación)



**INTERURBANO  
TRAVESÍA**



se fundamenta en la percepción del usuario de la vía, siendo el efecto visual generado lo que condiciona la reducción de la velocidad de circulación.

Las soluciones singulares se recomiendan en situaciones particulares como las que se describen a continuación:

- Cuando se desee disminuir la velocidad de circulación y como elemento de aviso ante la proximidad de un elemento peligroso.
- En curvas peligrosas
- En tramos rectos con el fin de evitar tanto la invasión del carril de sentido contrario como las salidas de vía por exceso de velocidad.

### Objetivo:

Disminuir, de manera efectiva o visual, la anchura del carril, generando en el conductor una sensación de alerta que le haga reducir la velocidad de circulación.

### CONSIDERACIONES



Favorece el guiado de vehículos especialmente en curvas peligrosas.  
Bajo coste de instalación.



Puede generar problemas de seguridad a ciclistas y motociclistas si no se emplean los materiales adecuados.

En 2021 se ha realizado una primera aplicación de un “dientes de dragón” y “líneas de borde quebradas” en la travesía de la N-122 en Nava de Roa (Burgos), por parte de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. Se persigue conseguir un cambio visual que invite a reducir la velocidad de circulación.



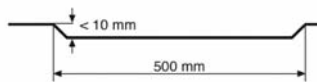
**Foto 36:** Actuaciones para la reducción de la velocidad en la travesía de la N-122 en Nava de Roa (Burgos). (Fuente: Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana)

## FICHA E.2: Bandas transversales de alerta (BTA)

INTERURBANO  
TRAVESÍA



Fresada



Resaltada



### Definición:

Dispositivos modificadores de la superficie de rodadura de la calzada, cuyo objetivo es transmitir al conductor la necesidad de extremar la atención en su aproximación a un tramo en el que existe un riesgo vial superior al percibido subjetivamente, empleando para ello la transmisión de vibraciones o ruidos derivados de su acción sobre el sistema de suspensión y amortiguación del vehículo. Pueden ser fresadas o resaltadas.

Se sugiere consultar, si no se dispone de normativa autonómica de referencia, la Instrucción Técnica para la instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta en carreteras (Orden FOM/3053/2008)

### Objetivo:

Actúan como señal de advertencia acústica y vibratoria que alerta a los conductores de que puede ser necesario realizar alguna acción preventiva indicada en la señalización vertical, constituyendo así un refuerzo a dicha señalización vertical, que cumplirá su misión con mejores resultados. Son una medida de refuerzo de atención a la señalización vertical.

Permiten indicar el acceso a una travesía o alertar del comienzo de un conjunto de medidas para moderar el tráfico.

Amortiguar la velocidad de los vehículos en lugar de reducirla bruscamente.

### CONSIDERACIONES



Eficacia: se puede obtener descensos de velocidad del orden del 10 %.

Bajo coste de instalación.

Variedad de materiales de construcción

Compatibles con el paso de bicicletas dejando canales abiertos.



Ruidos generados con el paso del vehículo.

La reducción de velocidad puede disminuir con el paso del tiempo.

Incomodidad para ciclistas y motociclistas.

Posibles conductas peligrosas para esquivar las bandas transversales de alerta si existe una alternativa.

## FICHA E.3: Reductores físicos de velocidad

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Dispositivos colocados sobre la superficie de rodadura que crean una aceleración vertical en los vehículos que los atraviesan, transmitiendo incomodidad a los conductores y ocupantes cuando circulan a velocidades superiores a las establecidas.

Los más comúnmente utilizados se clasifican en dos tipos <sup>22</sup>:

- Reductores de velocidad de sección transversal trapezoidal (paso peatonal sobreelevado)
- Reductores de velocidad de lomo de asno.

Con el objetivo de mantener una reducción de la velocidad a lo largo de un itinerario se recomienda instalar una secuencia de estos dispositivos cada 50 -150 m aproximadamente.

Los pasos sobreelevados deben estar precedidos por otras medidas complementarias que garanticen que los vehículos hayan reducido su velocidad al llegar.

### Objetivo:

Dispositivos colocados sobre la superficie de rodadura con la finalidad de mantener velocidades de circulación reducidas a lo largo de ciertos tramos de carretera.

Advierten a los conductores sobre la proximidad de puntos conflictivos, como intersecciones.

Reducir la intensidad de tráfico en la vía al desviarse a otros tramos sin elementos moderadores del tráfico para evitarlos.

### CONSIDERACIONES



Buenos resultados en reducciones de velocidad de circulación

Pueden situarse en calzadas de doble o único sentido de circulación

Dispositivos ampliamente conocidos y experimentados.

Variedad de perfiles y materiales.

Los lomos combinados frenan diferencialmente autobuses y automóviles.



Una disposición inadecuada tiende a generar una circulación irregular con aceleraciones y frenadas, lo que puede resultar especialmente molesto a los vehículos pesados y colectivos.

Puede aumentar la contaminación acústica.

Pueden suponer problemas de seguridad para los ciclistas.

En rutas principales utilizadas por vehículos de emergencia deben valorarse previamente otras opciones, por la incidencia que pueden tener en este tipo de transporte, evitando los diseños.

<sup>22</sup> Ver referencias normativas en el Anexo 1.

## FICHA E.4: Cojines berlineses

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Modificación del perfil transversal de la vía en emplazamientos concretos donde sea necesario reducir la velocidad de circulación de los vehículos, pero, por la presencia frecuente de vehículos de transporte colectivo, se quiera reducir el impacto sobre ellos. De esta manera, se garantiza un efecto diferenciado del cojín, reduciendo la velocidad de los vehículos ligeros y no afectando a los autobuses.

### Objetivo:

Reducir la velocidad de circulación de los vehículos en un determinado tramo de la vía, garantizando que no se afecta a la circulación de los vehículos de transporte colectivo.

### CONSIDERACIONES



Bajo coste de implantación.

Nula incidencia en vehículos de transporte colectivo.

Permiten la circulación de ciclistas en la zona que no experimenta cambio.



Reducción de su efectividad si los vehículos tienden a utilizar la zona sin reductor para circular con dos ruedas.

Reducción de su efectividad en motociclistas, que pueden utilizar las zonas sin resaltos.

En este apartado, es interesante mencionar el dispositivo "Speed kidney", compuesto por al menos un resalte por carril con forma en planta arriñonada y forma en alzado abultada, que ofrece la posibilidad a los vehículos de determinadas dimensiones de modificar su trayectoria, siguiendo un zigzag

suave, para evitar la incomodidad vertical y, por consiguiente, a moderar su velocidad; fue desarrollado por Alfredo García y Mario A. Romero en 2009.

Su objetivo es moderar la velocidad de circulación minimizando las molestias a los pasajeros: lograr una circulación fluida, segura y cómoda, minimizando las demoras de los vehículos de emergencias y de transporte público, facilitando su conducción

Se debe instalar un resalte complementario en la separación de sentidos de circulación para evitar el paso de los vehículos de forma directa entre los dos dispositivos. Se recomienda su implantación en secciones rectas de longitud superior a 200 m, debiendo estar al menos a 50 m de curvas horizontales. Deben situarse en sitios correctamente iluminados para que sean percibidos por los conductores con antelación suficiente.

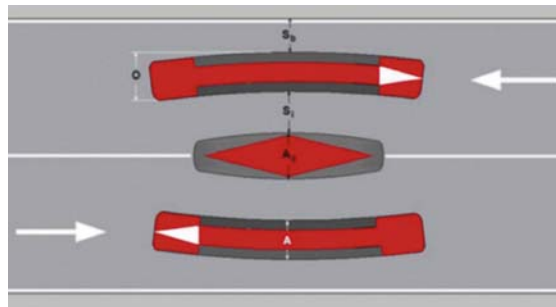


Foto 37: Speed Kidney.

## FICHA E.5: Chicanes

INTERURBANO  
TRAVESÍA



Mejora de la seguridad vial en el acceso norte a la travesía de Carlet por la CV-50

### Definición:

Modificación del trazado de la vía mediante el desplazamiento transversal y paralelo de uno de los carriles de circulación a lo largo de un tramo corto que obliga a los vehículos a recorrer dicho elemento - chicane - a menor velocidad que la de aproximación.

La modificación del trazado se realiza mediante marcas viales y un adecuado balizamiento, debiendo estar correctamente señalizada de forma que el conductor pueda adaptar su velocidad y conducción con antelación suficiente para recorrerlo en condiciones de seguridad, especialmente durante la noche y con condiciones meteorológicas adversas.

### Objetivo:

Reducir la velocidad de circulación de los vehículos en un determinado tramo de la vía. Con el fin de que los usuarios adecuen su velocidad a la chicane, es necesario que lo perciban a una distancia superior a la distancia de parada correspondiente a la velocidad de aproximación.

### CONSIDERACIONES



Bajo coste de implantación y mantenimiento  
Permiten reducir la velocidad y constituyen una puerta de entrada a las travesías de poblaciones.



Se requiere espacio adicional junto a la plataforma de la carretera para la correcta construcción de la chicane.

Un dimensionamiento estricto puede dificultar el paso de autobuses y otros vehículos comerciales y/o de emergencia.

## FICHA E.6: Avisadores de velocidad

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Sistema constituido por paneles de señalización dinámica preventiva de exceso de velocidad, en los que se combina una parte fija, que indica el límite de velocidad legal de la vía, y una parte variable de LED que indica la velocidad real de circulación del vehículo, así como dos focos LED que destellan avisando al conductor cuando excede el límite. El sistema se activa cuando un sensor detecta que un vehículo excede el límite de velocidad legal.

Avisadores de velocidad mostrando la matrícula: instalación de lectores de matrícula en pórticos de carretera. El sistema calcula la velocidad media de circulación del vehículo mostrando, cuando infringe el límite de velocidad permitido, su matrícula junto al mensaje "modere su velocidad".

También denominados radares pedagógicos.

### Objetivo:

Mejorar la seguridad en puntos críticos del trazado, tales como, curvas de radio reducido, proximidad a poblaciones, tramos de especial siniestralidad, etc.

Moderar la velocidad de los vehículos, alertando a los conductores de la necesidad de adaptar su velocidad a la establecida en la vía por la que circulan. Se estima que circular a la velocidad adecuada podría reducir un 20 % las probabilidades de sufrir un accidente de tráfico con desenlace fatal.

### CONSIDERACIONES



Medida de alta efectividad, especialmente si se utilizan en tramos muy particulares y debidamente justificados.

Posibilidad de funcionamiento con energías alternativas, como los paneles solares.



Coste de instalación, funcionamiento y mantenimiento.



Con relación a la eficacia de las medidas expuestas en las fichas anteriores para la gestión de la velocidad, cabe destacar las siguientes referencias:

- En las "Recomendaciones para la mejora de la seguridad vial en entornos interurbanos" (Dirección General de Tráfico, 2021) se estima una reducción de la siniestralidad del 24 % con la aplicación de medidas de "adelgazamiento viario".
- Según diversas investigaciones recopiladas por Austroads en el informe del proyecto "Effectiveness of Road Safety Engineering Treatments" (2012), se estima que se podría alcanzar una reducción de la siniestralidad del 25 % con la implantación de **bandas transversales de alerta** en emplazamientos críticos como llegadas a intersecciones.
- El "Manual de medidas de mejora de la seguridad vial" (Fundación Mapfre, 2013) identifica una reducción de hasta el 41 % en accidentes con víctimas con el uso de **reductores físicos de velocidad**, acompañada de una considerable reducción de la velocidad.
- En las "Recomendaciones para la mejora de la seguridad vial en entornos interurbanos" (Dirección General de Tráfico, 2021) se estima una reducción de la siniestralidad del 7 % con el uso de **avisadores de velocidad**.



## 9.6. SOLUCIONES PARA EVITAR ATROPELLOS DE PEATONES.

### FICHA F.1: Segregación de flujos por medio de itinerarios peatonales continuos

INTERURBANO  
TRAVESÍA



#### Definición:

Se trata de generar, en los emplazamientos de alto tráfico peatonal y cuando se disponga de espacio, un itinerario destinado a la circulación de los peatones, preferiblemente segregado del tráfico motorizado y con una separación física que garantice la seguridad de los usuarios más vulnerables.

Las posibles actuaciones dependerán del espacio disponible, de manera que se puedan generar los mencionados “espacios compartidos”.

Además, se pueden instalar señales luminosas de tramos de peatones, dotadas de pulsadores para que el peatón los accione y avise a otros usuarios de la presencia de tráfico peatonal; se trata de señales de peatones tipo P-20 con balizas luminosas en las esquinas, similares a las que se utilizan en itinerarios muy frecuentados por peatones, como el Camino de Santiago.

Se deben programar tareas frecuentes de mantenimiento para limitar la invasión de la vegetación colindante.

Se pueden contemplar diferentes configuraciones para vías peatonales o ciclo-peatonales segregadas, con separación del tráfico motorizado con bordillo, balizamiento, con mediana vegetal, a distinto nivel o con separación por medio de barreras de distintos tipos. Es importante elegir bien el pavimento que se vaya a utilizar, de manera que sea bien aceptado por los usuarios, incluyendo los que circulan con carritos u otros elementos. Por ejemplo, los pavimentos en tierra muestran en algunos casos mayor tendencia a no ser utilizados por los peatones.

Cuando no haya espacio suficiente para una zona protegida para el tráfico peatonal, se pueden garantizar cunetas pisables, que proporcionen un espacio de cierta seguridad.

#### Objetivo:

Dotar a los peatones de un itinerario más seguro, por su separación respecto al tráfico motorizado.

#### CONSIDERACIONES



Reduce el número de encuentros entre peatones y tráfico motorizado de mayor velocidad.



Requiere un espacio que no siempre existe en la red local.

No todos los peatones utilizarán la vía destinada para ellos y continuarán caminando por la carretera, donde quedan expuestos a un mayor riesgo de accidente. Las sendas mixtas peatones/ciclistas pueden generar problemas de seguridad entre ambos colectivos.



**Foto 38:** Distintas soluciones para mejorar la seguridad de los peatones en función del espacio disponible: de espacios segregados a cunetas pisables. *(Fuente: Diputación de Málaga)*



**Foto 39:** Itinerarios peatonales segregados del tráfico motorizado. *(Fuente: Diputación de Barcelona)*



**Foto 40:** Sendas peatonales. *(Fuente: Diputación de Pontevedra)*

## FICHA F.2: Arcenes peatonales de diferente color

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Sendero que discurre por uno de los márgenes de la vía específicamente proyectado para la circulación de peatones.

Deben estar específicamente diseñados, señalizados y contar con un ancho suficiente para la circulación de los peatones en condiciones de seguridad. En ningún caso deben ocupar el arcén o suponer una disminución de la anchura del mismo.

La utilización de pavimentos de diferente color aumenta la percepción de la senda peatonal por todos los usuarios. Si se pueden utilizar separadores físicos, es posible aumentar las condiciones de seguridad de los peatones.

Se deben programar tareas frecuentes de mantenimiento para limitar la invasión de la vegetación colindante.

Es recomendable la realización de campañas de sensibilización sobre la necesidad de los peatones de hacerse visibles con prendas reflectantes.

### Objetivo:

Reducir la accidentalidad de los peatones que circulan por la carretera.

Favorece el "calmado" del tráfico.

### CONSIDERACIONES



Permite reducir los conflictos entre peatones y tráfico motorizado, contribuyendo a disminuir la accidentalidad por atropello.



Requiere un espacio que no siempre existe en la red local.

A pesar de que los peatones están obligados a utilizar los arcenes o sendas habilitados para ellos, muchos no lo hacen.

## FICHA F.3: Mejora de las condiciones de seguridad de las proximidades a los cruces peatonales

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Actuaciones orientadas a mejorar la seguridad de los usuarios vulnerables en el entorno de los puntos de cruce de vías por las que circulan vehículos motorizados. Las soluciones se basan en la utilización de medidas de bajo coste, generalmente a través de equipamiento viario (señalización horizontal, elementos de balizamiento, isletas, dispositivos reductores de velocidad, por ejemplo, lomos de asno previos a los pasos peatonales a nivel, etc.).

Además, en zonas próximas a los pasos peatonales se puede proveer un itinerario peatonal más seguro por medio de cebreados en el arcén o en la berma.

### Objetivo:

Mejorar la seguridad de las zonas de cruce peatonal, garantizando una velocidad reducida de circulación por parte de los vehículos motorizados.

### CONSIDERACIONES



Bajo coste de instalación.

Alta efectividad en cuanto a la reducción de velocidad de circulación.



Posibles afecciones a los núcleos de población por el ruido del tráfico en dispositivos reductores de velocidad.



**Foto 41:** Balizamiento en mediana central en las proximidades de un paso peatonal.  
(Fuente: Diputación de Valencia)



**Foto 42:** Itinerarios peatones en las proximidades de un cruce.  
(Fuente: Diputación de Huesca)



**Foto 43:** Mejora de la percepción de un cruce peatonal con señalización con alimentación solar y focos LED en Daroca.  
(Fuente: Tecnival)

## FICHA F.4: Pasos de peatones sobreelevados

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Se trata de una elevación de la superficie que ocupa un paso para peatones o "paso de cebra", a una altura de escasos centímetros sobre la calzada y que dispone de unas rampas de acceso a la sobreelevación; con ellos se persigue mantener una velocidad reducida en una vía.

Se deben ubicar en zonas urbanas, donde se haya conseguido una moderación de la velocidad previa a su emplazamiento.

Se debe seguir la normativa en vigor, como la "Instrucción técnica para la instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta en la Red de Carreteras del Estado", en el caso de que no exista otra normativa de referencia.

Debe garantizarse su adecuada percepción y visibilidad, por medio de la señalización vertical correspondiente; asimismo, es recomendable que estén iluminados, de manera que el paso peatonal destaque sobre el resto del tramo.

### Objetivo:

Crear un entorno seguro para los peatones y mantener una velocidad reducida de circulación (que se haya conseguido previamente con otras medidas complementarias).

### CONSIDERACIONES



Facilita el tránsito de los peatones, especialmente de aquellos con movilidad reducida.

Mejora la visibilidad peatón - vehículo.



Pueden suponer problemas de seguridad para los ciclistas.

En rutas principales utilizadas por vehículos de emergencia deben valorarse previamente otras opciones, por la incidencia que pueden tener en este tipo de transporte, evitando los diseños que generen más impacto en el vehículo.

Producen un aumento del ruido de la circulación que puede generar problemas en zonas pobladas.

Pueden generar desvío del tráfico a otras vías en las que no existen moderadores de velocidad.

Requieren un especial cuidado en cuanto a los elementos de drenaje.

## FICHA F.5: Redefinición de paradas de autobús

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

La presencia de una parada de autobús en una carretera local genera un punto singular en el que pueden producirse problemas de seguridad que afectan especialmente a los usuarios más vulnerables (peatones cuyo origen o destino es la parada). La idoneidad de la ubicación de la parada vendrá influenciada principalmente por la visibilidad y la existencia de un itinerario peatonal seguro para sus usuarios.

La ubicación de la parada de autobús debe garantizar al menos:

- El autobús detenido en la parada ocupe el mínimo espacio posible en la calzada, si fuera posible proveer una zona de parada adyacente. La Norma 3.1-I.C indica que “los vehículos de transporte colectivo no podrán detenerse en los carriles destinados a la circulación por lo que, en los lugares donde se permita, deberán establecerse paradas mediante un ensanche de la plataforma adosado a la calzada”. Sin embargo, en carreteras locales, es frecuente que no sea posible garantizar el espacio para que la parada quede fuera de la calzada.
- La parada debe estar ubicada en una zona con adecuada visibilidad, que permita al resto de conductores advertir la presencia del autobús y viajero y adaptar sus maniobras. La Norma 3.1-I.C especifica en su apartado 8.10 los criterios que rigen la ubicación de las paradas de autobús; algunas administraciones autonómicas y locales han desarrollado criterios propios adecuados a sus intensidades de tráfico y a la tipología de la red viaria que gestionan.
- Accesos a la parada para los usuarios en condiciones de seguridad: itinerarios peatonales, pasos de peatones, pasarelas, etc. así como elementos de seguridad en la parada que impidan una posible eventual invasión de los vehículos.

### Objetivo:

Garantizar la seguridad de los usuarios vulnerables que utilizan el autobús, así como del resto de los usuarios de la vía, a través de un lugar de parada seguro, con una adecuada visibilidad e itinerarios peatonales de acceso a la parada. Asimismo, se debe facilitar y agilizar la reincorporación del autobús a la circulación.

### CONSIDERACIONES



La mejora de la seguridad en las paradas de autobús fomenta el uso de este tipo de transporte. Una correcta ubicación de la parada facilita la maniobra del autobús, generando un tráfico más seguro para todos.



Es frecuente que en la red local de carreteras no sea posible garantizar un itinerario peatonal seguro en los accesos de las paradas de autobús. En ocasiones no hay espacio suficiente para que la parada de autobús se pueda ubicar fuera de los carriles de circulación, en consecuencia los vehículos que circulan por dicho carril deben detenerse hasta que el autobús retome la marcha o invadir el sentido contrario para adelantar al autobús detenido.



Algunas administraciones han desarrollado recomendaciones y planes específicos como el "Manual para el diseño de las paradas de autobús de la red de transporte de la Generalitat", elaborado por la Generalitat Valenciana, el estudio de "Adecuación de las paradas de autobús de la red de carreteras de la Diputación de Valencia", el "Estudio metodológico de los criterios de adecuación de las paradas de transporte público ubicadas en la red de carreteras de la Diputación de Barcelona" o las "Directrices técnicas para el diseño de actuaciones de implantación, acondicionamiento y mejora de las paradas de autobús en Mallorca" del Gobierno de las Islas Baleares.



**Foto 44:** Parada de autobús en carretera.

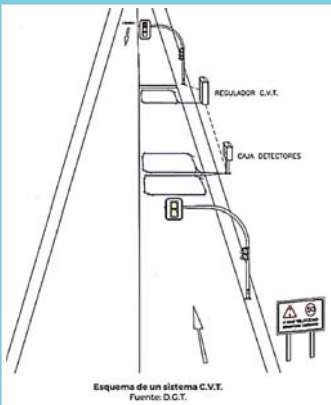
*(Fuente: Diputación de Valencia)*



**Foto 45:** Paradas de autobús en carreteras. *(Fuente: Diputación de Barcelona)*

## FICHA F.6: Sistema electrónico de control de velocidad (C.V.T)

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

El sistema, ubicado en la travesía de acceso a una población, está compuesto por un semáforo inicial de doble foco, ámbar - ámbar, intermitente, preaviso de otro semáforo en rojo separado 150m. Semáforo rojo modifica su señalización según la velocidad de aproximación de los vehículos por la vía, pasando de ámbar a rojo cuando detecta que la velocidad del vehículo que se aproxima es superior a la velocidad límite establecida.

Con anterioridad al sistema se debe ubicar un cartel con las señales de "peligro semáforo" y "límite de velocidad", así como la leyenda "A MÁS VELOCIDAD, SEMÁFORO CERRADO".

Pueden estar asociados a otros sistemas de control que faciliten el procedimiento sancionador en caso de incumplimiento de la norma.

### Objetivo:

Mejorar la seguridad de los peatones manteniendo una velocidad moderada de circulación de los vehículos.

### CONSIDERACIONES



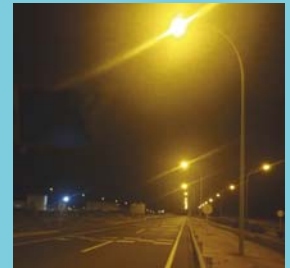
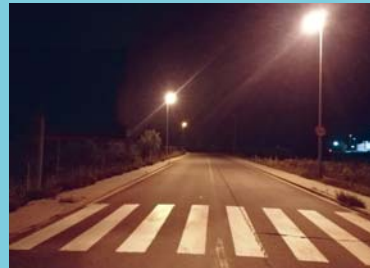
- Pueden ser empleados como puerta de entrada a la población.
- Mejora la seguridad vial de los peatones y de los vehículos.
- Permite moderar la velocidad de circulación.
- Permite su utilización con señal radar de control de velocidad.



- Coste de instalación y mantenimiento, en los que sería deseable que se implicaran los Ayuntamientos.
- Supone un obstáculo en el margen de la vía, por lo que habrá que valorar si requiere algún sistema de contención.

## FICHA F.7: Soluciones de iluminación

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

En la Orden Circular 36/2015 "sobre criterios a aplicar en la iluminación de carreteras a cielo abierto y túneles" se establece que las carreteras convencionales de la Red del Estado no se iluminarán en general, aunque podrá justificarse su iluminación en caso de que el tramo sea un tramo de concentración de accidentes (TCA) y en los dos últimos años más del 50 % de los accidentes se hayan producido en periodo nocturno.

En el caso de los puntos singulares, se justifica su iluminación en los siguientes casos

- Glorietas en carreteras convencionales, en las que por tener una importante intensidad de tráfico o por su peligrosidad no sea suficiente con una correcta señalización y balizamiento de la misma.
- Enlaces en zonas interurbanas con IMD · 80.000 vehículos o con IMD · 60.000 vehículos y más de 120 días de lluvia al año.
- Cruces con glorietas e intersecciones a nivel, siempre que el tráfico de la carretera secundaria sea mayor que 10.000 vehículos por día, o bien sea un TCA con un porcentaje de accidentes nocturnos superior al 50 % del total de accidentes durante los dos últimos años.

En travesías, en pasos peatonales y en situaciones de alto tráfico peatonal, podría plantearse la iluminación como un elemento claro de mejora de la seguridad, si bien su elevado coste de mantenimiento lo dificultan. Las soluciones basadas en luminarias solares, que almacenan energía solar durante el día, ofreciendo luz en los periodos de oscuridad seleccionados, incluso accionados por el tráfico, proporcionan una alternativa eficiente.

### Objetivo:

- Disminuir los atropellos nocturnos en carreteras y travesías, fundamentalmente en las travesías urbanas, zonas especiales (intersecciones, enlaces, glorietas y rotondas, puentes, etc.) y alumbrados específicos (adicional de paso de peatones, principalmente los no semaforizados, iluminación de fondos de saco, de pasos a nivel de ferrocarriles, etc.).

### CONSIDERACIONES



Mejora de la seguridad vial.  
Contribuir a la seguridad de los peatones y propiedades.  
Las nuevas tecnologías permite la instalación de sistemas autónomos, de alta eficiencia, bajo consumo y poco mantenimiento.



Coste energético.  
Contaminación lumínica que puede tener efectos perjudiciales en personas, animales y sus ecosistemas y la visión del cielo nocturno.  
El control dinámico del alumbrado vial puede resultar de una complejidad considerable dificultando su soporte y mantenimiento.

En el Anexo 6 se incluye información sobre la clase de alumbrado y requisitos fotométricos para carreteras locales.



**Foto 46:** Paso peatonal sobreelevado con iluminación. (Fuente: Diputación de Pontevedra)

Con relación a la eficacia de las medidas expuestas en las fichas anteriores para la mejora de la seguridad de los peatones, cabe destacar las siguientes referencias:

- Estudios realizados por la Administración de Carreteras de Estados Unidos de América (FHWA, 2010), ponen de manifiesto los siguientes datos:
  - La provisión de **sendas peatonales** a ambos lados de la carretera reduce el número de atropellos a peatones en un 65-89 %.
  - La construcción de **arcenes peatonales** de cierta anchura (que se cita como superior a 1.2 metros), la reducción de siniestralidad de peatones puede alcanzar el 70 %.
- En las "Recomendaciones para la mejora de la seguridad vial en entornos interurbanos" (Dirección General de Tráfico, 2021) se estima una reducción de los atropellos de peatones de hasta el 25 % con la **adecuación de cruces peatonales en vías interurbanas**, incluyendo diversas medidas como refugio central, estrechamiento de calzada, etc.
- U.S. Traffic Calming (Ewing et. al, 2009) indica que con una correcta geometría y disposición de los **pasos peatonales sobreelevados** es posible reducir en promedio hasta un 47 % las colisiones en calles donde se implanten. Otros estudios, como los recopilados en el "Manual de Medidas de Seguridad Vial" (Fundación Mapfre, 2013), estiman en un 42 % la reducción de la siniestralidad respecto a un paso peatonal sin elevar y en un 65 % cuando se instalan sobre un emplazamiento que no disponía de paso peatonal previamente.
- El "Manual de medidas de mejora de la seguridad vial" (Fundación Mapfre, 2013) incluye variadas estimaciones de reducción de siniestralidad asociadas a la **iluminación de carreteras**, que podrían alcanzar hasta el 60 % de los accidentes mortales.

## 9.7. SOLUCIONES PARA MEJORAR LA SEGURIDAD DE LOS CICLISTAS.

### FICHA G.1: Segregación de flujos: vías ciclistas o ciclo-peatonales y arcenes bici

INTERURBANO  
TRAVESÍA



#### Definición:

Vías/carriles específicamente diseñadas para la circulación de bicicletas, debidamente señalizadas y con ancho suficiente para el paso de estos vehículos. Pueden discurrir de forma paralela o próxima a la carretera, pero de forma segregada de la misma, normalmente mediante elementos físicos de separación. Habitualmente se encuentran en uno de los laterales de la carretera y es preferible que no ocupen el arcén o suponer una disminución de la anchura del mismo.

Los tramos de vía ciclista con trazado independiente de la carretera son denominados pista-bici.

La utilización de pavimentos de diferente color aumenta la percepción de la vía ciclista por todos los usuarios.

Se pueden contemplar diferentes configuraciones para vías ciclistas o ciclo-peatonales segregadas, con separación del tráfico motorizado con bordillo, balizamiento, con mediana vegetal, a distinto nivel o con separación por medio de barrera new jersey.

#### Objetivo:

- Reducir el riesgo de accidente con ciclistas implicados.
- Mejorar la movilidad de los ciclistas y transmitirles una mayor seguridad.

#### CONSIDERACIONES

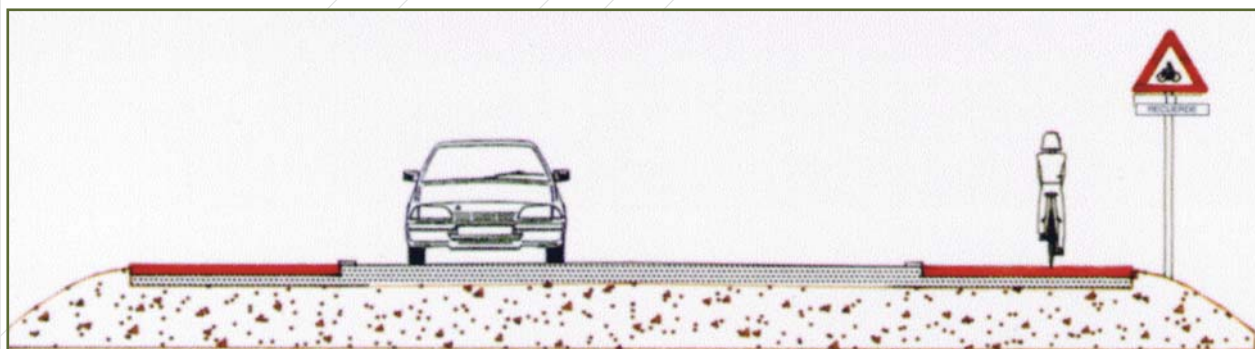


- Determina de forma clara los diferentes usos del espacio mejorando la seguridad, comodidad y confort de los ciclistas.
- Reduce el número de encuentros entre ciclistas y tráfico motorizado de mayor velocidad.
- Fomenta el tráfico ciclista.



- Su construcción debe estar justificada, dado que algunos usuarios de bicicleta (ciclistas de ruta) seguirán utilizando la plataforma principal.
- Las intersecciones y accesos, así como otros puntos singulares, seguirán siendo lugares de coincidencia con el tráfico motorizado, por lo que requieren un tratamiento específico.
- Las sendas mixtas peatones/ciclistas pueden generar problemas de seguridad entre ambos colectivos.

En la Diputación de Valencia se dispone de una sección tipo de arcén bici que se ha utilizado en varias carreteras locales, según el siguiente esquema:



**Figura 10** - Sección de arcén bici utilizada en carreteras locales.

(Fuente: Diputación de Valencia)

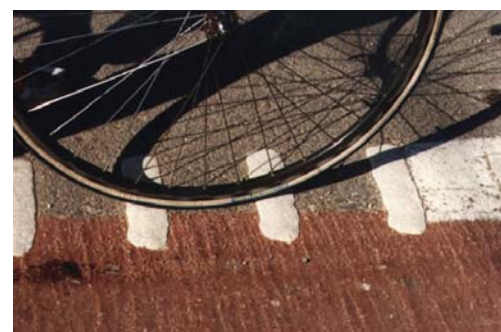
Se trata de arcenes bici amplios, de entre 2.00 -2.50 metros de anchura, de color rojo, separados de la calzada principal por marcas viales resaltadas sonoras, incluyendo la instalación de señales P-22 de peligro por presencia de ciclistas y limitación de velocidad, así como señales de recuerdo. Las señales se complementan con carteles específicos al inicio del itinerario.

Además, se ha desarrollado un "Plan ciclo-peatonal en la red de carreteras de la Diputación de Valencia" con el objetivo de identificar los itinerarios ciclo-peatonales existentes en la provincia, así como otros planificados o proyectados por diferentes administraciones públicas, y proponer una red mallada ciclo-peatonal coordinada con las restantes administraciones que permita la conexión de los tramos ya existentes o los proyectados y planificados; asimismo, el Plan pretende identificar los itinerarios de construcción prioritaria.



**Foto 47:** Actuaciones de mejora de la seguridad de ciclistas mediante arcén bici.

(Fuente: Diputación de Valencia)



**Foto 48:** Marca vial resaltada para separación de carriles bici.

(Fuente: Diputación de Valencia)

## FICHA G.2: Señalización de rutas ciclistas

### INTERURBANO TRAVESÍA



### Definición:

Tramos señalizados, al principio y al final, con carteles informativos y una señal de peligro. En los carteles informativos se advierte de la presencia de ciclistas, recordando la distancia de seguridad en los adelantamientos, velocidad limitada en días y horas concretas y recomendando prudencia.

La ubicación de estas señales se determina de forma conjunta y consensuada por la Dirección General de Tráfico, el titular de la vía y la Federación de ciclismo provincial.

La señalización de rutas ciclistas se puede cumplimentar mediante la instalación de bandas sonoras longitudinales en ambos márgenes, marcas viales de separación de 1,5m, señales de presencia de ciclistas en cambios de rasante, curvas de escasa visibilidad, etc.

La integración de estas rutas en los mapas de movilidad, distinguiendo entre las de práctica deportiva y las de movilidad obligada, facilita su difusión y conocimiento.

Con el fin de mejorar la seguridad de los ciclistas en la carretera se recomienda realizar circuitos o tramos de carretera interconectados de 40/50 km, de forma que permitan:

- concentrar el máximo número de ciclistas de la carretera con las mayores garantías de seguridad, mejor vigilancia policial y conservación cuidada
- absorber la mayor parte del tráfico de ciclismo deportivo mediante la implantación de varios circuitos en la provincia.

Entre los requisitos para convertirse en ruta ciclista protegida citar: ser una carretera de doble sentido, no tener alta ocupación ni puntos negros o tramos de concentración de accidentes, y estar en buen estado.

Además, esta señalización se debe complementar con señal de peligro por presencia de ciclistas (P-22), con cartel de distancia de adelantamiento de ciclistas cada 2 kilómetros aproximadamente.

### Objetivo:

Advertir a todos los usuarios de la vía sobre periodos, tramos y rutas con elevada intensidad circulatoria de ciclistas.

Limitar la velocidad de circulación de los vehículos a motor.

Facilitar y proteger la circulación de los ciclistas en la carretera.

### CONSIDERACIONES



Moderación de la velocidad de circulación y de la atención en el tramo.

Fomento del tráfico ciclista en este tipo de vías, *a priori* con mejores condiciones de seguridad que otras vías en las que no se haya implantado esta solución.



La mera señalización del tramo no conlleva el cumplimiento por parte de los conductores de vehículos a motor, por lo que puede ser necesario implantar medidas de control.

Una planificación inadecuada, no da continuidad a las rutas ciclistas, quedando tramos aislados.

En Castilla y León, desde la puesta en marcha en 2017 de 30 tramos seguros (unos 1.000 km de vía) distribuidos entre las 9 provincias no se han registrado víctimas mortales.

En Asturias, con una fuerte tradición cicloturista, desde el año 2017 se han colocado carteles informativos con indicación de señales de advertencia de peligro P-22, peligro por la proximidad de un paso para ciclistas o de un lugar donde frecuentemente los ciclistas salen a la vía o la cruzan, indicando la distancia mínima entre vehículos en la maniobra de adelantamiento, en un total de 10 carreteras (en total 135 km); hasta el año 2020 no se ha registrado ningún accidente mortal de ciclista en estos tramos.



**Foto 49:** Señalización de rutas ciclistas. (Fuente: Principado de Asturias)

**Foto 50:** Diseño modular de señalización de ciclistas con alimentación solar. (Fuente: Tecnivial)





## FICHA G.3: Señalización inteligente de ciclistas

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Sistema instalado en la carretera y compuesto por una señal P22 dotada de tres luces y un sensor. El sensor detecta la presencia de un ciclista o grupo de ciclistas activando las luces de la señal, que se mantienen parpadeando, avisando a los conductores durante un tiempo programable de la presencia de ciclistas en el tramo con escasa visibilidad.

Se puede plantear su implantación en curvas de visibilidad reducida, cuando existan arcenes estrechos o no transitables o en cambios de rasante.

### Objetivo:

Alertar a los conductores de la presencia de ciclistas en tramos de vía con escasa visibilidad, con antelación suficiente para que puedan adaptar su conducción, proporcionando mayor seguridad a los usuarios vulnerables.

Protección de un colectivo vulnerable.

### CONSIDERACIONES



Mejora la seguridad vial de un colectivo vulnerable y facilita su circulación.  
Facilita su implantación en entornos aislados si dispone de alimentación solar.  
Puede utilizarse como aforador.



La mera señalización del tramo no conlleva el cumplimiento por parte de los conductores de vehículos a motor, por lo que puede ser necesario implantar medidas de control.  
En caso de estar puntualmente apagados, puede generar una falsa sensación de ausencia de ciclistas, comprometiendo la seguridad.  
Coste de mantenimiento.

## FICHA G.4: Ampliación del arcén

INTERURBANO  
TRAVESÍA

1ª fase de la actuación: reducción del ancho de carril.



2ª fase de la actuación: provisión de banda segregada.



Fuente: Xunta de Galicia

### Definición:

La medida contempla la ampliación del arcén para mejorar las condiciones de seguridad del tráfico ciclista, a costa de una reducción del ancho de carril cuando la anchura total de la plataforma lo permita. Se puede plantear en carreteras 7/10, que pasarían a ser 6/10 y en carreteras 7/8, que pasarían a 6/8.

La solución deberá valorarse en cada caso según la intensidad media de tráfico y el tráfico de ciclistas.

### Objetivo:

Mejorar las condiciones de seguridad de los ciclistas, al tiempo que se consigue una moderación de la velocidad asociada al estrechamiento de carriles.

### CONSIDERACIONES



Mejora asimismo la seguridad de los ciclistas que tengan que desplazarse por la vía.



Podría generar una falsa sensación de seguridad a los ciclistas, aun no teniendo anchura suficiente para considerarse un arcén ciclable.

## FICHA G.5: Modificación de la superficie de la vía en tramos singulares

INTERURBANO  
TRAVESÍA



Imágenes de la CV-315 en Valencia



### Definición:

La modificación de la superficie de la vía, tanto en apariencia por el uso de colores como en propiedades, mejorando el deslizamiento y cambiando la percepción de los conductores de vehículos motorizados, permite generar una situación de alerta en emplazamientos singulares, como el cruce de una ruta ciclista en entorno interurbano.

### Objetivo:

- Mejorar la percepción de un punto singular de cruce de ciclistas.
- Reducir el riesgo de accidente con ciclistas implicados.
- Aumentar la movilidad de los ciclistas y transmitirles una mayor seguridad.

### CONSIDERACIONES



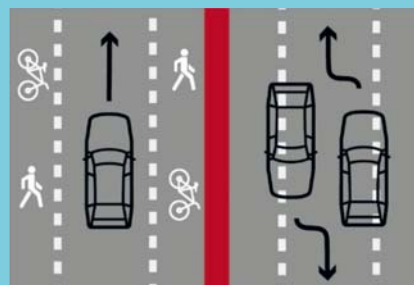
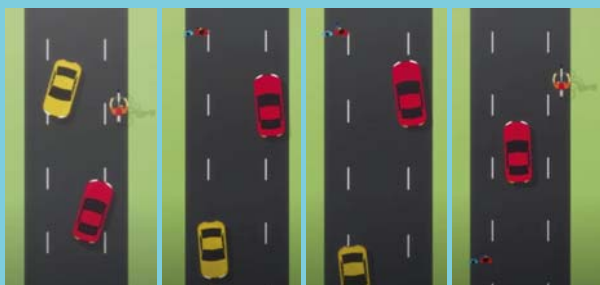
Permite el tratamiento específico de potenciales puntos de conflicto en tramos singulares por medio de medidas de bajo coste.



La utilización de estas medidas se debe racionalizar, puesto que el empleo de superficies coloreadas y de diferente textura puede perder eficacia si se generaliza.

## FICHA G.6: Carreteras “2-1”

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

El borrador de la norma 8.2.IC de marzo de 2020 las define las carreteras “2-1” como “aquellas cuya plataforma tiene una anchura reducida y, si bien permite el paso de dos vehículos a motor en paralelo, consta de un solo carril habilitado para ambos sentidos de circulación. Como regla general, los vehículos a motor circularán por el centro de la plataforma, dentro del único carril existente. Cuando dos vehículos a motor circulando en sentidos opuestos se encuentren, podrán ocupar cada uno de ellos el arcén situado a su derecha, realizando la maniobra a una velocidad suficientemente reducida que garantice el cruce seguro y teniendo en cuenta la posible presencia de ciclistas o peatones en dichos arcenes. Una vez finalizada la maniobra de cruce, ambos vehículos volverán a circular por el centro del carril. Los ciclistas y peatones podrán circular en ambos sentidos ocupando los arcenes según lo establecido en la correspondiente legislación sobre tráfico.

### Objetivo:

Pacificar la circulación para garantizar la seguridad de todos los usuarios, siendo recomendable únicamente en tramos en los que se existe una demanda significativa de ciclistas o peatones con respecto a los vehículos a motor.

Deberá indicarse de manera clara las condiciones de circulación, así como la velocidad máxima permitida. Para delimitar los bordes de la calzada se utilizará línea longitudinal discontinua M-1.9, de 0,15 m de anchura, con 3,50 m de trazo y 1,50 m de vano. Los arcenes podrán pintarse de un color distinto al de la calzada.

### CONSIDERACIONES



Pacifica la circulación aumentando la seguridad de todos los usuarios.

Facilita la circulación de los ciclistas y peatones proporcionándoles un lugar más amplio y despejado en la vía para transitar.



La velocidad debe estar adecuadamente señalizada y se deben combinar con medidas de vigilancia o control.

Los tramos deben elegirse con mucho cuidado asegurando una visibilidad adecuada.

Se deben considerar la instalación de elementos de iluminación en el tramo que garanticen una adecuada visibilidad de todos los usuarios de la vía.

Con relación a la eficacia de las medidas expuestas en las fichas anteriores para la mejora de la seguridad de los ciclistas, cabe destacar las siguientes referencias:

- El “Manual de medidas de mejora de la seguridad vial” (Fundación Mapfre, 2013) incluye estimaciones de variación de la siniestralidad de ciclistas con la construcción de carriles bici, que pueden alcanzar una reducción del 20 % de los accidentes con víctimas; con la construcción de sendas ciclistas, las estimaciones de reducción son menores, en el entorno del 2 %.
- En el ámbito urbano, una investigación realizada entre el año 2000 y el 2012, que analizó miles de siniestros en ciudades de Estados Unidos de América, permitió concluir que en las ciudades con carriles bici segregados y protegidos, se registra un 44 % menos de fallecidos y un 50 % de heridos graves.
- En Dinamarca y Suecia el modelo “2-1” se aplica desde el 2016 en algunas carreteras locales con muy buenos resultados, ya que los accidentes han disminuido en un 25 %.



## 9.8. SOLUCIONES PARA MEJORAR LA SEGURIDAD DE LOS MOTOCICLISTAS.

### FICHA H.1: Trazada segura

INTERURBANO  
TRAVESÍA



#### Definición:

Pictogramas, símbolos o palabras situados en el pavimento, en la línea de visión del conductor, que proporcionan información complementaria a la transmitida por la señalización vertical y las marcas viales.

- Refuerzo de la señalización vertical: límite de velocidad, sentido de la curva
- Trazada recomendada para motociclistas en curvas
- Marcas ópticas para reducir la velocidad de circulación: franjas transversales espaciadas a distancias que disminuyen gradualmente que aumentan la percepción de velocidad de los conductores que tienden a disminuir la velocidad - chevrons,
- Marcas viales adosadas a las líneas de borde del carril - dientes de dragón- proporcionan un cambio visual invitando a los conductores a decelerar.

Se sugiere consultar la “Guía de buenas prácticas para la señalización horizontal de carreteras locales”, donde se detallan estas y otras soluciones.

#### Objetivo:

La instalación de pictogramas específicos en la superficie del carril es una medida de seguridad de bajo coste que:

- Favorece la reducción de la velocidad debido a la generación de una situación de alerta.
- Advierte a los conductores sobre la necesidad de realizar alguna acción preventiva o de alerta.
- Evita conflictos entre vehículos.

#### CONSIDERACIONES



Bajo coste  
Mejora de la seguridad especialmente de los usuarios vulnerables  
No suponen ningún obstáculo para los vehículos.



La sobreutilización de algunas configuraciones puede disminuir su efecto.



**Foto 51:** Marca vial de trazada segura para motociclistas.  
(Fuente: Dirección General de Tráfico)

## FICHA H.2: Sistemas de protección de motociclistas en barreras de seguridad

INTERURBANO  
TRAVESÍA



### Definición:

Un Sistema para Protección de Motociclistas en barreras de seguridad (SPM) es cualquier dispositivo instalado en una barrera de seguridad o en su entorno inmediato cuya finalidad es reducir las consecuencias que, sobre el cuerpo de un motociclista, puede producir bien el impacto contra la barrera de seguridad o bien el paso a través de ella. Si bien en la Red de Carreteras del Estado se han desarrollado recomendaciones para su instalación, los parámetros de diseño que recomiendan su ubicación pueden no ajustarse a las características de la red local. Por este motivo, administraciones autonómicas y forales han desarrollado recomendaciones propias.

Aunque se contempla la existencia de dispositivos de tipo continuo y puntual, actualmente se instalan exclusivamente sistemas continuos, que garantizan que ninguna parte del motociclista supera la posición del sistema durante un posible choque.

### Objetivo:

Reducir la gravedad de la siniestralidad asociada a motociclistas, sin introducir situaciones de riesgo para otros usuarios. Las barreras de seguridad no ven reducidas sus propiedades de contención para los vehículos motorizados.

### CONSIDERACIONES



Reducción de las consecuencias de la siniestralidad ante impacto con motociclistas.  
Beneficioso para otros usuarios como los ciclistas.



Coste de instalación y mantenimiento.  
Problemas asociados a la vialidad invernal de algunas soluciones existentes.

Además de la Orden Circular 35/2014 de Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos, varias comunidades autónomas y diputaciones forales disponen de criterios propios para la instalación de sistemas de protección de motociclistas, como es el caso de la Comunidad de Madrid, Galicia, Castilla y León, Comunidad Valenciana y Navarra (consultar Anexo 1).



## 9.9. GARANTÍA DE UN BUEN ESTADO DE CONSERVACIÓN.

Tal y como recoge la Directiva Europea 2019/1936 *"unas carreteras bien diseñadas, con un adecuado mantenimiento y bien marcadas y señalizadas deben reducir la probabilidad de que se produzcan accidentes de tráfico"*. Si bien es difícil establecer una relación cuantitativa entre el estado de conservación de una carretera y sus índices de siniestralidad, una vía bien conservada proporciona mayores márgenes de seguridad a sus usuarios, ante los posibles errores o distracciones, o en situaciones con más dificultad, como la noche o bajo circunstancias meteorológicas adversas.

Una adecuada conservación es uno de los parámetros que caracterizan a las infraestructuras viarias que podríamos englobar dentro del concepto de carretera que perdona los errores humanos. Una carretera en buen estado de conservación contribuye a generar un entorno para la conducción más cómodo y seguro, que genera mayores márgenes de seguridad para los usuarios.

En este sentido, sería deseable disponer de un programa de conservación, mediante un plan convenientemente aprobado o contratos plurianuales, que garanticen la disponibilidad presupuestaria para la conservación de las carreteras. Tal y como se refiere en la "Guía para la rehabilitación y la gestión de los firmes de las carreteras dependientes de las administraciones locales", para el mantenimiento del patrimonio viario, se debería asumir en la gestión, al menos como referencia y en una primera aproximación, la necesidad de destinar cada año en el conjunto de la red:

- En torno al 1 % del valor patrimonial de la red en actividades de explotación y de mantenimiento de la vialidad.
- En torno al 1 % del valor patrimonial de la red en actuaciones ordinarias de conservación.
- En torno al 1 % del valor patrimonial de la red en obras de rehabilitación estructural y superficial de los firmes.

El estado de los firmes resulta un aspecto fundamental de la seguridad de la circulación. De él depende el rozamiento, entendido como la resistencia al movimiento que se moviliza entre dos superficies que están en contacto; en la circulación rodada, los cambios de velocidad y los de trayectoria de un vehículo se realizan por medio de la fuerza de rozamiento que se moviliza

entre los neumáticos y el pavimento; si ésta es insuficiente, no se puede conducir con seguridad; cuanto mayor sea el coeficiente de rozamiento que se pueda movilizar, menor será la probabilidad de que el vehículo deslice por las sollicitaciones que se generan al conducir (Rocci, S., 2000).

Para remediar la falta de resistencia al deslizamiento se plantean soluciones como el recrecimiento con mezcla asfáltica, el tratamiento superficial, etc.

La Diputación Foral de Bizkaia ha desarrollado una herramienta para la gestión de firmes en la que se valora la relación entre el rozamiento demandado y el rozamiento ofertado en cada tramo de carretera. Se trata de un procedimiento de uso sencillo que analiza de manera integrada las velocidades, el radio de curvatura y los parámetros del firme (macro y microtextura), de manera que se pueden identificar tramos concretos en los que hay riesgo de salida de calzada. Los tramos donde el rozamiento ofertado es menor que el demandado son objeto de actuaciones que van desde el ajuste de las velocidades a las mejoras en el firme por retexturización, cambios en el firme y uso de firmes especiales.

También la falta de regularidad superficial de la calzada, si esta es acusada y en forma de roderas o de hundimientos, puede afectar negativamente a la seguridad de la circulación al favorecer la acumulación de agua sobre el pavimento en momentos de lluvia, con el riesgo asociado de pérdida del control del vehículo debido al hidroplaneo (fenómeno que se produce cuando los neumáticos pierden el contacto con el pavimento debido a la presencia de agua sobre el mismo). Asimismo, otros defectos del firme, como, por ejemplo, los baches, pueden también resultar perjudiciales para la seguridad.

En cuanto a la cuantificación de los efectos sobre la accidentalidad de las actuaciones de mejora del firme, se manifiestan mejoras en la accidentalidad cuando se pasa de un estado de conservación del firme malo a uno bueno; se han cuantificado reducciones de hasta el 4 % en el número de accidentes con víctimas (Fundación Mapfre, 2013).

El equipamiento de la carretera es un elemento fundamental de la seguridad de la conducción, ya que proporciona información acerca de lo que se espera del comportamiento del conductor en cada momento (señalización vertical,

balizamiento, marcas viales), guía al usuario especialmente en condiciones de oscuridad o condiciones meteorológicas adversas (marcas viales, elementos de balizamiento), proporcionan mayor seguridad en circunstancias singulares (iluminación, elementos de balizamiento) y reducen las consecuencias de los accidentes (sistemas de contención de vehículos). Un equipamiento bien instalado y en buen estado de conservación proporciona mayores márgenes de seguridad en la vía.

En este apartado se considera también la importancia del desbroce y poda de la vegetación -matorrales, arbustos y brotes de árboles - que haya crecido en los márgenes de la vía y la recogida de los residuos generados. De esta manera se asegura la mejora de la visibilidad, especialmente en curvas e intersecciones, así como la correcta percepción de la señalización.

La rehabilitación de carreteras, entendiéndolo como tal tanto la modificación de los estándares de diseño, mejoras en la sección transversal, el trazado, y la reposición del firme y el equipamiento viario, puede generar una reducción del número de accidentes con víctimas de hasta el 20 % (Elvik, 2013).

Además, en el contexto del Sistema Seguro, se debe prestar especial atención a la repercusión de un mal estado de conservación de las carreteras en los usuarios más vulnerables, entre los que se incluyen peatones, ciclistas y motociclistas. El buen estado del pavimento, el uso de pinturas antideslizantes para marcas viales, la instalación y sustitución de sistemas de protección de motociclistas en barreras de seguridad, son algunas de las medidas que se pueden citar.



**Foto 52:** Operaciones de desbroce y limpieza de los márgenes de las vías.

## 10. VALORACIÓN DE SOLUCIONES PROPUESTAS

Dadas las limitaciones presupuestarias y las elevadas inversiones que pueden conllevar algunas medidas para solucionar, o paliar en la medida de lo posible, los problemas de seguridad vial, se deberá disponer de un procedimiento sistemático que ayude a priorizar las actuaciones en función de su rentabilidad. Para ello se define a continuación la metodología para estimar el análisis beneficio-coste de la aplicación de una determinada medida para la reducción de la siniestralidad.

Para la realización de un análisis beneficio - coste, es importante identificar de forma clara qué debe contabilizarse como coste y como beneficio, para posteriormente realizar una valoración de los mismos.

### **COSTES A CONSIDERAR:**

- **COSTE DE INSTALACIÓN:** coste de mercado de la medida a aplicar y ejecución de los trabajos para su instalación.
- **COSTE DE REPARACIÓN:** coste de restablecer el sistema a su estado original.
- **COSTE DE MANTENIMIENTO:** en caso de que la medida lo requiera.
- **OTROS COSTES** que el análisis coste-beneficio puede considerar, son los del trabajo de preparar el proyecto de las medidas a aplicar, el control de la ejecución del proyecto (en la parte no incluida en los presupuestos de construcción) o las molestias y situaciones de congestión causados por la ejecución de las obras.

### **BENEFICIOS A CONSIDERAR:**

- **BENEFICIO SOCIAL:** se puede estimar igual al coste de los accidentes en carretera. Una aproximación al promedio del coste de los daños materiales en un accidente medio puede deducirse de los datos faci-

litados por las compañías aseguradoras y de la guardia civil de tráfico. De forma similar, la valoración de heridas leves y graves puede aproximarse a partir de las estimaciones realizadas por la Unión Europea mostradas en la tabla 15.

El beneficio se obtiene como el producto del número de vehículos con daños materiales y víctimas que se ahorra cada año con la realización de las mejoras en la carretera, multiplicado por el valor monetario de las mismas.

- **BENEFICIOS AMBIENTALES:** se puede estimar como el producto del número de animales no atropellados por el valor monetario de los mismos.

TIPO VÍCTIMA	VALOR UNITARIO ESTIMADO POR LA U.E.	VALOR UNITARIO ESTIMADO POR LA DGT y LA UNIVERSIDAD DE MURCIA
Fallecidos	1.000.000 €	1.400.000 €
Heridos Graves	125.000 €	219.000 €
Heridos Leves	2.720 €	6.100 €

**Tabla 14.-** Velocidades máximas según la sección transversal .

(Fuente: elaboración propia a partir del Protocolo de actuación de seguridad viaria de la Diputación de Pontevedra)





En el libro "Análisis Coste – Beneficio. Evaluación económica de políticas y proyectos de inversión" (De Rus, 2014) se establecen las siguientes etapas para todo tipo de análisis beneficio-coste:

1. **Valoración de las distintas alternativas:** hay que analizar las distintas alternativas existentes para conseguir el fin propuesto.
2. **Identificación de beneficios y costes,** que se deriven de la ejecución de la acción.
3. **Cuantificación de los beneficios y los costes.** Los beneficios de un proyecto suelen medirse por la disposición al pago de los individuos. Una valoración correcta de los costes requiere una estimación del número de unidades de los diferentes inputs que requiere el proyecto y la utilización de precios que reflejen el coste de oportunidad del recurso.
4. **Agregación de los beneficios y los costes.** Los beneficios y los costes se producen en diferentes periodos de tiempo por lo que es necesario homogeneizarlos para poder sumarlos.
5. **Interpretación de los resultados y criterios de decisión.** Obtención de una única cifra que sintetice los flujos de beneficios y costes.

6. Comparación del proyecto con alternativas relevantes, con y sin la realización de la acción
7. Rentabilidad económica y viabilidad financiera. El análisis coste-beneficio compara beneficios y costes sociales, lo que lo diferencia del análisis financiero, que sustituye los beneficios sociales por ingresos y los costes sociales por costes privados. Sin embargo, es muy importante que el analista no sólo informe de la rentabilidad económica, sino que también muestre el resultado financiero asociado o viabilidad comercial del proyecto.

Los procedimientos de análisis más utilizados son:

1. Valor Actual Neto (VAN): diferencia de los valores actualizados de los beneficios y los costes a lo largo de la vida útil de la actuación.

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+t)^i} - \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+t)^i}$$

n: años de vida útil de la actuación

t: tasa social de descuento

B<sub>i</sub>: valor de las consecuencias de los accidentes evitados en el año i.

C: costes en el año i

2. Tasa Interna de Retorno (TIR): valor de la tasa de descuento para la que el valor actualizado de los beneficios y los costes a lo largo de la vida de la actuación son iguales.

$$\sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+r)^i} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

n: años de vida útil de la actuación

r: tasa interna de retorno

B<sub>i</sub>: valor de las consecuencias de los accidentes evitados en el año i.

C<sub>i</sub>: costes en el año i

3. Relación Beneficio/Coste: se aplica la misma tasa social de descuento a los beneficios y costes anuales. La relación beneficio-coste se obtiene como el cociente entre la suma ponderada de los beneficios y la suma de los costes. El resultado será superior a la unidad en el caso en el que los beneficios superen a los costes.

## 11. EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE MEDIDAS

Para mejorar el proceso de toma de decisiones sobre la implantación de actuaciones de seguridad vial es necesario conocer su eficacia. La principal herramienta utilizada para medir la eficacia es la reducción esperada del número de accidentes. Sin embargo, no siempre está disponible toda la información para conocer la eficacia de las actuaciones.

A la hora de evaluar la eficacia de las medidas, es necesario esperar un tiempo, en ocasiones superior a un año, para conocer el impacto de las medidas o conjunto de medidas en las cifras de siniestralidad. Aun así, se pueden establecer periodos más cortos para evaluar, al menos de manera provisional, los resultados intermedios; así, se pueden establecer evaluaciones en dos etapas: a corto plazo (por ejemplo, en 3-6 meses) y en el largo plazo (3-5 años).

En ocasiones puede resultar interesante realizar valoraciones del comportamiento de los usuarios tanto antes como después de implantar una medida, de manera que puedan identificarse los posibles conflictos entre usuarios, velocidades de circulación, etc. y analizar su variación.

La evaluación más clara de una actuación de seguridad vial en la carretera o en su entorno es determinar su efecto sobre las tasas de siniestralidad y valorar si se han reducido, tanto los siniestros como su gravedad. La evaluación implica el análisis de los datos de accidentalidad comparando los resultados antes y después de introducir una determinada medida, lo que requiere un análisis estadístico.

Es preciso destacar que el número de accidentes que se producen en un tramo de carretera varía de manera aleatoria cada año, lo que afecta, consecuentemente, a la presencia de tramos sin accidentes. La aleatoriedad en los índices de accidentalidad es consecuencia de la propia naturaleza de los accidentes, que dependen de una gran cantidad de factores que no





pueden predecirse de manera global. Para intentar evitar una mala interpretación del nivel de seguridad de un determinado emplazamiento, es importante que el análisis de los datos de accidentalidad se realice durante un período de tiempo significativo, de manera que la muestra de accidentes sea estadísticamente representativa, y que durante ese tiempo no se hayan producido cambios importantes en la vía o en su entorno.

Otra consecuencia del carácter aleatorio de la accidentalidad es la regresión a la media: los niveles de accidentalidad en un tramo de carretera considerado como de mayor riesgo que la media tienden a descender en los años siguientes, aunque no se realice ninguna actuación de seguridad vial. Esto se puede explicar de nuevo por el carácter aleatorio de la accidentalidad: un tramo tiene una mayor probabilidad de estar situado entre los de mayor número de accidentes en aquellos años en que su tasa de accidentalidad está por encima del valor medio de todos los tramos y, como consecuencia, en años sucesivos es más probable que baje a que se produzca una subida en el número de accidentes.

Por otro lado, al implantar una medida de seguridad vial en un tramo de carretera, las cifras de accidentalidad en ese emplazamiento disminuyen, en general, pero es frecuente el fenómeno de la migración de accidentes, que implica que se produce un aumento en el número de accidentes en los tramos cercanos al tramo tratado. La consideración de periodos amplios de estudio, amortigua, en buena medida, estos efectos, que perturban el análisis estadístico.

## 12. REFLEXIONES PARA UN FUTURO PRÓXIMO

En el contexto de la política europea de Seguridad Vial para el periodo 2021-2030, orientada hacia la "Visión Cero" y el Sistema Seguro se establece las "Vías y márgenes seguros" como una de las principales áreas de intervención. Así, se hace referencia al concepto de "carreteras que perdonan" y a la necesidad de desarrollar mapas de riesgo y de calificación de la seguridad.

Como se ha mencionado anteriormente, se está trabajando en el establecimiento de un **indicador de calidad relacionado con la seguridad de la red de carreteras**, independiente del comportamiento del usuario y de la tecnología del vehículo; se trataría de un indicador relacionando con el trazado, el equipamiento y el estado de conservación, que definirían la calidad de un tramo de vía en función de su seguridad.

El "indicador clave de rendimiento sobre infraestructura" haría referencia al porcentaje de distancia recorrida en carreteras con una calificación de seguridad superior a un umbral acordado. La Comisión Europea reconoce la dificultad de configurarlo, debido a que requiere calificar la seguridad de toda la red viaria y establecer un acuerdo de una metodología de calificación común. En el futuro, este concepto podría adaptarse a la red local de carreteras, relacionándolo con su riesgo intrínseco.

También en el ámbito europeo, se está trabajando en los requisitos de la señalización vertical y horizontal para la progresiva automatización de los vehículos. La propia Directiva 2019/1936 sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias hace referencia a la necesidad de disponer de especificaciones comunes para fomentar la legibilidad y la detectabilidad de las señales y marcas viales, para los conductores y para los sistemas automatizados de asistencia al conductor: *"las señales y marcas viales de gran calidad son esenciales para asistir a los conductores y a los vehículos conectados y automatizados. Las especificaciones comunes para las*

*señales y marcas viales deben servir de base para allanar el camino hacia el despliegue de sistemas avanzados de movilidad conectada y automatizada”; “son necesarias medidas específicas para la mejora continua de las prácticas de gestión de la seguridad vial y para facilitar el reconocimiento de las señales y marcas viales por los vehículos equipados con sistemas de asistencia al conductor o niveles de automatización más elevados”.*

En las estrategias de la Unión Europea <sup>23</sup> se cita que el despliegue de vehículos automatizados alberga un importante potencial de mejora de la seguridad vial. No obstante, también plantea nuevas dificultades. Los vehículos sin conductor tendrán que compartir las carreteras o las calles con coches no automatizados y, asimismo, con peatones, ciclistas y motociclistas. Por este motivo, su despliegue solo podrá realizarse una vez que se garantice la seguridad vial general, y no solo la seguridad de los usuarios de los vehículos automatizados.

Una infraestructura viaria segura y de alta calidad desempeñará una función crucial a la hora de apoyar el despliegue de los vehículos automatizados. Por ejemplo, la calidad de las marcas y señales puede influir en el comportamiento de los vehículos automatizados. Es igualmente vital que, cuando se comunique por vías digitales información sobre el tráfico por carretera (por ejemplo, límites dinámicos de velocidad, normas de tráfico, localización de vehículos parados, etc.), los distintos usuarios de la carretera la comprendan. Ello entraña que todos los sistemas que proporcionan dicha información sean interoperables.

Se trata de retos a los que las carreteras locales deberán dar respuesta en el futuro próximo, para garantizar una movilidad segura en una red viaria fundamental para el desarrollo del territorio, su accesibilidad, combatir la despoblación, etc.

<sup>23</sup> Comisión Europea (2018). Comunicación “En ruta hacia la movilidad automatizada: estrategia de la UE para la movilidad del futuro”, COM(2018)283 final.

## - REFERENCIAS

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía. Consejería Fomento y Vivienda. Junta de Andalucía. Universidad de Sevilla, Ecotécnica Integral S.L. (2012). Implantación de elementos de seguridad pasiva en estructuras soporte del equipamiento de la carretera ya instaladas, según UNE-EN 12767.

American Traffic Safety Services Association (2011). Western Transportation Institute at Montana State University. Cost Effective Local Road Safety Planning and Implementation.

Anderson, I.B., Bauer, K.M., Harwood, D.W y Fitzpatrick, K (1999). Relationship to safety of geometric design consistency measures for rural two-lane highways. Transportation Research Record. Journal of Transportation Research Board, Vol. 1658.

Arranz, A. (2017). El problema de los accidentes por salida de vía. Análisis y estudio en la Red de Carreteras de la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha. II Congreso INTER-CISEV. Sevilla.

Asociación Española de la Carretera y Foro de Gestores de Carreteras de Diputaciones Provinciales, Cabildos y Consells (2020). Guía para la rehabilitación y la gestión de los firmes de las carreteras dependientes de las administraciones locales.

Austroads Research Report (2012). AP-R422-12 Effectiveness of Road Safety Engineering Treatments.

Austroads (2016). Guidance on median and centreline Treatments to reduce head-on casualties. AP-519-16.

Austroads (2016). Safe System Roads for Local Governments. Research Report AP-R518-16.

**Austroroads (2021).** Guide to Road Safety – part 1. Introduction and The Safe System.

**Ayuntamiento de Sevilla (2017).** Programa de la Bicicleta Sevilla 2020.

**Baena, F.M. (2015).** Cunetas y taludes en el concepto de "márgenes que perdonan". VII Congreso Nacional de Seguridad Vial. Valencia

**Camps, F. (2016).** Recomendaciones para evitar los choques frontales en carreteras convencionales. XXIII Vyodeal. Tenerife.

**Carrera, M.A. (2014).** La vulnerabilidad de los ciclistas: Tipología de los accidentes. La experiencia de arcenes-bici en vías interurbanas y la edición del manual proyectar vías ciclistas. XXII Vyodeal. Zaragoza.

**Comisión Europea (2018).** Strategic Action Plan on Road Safety. Annex to the Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions "Europe on the Move. Sustainable Mobility for Europe: safe, connected and clean". COM(2018) 2936 final.

**Casquero, E. (2003).** XVII Vyodeal. Documento de trabajo nº 23. 100 recomendaciones para la mejora de la seguridad vial.

**Cobela, J. (2015).** Usuarios vulnerables en carreteras locales. VII Congreso Nacional de Seguridad Vial. Valencia.

**Comisión Europea (2018)** Europe on the move. Sustainable mobility for Europe: safe, connected, and clean. COM(2018) 293 final

**Comisión Europea (2018).** Comunicación "En ruta hacia la movilidad automatizada: estrategia de la UE para la movilidad del futuro", COM(2018)283 final.

**Comisión Europea (2019).** EU Road Safety Policy Framework 2021-2030 – Next Steps towards "Vision Zero". Commission Staff Working Document. Brussels, 19.6.2019. SWD(2019) 283 final.

**Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía (2013).** Recomendaciones de diseño para vías ciclistas en Andalucía.

**Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio del Gobierno de la Región Murcia (2015).** Plan de Seguridad Vial de 2015-2016. Documento síntesis.

De Miguel, S. (2019). Glorietas vs otras tipologías de intersecciones. IX Congreso Nacional de Seguridad Vial. Valencia.

De Rus, G. (2004). Análisis Coste – Beneficio. Evaluación económica de políticas y proyectos de inversión.

Del Rio, E. Mejora de la movilidad en travesías. Travesía de la carretera CV-900 Redován (Baix Vinalopó). Servicio Territorial de Obras Públicas de Alicante.

Departamento de Seguridad, Dirección de Tráfico del Gobierno Vasco. (2013). Guía para la movilidad urbana segura.

Díaz, J. (2005). Hacia carreteras que perdonan. Jornada de Seguridad Vial: X Aniversario Asociación Española Renting.

Dirección General de Tráfico del Gobierno de España (2000). Políticas internacionales de seguridad vial relevantes para el decenio 2021-2030. Observatorio Nacional de Seguridad Vial.

Dirección General de Tráfico del Gobierno de España (2011). Estrategia de Seguridad Vial 2011-2020.

Dirección General de Tráfico del Gobierno de España (2018). Plan de medidas especiales para la Seguridad Vial de motocicletas y ciclomotores 2018-2020. Observatorio Nacional de Seguridad Vial.

Dirección General de Tráfico del Gobierno de España (2018). Siniestralidad en carreteras convencionales. Observatorio Nacional de Seguridad Vial.

Dirección General de Tráfico (2018). Nota de prensa "Las carreteras convencionales se cobran cada año la vida de un millar de personas".

Dirección General de Tráfico del Gobierno de España (2019). 2019. ESTRATEGIA T - Un nuevo marco para abordar el tratamiento de las travesías

Dirección General de Tráfico del Gobierno de España (2021). Recomendaciones para la mejora de la seguridad vial en entornos interurbanos.

Dirección General de Tráfico del Gobierno de España. Preguntas frecuentes: Guías sonoras longitudinales.

Directiva (UE) 2019/1936 del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2019 por la que se modifica la directiva 2008/96/CE sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias.

Diputación de Barcelona (2013). Estudio metodológico de los criterios de adecuación de las paradas de transporte público ubicadas en la red de carreteras de la Diputación de Barcelona.

Diputación de Pontevedra (2017). Guía básica de espacios públicos y movilidad amable.

Diputación de Valencia (2016). Plan ciclo-peatonal en la red de carreteras de la Diputación de Valencia.

Elvik, R. (2013). El Manual de medidas de mejora de Seguridad Vial, 2ª edición. Fundación Mapfre.

Ewing, R. (2009). U.S. Traffic Calming Manual.

Federal Highway Administration (2020). Integrating the Safe System Approach with the Highway Safety Improvement Program.

Fortuijn, B. (2019). Turbo rotondas. Origen, diseño y funcionamiento. IX Congreso Nacional de Seguridad Vial. Valencia.

Fundación Mapfre y Asociación Española de la Carretera (2015). Contribución de la carretera a la mejora de la seguridad vial en España.

García, A. (2015). Diseño geométrico de Carreteras Seguras. Carreteras Autoexplicativas. VII Congreso Nacional de Seguridad Vial. Valencia.

García, A. (2017). Diseño de Zonas de Adelantamiento para la Mejora de la Seguridad y la Funcionalidad de Carreteras Convencionales. VIII Congreso Nacional de Seguridad Vial. Valencia.

García, A. Introducción al Diseño Geométrico de Carreteras: Concepción y Planteamiento. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Valencia.

Guerrero, S., Camps, F, Fernández, C. (2016). Actuaciones para evitar los choques frontales en carreteras de calzada única y doble sentido de circulación. V Congreso Iberoamericano de Seguridad Vial. Santiago de Chile,

Jeffrey D. Miles, Paul J. Carlson, Michael P. Pratt, Tyrell D. Thompson (2005). Traffic operational impacts of transverse, centerline, and edgeline rumble strips. Texas Transportation Institute.

Marshall, W., Ferenchak, N. (2019). Why cities with high bicycling rates are safer for all road users. *Journal of Transport & Health*, vol. 13, June 2019

Muñoz Alarcón, A., Campoy Ungría, J. M., Peris Pla, J.V. (2015). Análisis de la consistencia del trazado de carreteras convencionales mediante el empleo de sistemas de información geográfica y modelos predictivos de la velocidad de operación. Aplicación práctica. VII Congreso Nacional de Seguridad Vial. Valencia.

Muñoz, M. (2016). Importancia del paisajismo, control de erosión y vegetación en la seguridad vial; 25 años de experiencia en España. Desafíos para Latinoamérica. V Congreso Iberoamericano de Seguridad Vial. Santiago de Chile.

Naciones Unidas (2020). Resolución aprobada por la Asamblea General el 31 de agosto de 2020; mejoramiento de la seguridad vial en el mundo.

Nofuentes, J. (1996). Mesa Redonda sobre Seguridad Vial. XXI Semana de la Carretera, Donostia-San Sebastián.

Organización Mundial de la Salud (2011). Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020.

Pardo Landrove, J.E. (2017). Actuaciones de conservación en mejora de seguridad vial en márgenes. AXI, Xunta de Galicia. VIII Congreso Nacional de Seguridad Vial. Valencia.

Pérez, A.M.; Camacho, F.J.; García, A. (2011). "La velocidad de operación y su aplicación en el análisis de la consistencia de carreteras para la mejora de la seguridad vial". Cuaderno Tecnológico de la PTC 6/2011. Plataforma Tecnológica Española de la Carretera, Madrid.

Proyecto RISER (2006). European Best Practice for Roadside Design Guidelines for Roadside Infrastructure on New and Existing Roads.

Rocci, S. (2000). Las características superficiales de los pavimentos. Apuntes del Curso de doctorado sobre la Seguridad de la Circulación Vial. Universidad Politécnica de Madrid.



Romero, V. (1997). XIV Vyodeal. Documento de trabajo nº 1. Medidas de bajo coste. Introducción al uso de medidas de bajo coste para la reducción de accidentes en carretera.

Rubio, J. (2006). Las paradas de transporte público en la red de carreteras del estado. Análisis de conflictos y propuesta de soluciones en el ámbito del PEIT. Ministerio de Fomento.

Soria, F. (2010). La chicane como puerta de entrada a travesía en carreteras en servicio. Revista Cimbra N°392. Julio-agosto-septiembre 2010.

SWOV (2018). Sustainable Safety 3rd edition – The advanced vision for 2018-2030.

Turner, B., Job, S. and Mitra, S. (2020). Guide for Road Safety Interventions: evidence of what works and what does not work. World Bank.

Universidad Politécnica de Valencia, Cidaut, Etra (2011). INFORME N°11 A5. DEFINICIÓN DE EXIGENCIAS Y RECOMENDACIONES T5.2. CRITERIOS Proyecto MODETRA. Con la Subvención del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) (Ministerio de Fomento).

World Health Organization, United Nations (2021). Global Plan. Decade of Action for road safety 2021-2030.

World Resources institute, Global Road Safety Facility (2018). Sustainable and Safe: A vision and guidance for zero road deaths.

Páginas web:

WIKIVIA la enciclopedia de la carretera: <http://www.wikivia.org>

U.S. department of Transportation. Federal Highway Administration: <https://safety.fhwa.dot.gov/provencountermeasures/>

ASEFMA. Deterioros de los pavimentos. Influencia en la seguridad vial. <https://asefma.es/asfalto-y-pavimentacion/>

Revista Tráfico y Seguridad Vial. <https://revista.dgt.es/es/>

Manual de Seguridad Vial. PIARC: <https://roadsafety.piarc.org/es>

# ANEXO 1: REFERENCIAS NORMATIVAS

## GENERALES SEGURIDAD VIAL:

- Ordenanza de Seguridad Vial de la Diputación Provincial de Pontevedra (2013).
- Ordenanza de Carreteras de la Diputación de Barcelona
- Protocolo de actuación de seguridad vial de la Diputación de Pontevedra.
- Identificación de tramos peligrosos (Tramos de Concentración de Accidentes y Tramos de Alta Potencialidad de Mejora) – Cabildo de Tenerife
- Real Decreto 345/2011, de 11 de marzo, sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias en la Red de Carreteras del Estado.
- Orden Circular 30/2012, modificada por la OC 39/2017 por la que se aprueban las directrices de los procedimientos para la gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias en la Red de Carreteras del Estado.

## DISPOSITIVOS REDUCTORES DE VELOCIDAD

- Instrucción de diseño de dispositivos de precaución de la Diputación de Pontevedra.
- Orden FOM/3053/2008 Instrucción técnica para la instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta en carreteras de la Red de Carreteras del Estado.
- Instrucción técnica para la instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta en la Red de Carreteras de la Junta de Extremadura, 2009

- Normativa técnica para la instalación de pasos peatonales sobre-elevados (ralentizadores de velocidad) en las travesías de la Red de Carreteras de Navarra y las condiciones de su autorización, 2001
- Condiciones de la autorización para la instalación de pasos peatonales sobre-elevados (ralentizadores de velocidad) en las travesías de la Red Regional de Carreteras de la Región de Murcia, 2002-2005
- Requisitos técnicos para el proyecto y construcción de las medidas para moderar la velocidad en las travesías de la Red de Carreteras de la Comunidad de Madrid, 2004

## **PASOS PEATONALES**

- Directrices para la regulación de cruces peatonales, instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta en la red de carreteras del Cabildo de Tenerife, 2021

## **EQUIPAMIENTO**

- Anejo de señalización de obras y afección al tráfico - Cabildo de Gran Canaria

## **PARADAS DE AUTOBUSES**

- Instrucción 13/TV-77. Guía para la redacción de informes técnicos sobre la idoneidad de la localización de Paradas de Transporte Escolar. Dirección General de Tráfico. 15 de julio de 2013.
- Estudio metodológico de la adecuación de las paradas de transporte público en la red de la Diputación de Barcelona.
- Manual para el diseño de las paradas de autobús de la red de transporte de la Generalitat. Generalitat Valenciana.
- Adecuación de las paradas de autobús de la red de carreteras de la Diputación de Valencia. Diputación de Valencia, 2017.
- Directrices técnicas para el diseño de actuaciones de implantación, acondicionamiento y mejora de las paradas de autobús en Mallorca. Gobierno de las Islas Baleares, 2020.

## SISTEMAS DE CONTENCIÓN

- Orden Circular 35/2014 de Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos, Ministerio de Fomento.
- Recomendaciones sobre aplicación de medidas de protección de usuarios de motocicletas en la Red de Carreteras de la COMUNIDAD DE MADRID (2009).
- Orden circular 1/2009 (GALICIA) "Criterios de empleo de sistemas para protección de motociclistas" (2009).
- Instrucción 1/2007, de 25 de abril, Sobre recomendaciones de instalación de sistemas de protección de motociclistas en las carreteras de la red regional de CASTILLA Y LEÓN.
- Acuerdo de 13 de abril de 2007, del Consell, sobre medidas para reducir la accidentalidad de motociclistas en las carreteras de la COMUNIDAD VALENCIANA.
- Orden Foral de NAVARRA 173/2006, de 30 de noviembre, del Consejero de Obras Públicas Transportes y Comunicaciones, por la que se aprueba la instrucción sobre "Criterios de empleo de sistemas para protección de motociclistas".

## OTROS

- Instrucción de Carreteras Norma 3.1- IC Trazado
- Orden Circular 1/2021, sobre Recomendaciones para el diseño de carreteras 2+1 y carriles adicionales de adelantamiento. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
- Borrador norma 8.2. IC. Marcas Viales.
- Instrucción 18/TV-102 Guías sonoras longitudinales fresadas.
- Manual de plantaciones en el entorno de la carretera. Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- Guía de nudos viarios (Orden Circular 32/2012). Ministerio de Fomento.
- Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior (RD 1890/2008).
- Instrucción Técnica Complementaria EA – 03 resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta.

## ANEXO 2: ANÁLISIS DE LOS DATOS DE SINIESTRALIDAD EN CARRETERAS LOCALES

Se incluyen en este anexo datos adicionales relacionados con la siniestralidad en carreteras locales en el periodo analizado (2017-2019, ambos incluidos).

- En vías convencionales de calzada única, entre 2017 y 2019:
  - El 42 % de los accidentes son salida de vía por la derecha o por la izquierda y engloban al 51 % de fallecidos y el 44 % de los heridos graves.
  - Les siguen en importancia los accidentes frontales y fronto-laterales (26 %) en los que tienen lugar el 29 % de los fallecidos y el 33 % de los heridos graves.
  - Los accidentes por alcance (12 %) abarcan el 3 % de los fallecidos y el 4 % de los heridos graves
  - Los atropellos de personas, pese a representar el 3 % de los accidentes con víctimas suponen el 11 % de los fallecidos y el 5 % de los heridos graves.

Año	Accidentes con víctimas			Fallecidos			Heridos graves		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Por alcance	548	492	530	5	2	7	31	27	29
Atropello a animales	52	44	59	1	1	0	6	0	5
Atropello a personas	115	126	108	14	22	12	41	32	22
Caída a la vía o vuelco	189	220	181	2	2	1	29	28	24
Colisión contra obstáculo o elemento de la vía	27	27	31	0	1	0	4	3	0
Colisión frontal	274	304	297	24	25	25	95	127	105
Colisión fronto-lateral (embestida)	808	838	799	26	17	9	116	118	101
Colisión lateral (rozamiento)	256	236	249	0	4	2	41	36	28
Colisión múltiple o en caravana	121	111	111	4	2	0	14	11	14
Otro tipo de accidente (incendio, explosión, despeñamiento...)	61	47	30	1	3	0	8	11	6
Vuelco	43	46	59	1	2	2	9	7	8
Salida de la vía por la derecha	1.132	1.132	1.138	53	35	57	220	174	155
Salida de la vía por la izquierda	666	629	669	19	28	33	121	105	100
<b>Total</b>	<b>4.292</b>	<b>4.252</b>	<b>4.261</b>	<b>150</b>	<b>144</b>	<b>148</b>	<b>735</b>	<b>679</b>	<b>597</b>

**Tabla 15.-** Evolución de la accidentalidad en vías convencionales de una calzada pertenecientes a las diputaciones, cabildos y consells según el tipo de accidente. *(Fuente: Dirección General de Tráfico)*

- En las travesías locales, entre 2017 y 2019, el 27 % de los accidentes son colisiones frontales y fronto-laterales, les siguen en importancia los accidentes por alcance (24 %) y los atropellos de personas (14 %).

Año	Accidentes con víctimas			Fallecidos			Heridos graves		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Por alcance	26	21	20	0	0	0	1	0	3
Atropello a animales	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Atropello a personas	20	13	7	0	0	1	5	5	1
Caída a la vía o vuelco	8	3	5	0	0	0	2	1	1
Colisión contra obstáculo o elemento de la vía	0	2	1	0	0	0	0	0	0
Colisión frontal	2	7	4	0	0	0	1	0	0
Colisión fronto-lateral (embestida)	19	26	16	1	1	2	0	2	1
Colisión lateral (rozamiento)	7	7	4	0	0	0	0	0	0
Colisión múltiple o en caravana	3	1	2	0	0	0	0	0	0
Otro tipo de accidente (incendio, explosión, despeñamiento...)	4	3	1	1	0	0	0	0	0
Vuelco	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Salida de la vía por la derecha	8	10	14	0	0	0	3	2	0
Salida de la vía por la izquierda	6	3	4	0	0	1	1	1	1
<b>Total</b>	<b>104</b>	<b>97</b>	<b>78</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>7</b>

**Tabla 16.-** Evolución de la accidentalidad en travesías pertenecientes a las diputaciones, cabildos y consells según el tipo de accidente. *(Fuente: Dirección General de Tráfico)*

- Las salidas de vía representan el 41 % del total de los accidentes con víctimas registrados en las vías locales, con un total de 226 fallecidos y 883 heridos graves en el periodo 2017 - 2019. Se producen principalmente en condiciones de buena visibilidad (más del 81 % de las mismas) y fuera de nudo o intersecciones (92 %), especialmente en tramos curvos, tanto señalizados (36 %) como sin señalar (19 %).



En el 74 % de estos accidentes el vehículo discurría por un terreno llano, mientras que un 13 % la pendiente superaba el 5 %.

Año	Accidentes con víctimas		
	2017	2018	2019
Salida de vía por la derecha	1.140	1.142	1.152
Salida de vía por la izquierda	672	632	673
<b>TOTAL SALIDA DE VÍA</b>	<b>1812</b>	<b>1774</b>	<b>1825</b>
<b>TOTAL ACCIDENTES</b>	<b>4.396</b>	<b>4.349</b>	<b>4.339</b>
Salidas de vía con condiciones de buena visibilidad	1.477	1.417	1.503
Salidas de vía en intersección o nudos	140	161	144
Salidas de vía fuera de intersección o nudo	1.672	1.613	1.681
• En curva señalizada	674	611	670
• En curva sin señalizar	344	341	340
• En recta	635	642	659
• Se desconoce	19	19	12
Salidas de vía según el trazado en alzado de la vía			
• Cambio brusco de rasante	674	611	670
• Llano	344	341	340
• Pendiente > 5%	635	642	659
• Rampa < 5%	19	19	12
• Se desconoce	674	611	670

**Tabla 17.-** Distribución de la accidentalidad por salida de vía en la red de carreteras locales según la visibilidad y lugar donde tienen lugar. (Fuente: Dirección General de Tráfico)

En el 78 % de los accidentes por salida de vía en vías locales que tuvieron lugar en curvas no había instalado sistema de contención.

Accidentes con víctimas por salida de vía por la derecha y por la izquierda ocurridos en curvas				
Año		2017	2018	2019
<b>Barrera lateral en sentido ascendente</b>	---	1.074	1.019	1.074
	Hormigón	16	26	20
	Metálica	171	194	181
	No existe	852	769	835
	Otro tipo	34	30	36
	Sin especificar	1		2
<b>Barrera lateral en sentido descendente</b>	---	1.074	1.019	1.074
	Hormigón	21	27	28
	Metálica	189	169	188
	No existe	839	798	821
	Otro tipo	24	25	36
	Sin especificar	1		1

**Tabla 18.-** Accidentes por salida de vía con víctimas en curvas situadas en carreteras locales. (Fuente: Dirección General de Tráfico)

- Las colisiones frontales y fronto-laterales les siguen en importancia con un 26 % del total de accidentes con víctimas, resultando en las mismas 130 fallecidos y 666 heridos graves. El 54 % de estos accidentes tienen lugar en intersecciones o nudos, de ellos más de la mitad (54 %) ocurren en intersecciones en T o Y, les siguen en peligrosidad las intersecciones en X o + (20 %) y las glorietas (18 %). El 46 % de las colisiones de este tipo ocurridas fuera de nudos o intersecciones lo hacen en tramos rectos, un 32 % en curvas señalizadas y un 21 % en curvas sin señalizar. En el 78 % de los casos el tramo de vía discurría por un terreno llano.

El 76 % de estas colisiones tienen lugar con buenas condiciones de visibilidad, siendo el principal factor concurrente la prioridad (en el 38 % del total de colisiones registradas).

	Año	Accidentes con víctimas		
		2017	2018	2019
Colisión frontal		276	311	301
Embestida (frontolateral)		827	864	815
<b>TOTAL colisiones frontales y frontolaterales</b>		<b>1.103</b>	<b>1.175</b>	<b>1.116</b>
<b>TOTAL ACCIDENTES</b>		<b>4.396</b>	<b>4.349</b>	<b>4.339</b>
Colisiones frontales y frontolaterales con condiciones de buena visibilidad		276	311	301
Colisiones frontales y frontolaterales en intersección o nudos		607	633	589
• En T o Y		333	357	312
• En X o +		112	139	122
• Glorieta		115	103	121
• otro tipo		47	34	34
Colisiones frontales y frontolaterales fuera de intersección o nudo		496	542	527
• Curva señalizada		160	166	170
• Curva sin señalizar		101	122	109
• Recta		229	250	242
• Se desconoce		6	4	6
Colisiones frontales y frontolaterales según el trazado en alzado de la vía				
• Cambio brusco de rasante		3	12	7
• Llano		880	920	861
• Pendiente > 5%		82	103	108
• Rampa < 5%		91	98	98
• Se desconoce		47	42	42

**Tabla 19.-** Distribución de las colisiones frontales y frontolaterales en la red de carreteras locales según la visibilidad y lugar donde tienen lugar. (Fuente: Dirección General de Tráfico)



- Se vieron implicados en los accidentes durante dicho periodo 2017-2019 un total de 20.891 vehículos y 445 peatones.

	2017	2018	2019	Total
Accidentes con víctimas	4.396	4.349	4.339	13.084
Vehículos implicados	7.045	6.932	6.914	20.891
Peatones implicados	146	161	138	445

- En el 2 % de los accidentes con víctimas registrados (407 accidentes) estuvieron implicados uno o más peatones, de estos el 92 % fueron atropellos (376 accidentes). Más de la mitad de estos accidentes con uno o más peatones implicados (58 %) tuvieron lugar durante el día. El 80 % de los atropellos se produjeron en tramos de vía rectos, de estos un 46 % no tenían arcén y otro 40 % disponían de un arcén inferior a 1,5m.
- Como consecuencia de estos accidentes, en el periodo 2017-2019, se vieron implicados un total de 20.891 vehículos, de los que un 60 % (12.535) eran turismos, un 16 % (3.343) motocicletas y ciclomotores y un 3 % (627) bicicletas.

En el 48 % de los accidentes con víctimas registrados (6.312) hubo un único vehículo implicado. De estos un 54 % eran turismos, un 25 % motocicletas y ciclomotores y un 5 % bicicletas. El accidente más común entre los turismos fueron las salidas de vía (90 %), en el caso de las motocicletas y ciclomotores, si bien más de la mitad (67 %) sufrieron una salida de vía, le siguen en importancia las caídas (21 % de los accidentes). En el caso de las bicicletas el accidente más común son las caídas (45 %).

- En 1.103 accidentes con víctimas (8 %) registrados en las carreteras locales estuvieron implicadas una o más bicicletas, en total 1.260 bicicletas. De estos accidentes un 27 % fueron colisiones frontolaterales, el 16 % caídas, un 15 % colisiones laterales y un 11 % alcances. Como consecuencia de estos accidentes, en el periodo 2017-2019 fallecieron 20 personas y 168 resultaron heridas de gravedad.

El 61 % de estos accidentes tienen lugar fuera de intersecciones o nudos, de ellos más de la mitad (56 %) ocurren tramos rectos, les siguen en peligrosidad las curvas señalizadas (27 %). El 39 % de estos accidentes ocurridos fuera de nudos o intersecciones lo hacen en glorietas. En el 68 % de los casos el tramo de vía discurría por un terreno llano y en un 19 % tenía una pendiente superior al 5 %.

	Año	ACV con 1 o más bicicletas implicadas		
		2017	2018	2019
Total de ACV con bicicletas implicadas		400	368	335
Total de fallecidos		5	12	3
Total de heridos graves		64	52	52
Total de heridos leves		389	345	332
<b>Número total de bicicletas implicadas</b>		<b>465</b>	<b>404</b>	<b>391</b>
<b>Tipo de accidente con víctimas con bicicletas implicadas</b>		<b>400</b>	<b>368</b>	<b>335</b>
• Alcance		47	34	41
• Atropello a animal		6	5	5
• Atropello a persona		19	8	
• Caída		55	67	51
• Choque contra obstáculo o elemento de la vía		5	5	
• Colisión frontal		19	26	24
• Colisión frontolateral		96	103	104
• Colisión lateral		66	47	53
• Colisión múltiple		3	1	1
• Despeñamiento				
• Otro		23	20	11
• Vuelco		8	9	5
• Salida de vía		52	43	35

**Tabla 20.-** Accidentes con víctimas con 1 o más bicicletas implicadas en la red de carreteras locales. (Fuente: Dirección General de Tráfico)

El 77 % de estos accidentes tienen lugar con buenas condiciones de visibilidad.

	Año	ACV con 1 o más bicicletas implicadas		
		2017	2018	2019
<b>TOTAL de accidentes con víctimas con 1 o más bicicletas implicadas</b>		<b>400</b>	<b>368</b>	<b>335</b>
ACV con 1 o más bicicletas implicadas con condiciones de buena visibilidad		316	268	267
ACV con 1 o más bicicletas implicadas en intersección o nudos		153	141	139
• En T o Y		66	71	65
• En X o +		22	13	11
• Glorieta		58	53	58
• otro tipo		7	4	5
ACV con 1 o más bicicletas implicadas fuera de intersección o nudo		247	227	196
• Curva señalizada		67	61	53
• Curva sin señalizar		40	39	30
• Recta		139	124	111
• Se desconoce		1	3	
ACV con 1 o más bicicletas implicadas según el trazado en alzado de la vía				
• Cambio brusco de rasante		3	1	
• Llano		279	252	221
• Pendiente > 5 %		66	77	66
• Rampa < 5 %		41	26	37
• Se desconoce		11	12	11

**Tabla 21.-** Distribución de accidentes con víctimas con una o más bicicletas implicadas en la red de carreteras locales según la visibilidad y lugar donde tienen lugar. (Fuente: Dirección General de Tráfico)

## ANEXO 3: ELEMENTOS A CONSIDERAR EN LAS INSPECCIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD VIAL

Trazado y sección transversal de la vía	Visibilidad y distancias de visibilidad
	Límite de velocidad y zonas de limitación de velocidad
	Trazado evidente (legibilidad del trazado) para todos los usuarios
	Acceso a propiedades y zonas colindantes
	Acceso de los vehículos de emergencias y de servicio
	Tratamiento de puentes y obras / elementos de drenaje
	Trazado (arcenes, desnivel del firme, talud de desmonte y terraplén)
Intersecciones y puntos de intercambio	Adecuación del tipo de intersección / enlace
	Geometría del trazado de la intersección / enlace
	Visibilidad y legibilidad de las intersecciones
	Visibilidad en la intersección
	Trazado de los carriles auxiliares
	Control del tráfico en las intersecciones (señales, semáforos, etc.)
	Presencia de pasos de peatones y ciclistas
Disposiciones relativas a los usuarios vulnerables de la vía pública	Peatones
	Ciclistas
	Vehículos a motor de dos ruedas
	Transporte público e infraestructuras
	Pasos a nivel y caracterización
Iluminación, señales y marcas viales	Señales viales coherentes, que no disminuyan la visibilidad
	Legibilidad de las señales (localización, tamaño, color)
	Postes de señalización

Iluminación, señales y marcas viales	Delimitación y marcas viales coherentes
	Legibilidad de las marcas viales (localización, dimensiones y retrorreflectancia en condiciones secas y húmedas)
	Contraste adecuado de las marcas viales
	Alumbrado de carreteras e intersecciones iluminadas
	Equipos adecuados instalados en los márgenes de la carretera
Semáforos	Funcionamiento
	Visibilidad
Objetos, zonas limpias y sistemas viales de contención	Entorno de los márgenes, incluida la vegetación
	Peligros en los márgenes de la carretera y distancia desde el borde de la calzada para la circulación de bicicletas
	Adaptación de los sistemas de contención a los usuarios vulnerables
	Terminaciones de las barreras de seguridad
	Sistemas de contención adecuados en puentes y obras / elementos de drenaje
	Vallas
Firme	Defectos del firme
	Adherencia
	Material suelto / grava / piedras
	Encharcamiento y drenaje
Puentes y túneles	Número de puentes
	Número de túneles
	Elementos visuales que puedan incidir negativamente en la seguridad
Otras cuestiones	Zonas seguras de estacionamiento y descanso
	Servicios para vehículos pesados
	Deslumbramiento por faros
	Obras de carreteras
	Actividades peligrosas en los márgenes de las vías
	Información adecuada en ITS
	Animales y flora y fauna silvestre
	Advertencias de zona escolar
Otros usuarios (por ejemplo, vehículos agrícolas)	

## ANEXO 4: ELEMENTOS A CONSIDERAR EN LAS EVALUACIONES DE SEGURIDAD DE LAS CARRETERAS <sup>24</sup>

<b>Aspectos generales</b>	Tipo de carretera
	Longitud del tramo
	Tipo de zona (rural, urbana)
	Utilización del suelo (uso dominante)
	Densidad de accesos
	Presencia de vías de servicio
	Presencia de obras
<b>Volumen de tráfico</b>	Presencia de zonas de estacionamiento
	Volumen de tráfico total
	Volumen de vehículos pesados
	Presencia recurrente de motocicletas
	Presencia recurrente de tráfico peatonal a ambos lados / cruzando la vía.
	Volumen de ciclistas a ambos lados / cruzando
	Caracterización de ciclistas (deportivo, ocio, desplazamiento)
	Presencia recurrente de vehículos agrícolas
	Presencia recurrente de ganado en el entorno de la vía
Presencia recurrente de animales en libertad / salvajes	
<b>Datos relativos a los accidentes</b>	Número, localización y causas de víctimas mortales por grupos de usuarios. Factores concurrentes
	Número, localización y causas de heridos graves por grupos de usuarios. Factores concurrentes
<b>Características operativas</b>	Límite de velocidad (general y específicas)
	Velocidad $V_{85}$
	Advertencias de zona escolar
<b>Características geométricas</b>	Sección transversal: ancho de carril y arcén, si lo hay
	Apreciación sobre la curvatura horizontal (curvas muy cerradas, trazados sinuosos, trazados rectos, etc.)
	Apreciación sobre la pendiente y trazado en vertical (fuertes pendientes o rampas, terrenos llanos).
	Apreciación sobre la adecuación de la visibilidad y distancias de visibilidad

<sup>24</sup> Basado en la Directiva 2019/1936 y en los planteamientos de la Diputación de Pontevedra.

<b>Puentes y túneles</b>	Número de puentes e información sobre ellos
	Número de túneles e información sobre ellos
	Elementos visuales que puedan incidir negativamente en la seguridad
<b>Intersecciones</b>	Tipo de intersección, número de ramales, tipo de control y giros permitidos
	Canalización por medio de isletas
	Número de carreteras que se cruzan e intensidad de tráfico
	Pasos a nivel y caracterización
<b>Firme</b>	Defectos superficiales y estructurales del firme (fisuraciones, baches sin reparar, roderas, etc.)
	Valoración de resistencia al deslizamiento
<b>Señalización vertical</b>	Valoración de señales verticales que presentan mal aspecto, son ilegibles o incomprensibles o tienen más de 10 años
	Adecuación del límite de velocidad señalado a la sección transversal y trazado del tramo, así como al tráfico y la velocidad real
	Presencia de señalización vertical de limitación de velocidad (R-301) al inicio o final de la carretera, después de glorietas, de reiteración tras incorporaciones de entidad o de reiteración tras tramo largo sin señalización
	Comprobación de la limitación de velocidad en pasos peatonales
	Presencia de tramos cortos o escasos con adelantamiento permitido
	Presencia de tramos con accesos de entidad o consecutivos en los que se permite el adelantamiento
	Presencia de tramos señalizados con velocidad igual o inferior a 50 km/h en los que se permite el adelantamiento
	Carencias en la señalización de destinos en intersecciones o glorietas
	Comprobación de otras posibles carencias de señalización en tramos de riesgo real o potencial
	Homogeneidad en el tamaño de la señalización en el mismo tramo
	Valoración del posible exceso de señalización.
	Valoración de la adecuación de la señalización tras la finalización de obras
<b>Señalización horizontal</b>	Adecuación de las marcas viales: visibilidad, legibilidad o falta de adaptación a las circunstancias de la vía
	Concordancia entre ancho de carriles y límites de velocidad existentes
	Adecuación de giros a la izquierda, en cuanto a visibilidad e intensidad de circulación.

<b>Señalización horizontal</b>	Coordinación entre la señalización horizontal y la vertical
	Existencia / necesidad de marcas viales longitudinales con resaltos sonoros
	Revisión de líneas de parada en los stop/ceda el paso de las intersecciones
<b>Balizamiento</b>	Presencia / necesidad de captafaros en isletas, cebreados, bifurcaciones o bordes de calzada
	Presencia / necesidad de balizamiento: paneles direccionales en curvas cerradas, hitos de arista en viales de entidad o con nieblas frecuentes
<b>Sistemas de contención</b>	Desniveles u obstáculos significativos que no cuentan con un sistema de contención
	Mal estado de conservación o posición incorrecta en los sistemas de contención.
	Presencia de terminales de barreras de seguridad inadecuados, sin abatimientos, con colas de pez o con abatimientos mal resueltos
	Presencia de curvas pronunciadas sin barreras para protección de motociclistas
	Presencia de obras de paso sin pretilos o estos son inadecuados
	Presencia de taludes inestables o con probabilidad de desprendimientos
	Presencia de postes, árboles y demás obstáculos verticales sin protección en los márgenes de la carretera
<b>Calmando de tráfico y movilidad peatonal y ciclista</b>	Existencia de zonas donde sería necesario calmar el tráfico con reductores físicos de velocidad
	Existencia de pasos de peatones sin sobre elevar o que carecen de elementos físicos de calmando de tráfico en las inmediaciones
	Presencia de aceras o sendas con un ancho inferior a 2,5 metros
	Presencia de bandas de estacionamiento o paradas de transporte público que carecen de itinerario peatonal segregado y acondicionado para desembarco y conexión
<b>Drenaje</b>	Valoración de las cunetas: si son profundas o tienen configuración distinta a la de cuneta de seguridad
	Comprobación de si el drenaje longitudinal y transversal funciona correctamente, sin atascamientos
	Presencia de arquetas o embocaduras de drenaje transversal sin tapa o con tapa y un perfil diferente al de la cuneta, suponiendo un obstáculo
	Presencia de pasos salva cunetas sin rejas de protección del obstáculo en las embocaduras

## **ANEXO 5: ELEMENTOS A CONSIDERAR EN LAS AUDITORÍAS DE SEGURIDAD VIAL A NUEVAS ACTUACIONES**

### **Criterios en la fase de proyecto de trazado**

- Localización geográfica (por ejemplo, exposición a corrimientos de tierras, inundaciones, aludes), condiciones estacionales y climáticas.
- Funcionalidad de la carretera dentro de la red.
- Velocidad de proyecto y de conducción en el entorno.
- Tipo y grado de accesibilidad.
- Sección transversal tipo.
- Pendientes transversales y longitudinales.
- Elección de las alternativas de trazado.
- Nudos previstos (número y movimientos permitidos).
- Infraestructuras de transporte público.
- Pasos a nivel carretera/ferrocarril.
- Disposiciones relativas a los usuarios vulnerables.
- Iluminación.
- Dispositivos de cerramiento y escape de fauna.
- Impacto en la red viaria existente.

### **Criterios en la fase de proyecto de construcción**

- Función de la carretera.
- Secciones transversales.
- Trazado.
- Diseño de los nudos.





- Disposición del sistema de drenaje.
- Características del firme.
- Señalización y balizamiento.
- Tratamiento de márgenes de carreteras.
- Sistemas de contención de vehículos.
- Iluminación.
- Otro equipamiento viario.
- Accesos a la carretera.
- Seguridad de usuarios vulnerables.
- Infraestructuras de transporte público.
- Impactos en la seguridad de la circulación en la red viaria existente.
- Seguridad durante la obra.

### **Criterios en la fase de preinauguración**

- Adecuación y legibilidad de la señalización vertical, horizontal y balizamiento.
- Adecuación del estado del firme.
- Adecuación del sistema de drenaje.
- Condiciones de seguridad de los márgenes, incluyendo los sistemas de contención.
- Adecuación de distancias de visibilidad.
- Adecuación de transiciones entre secciones de diferentes características.
- Adecuación de las disposiciones de seguridad para todos los usuarios de la vía.

### **Criterios para la fase de explotación inicial**

Evaluación de la seguridad vial a la luz del comportamiento real de los usuarios.

La realización de auditorías en cualquiera de las fases puede implicar la necesidad de volver a examinar los criterios de fases anteriores.

## ANEXO 6: INFORMACIÓN ADICIONAL SOBRE ILUMINACIÓN DE CARRETERAS LOCALES <sup>25</sup>

La información que se incluye en este apartado hace referencia al Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior (RD 1890/2008). En cuanto al control de la contaminación lumínica, se sugiere considerar la Instrucción Técnica Complementaria EA - 03 sobre resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta.

### CLASES DE ALUMBRADO EN CARRETERAS DE DIPUTACIONES PROVINCIALES, CABILDOS Y CONSELLS

TIPO	DESCRIPCIÓN	VELOCIDAD Km/h	COMPOSICIÓN TRÁFICO	OTROS CONDICIONANTES	CLASES DE ALUMBRADO
I	<b>Carreteras interurbanas</b>	≤ 90	Motorizados vehículos lentos	Tarea de conducción normal	C2 - C3
II	<b>Vías de circunvalación</b>	≤ 90	Motorizados vehículos lentos Ciclistas	Zona conflictiva: Incorporaciones y salidas de vehículos	C2 - C3
III	<b>Tramos de acceso a poblaciones</b>	≤ 70	Motorizados vehículos lentos Ciclistas	Tarea de conducción Compleja	C3 - C4
IV	<b>Travesías de poblaciones</b>	≤ 50	Motorizados vehículos lentos Ciclistas Peatones	Luminosidad ambiental Complejidad visual Vehículos aparcados	C1A - C2
V	<b>Enlaces y conexiones urbanas</b>	≤ 50	Motorizados vehículos lentos Ciclistas Peatones	Complejidad visual Vehículos aparcados	C3 - C4
VI	<b>Carreteras entre poblaciones en áreas rurales</b>	≤ 40	Motorizados vehículos lentos Ciclistas	Baja intensidad de tráfico	C4 - C5
<b>Las vías de tráfico de características iguales o similares a las incluidas en la descripción, tendrán la misma clase de alumbrado.</b>					

<sup>25</sup> Con la colaboración de Anfalum.

La clase de alumbrado se define como el conjunto de requisitos fotométricos que deben cumplirse para satisfacer las necesidades visuales de un grupo de usuarios de la vía. En el caso de carreteras pertenecientes a las diputaciones provinciales, cabildos y *consells*, para las clases de alumbrado se recomienda tener en cuenta lo recogido en la tabla anterior y siguiente.

### NIVELES DE ILUMINACIÓN EN CARRETERAS DE DIPUTACIONES PROVINCIALES, CABILDOS Y CONSELLS

TIPO	DESCRIPCIÓN	NIVELES DE ILUMINACIÓN			
		Clase de Alumbrado	Iluminancia Media ( $E_m$ )	Uniformidad Media ( $U_m$ )	Deslumbramiento ( $f_{TI}$ )
I	CARRETERAS INTERURBANAS	C2	20 lux	0,40	15 %
		C3	15 lux	0,40	20 %
II	VÍAS DE CIRCUNVALACIÓN	C2	20 lux	0,40	15 %
		C3	15 lux	0,40	20 %
III	TRAMOS DE ACCESO A POBLACIONES	C2	20 lux	0,40	15 %
		C3	15 lux	0,40	20 %
IV	TRAVESIAS DE POBLACIONES	C1A	25 lux	0,40	15 %
		C2	20 lux	0,40	15 %
V	ENLACES Y CONEXIONES URBANAS	C3	15 lux	0,40	20 %
		C4	10 lux	0,40	20 %
VI	CARRETERAS ENTRE POBLACIONES EN ÁREAS RURALES	C2	20 lux	0,40	15 %
		C3	15 lux	0,40	20 %
<p>Las vías de tráfico de características iguales o similares a las incluidas en la descripción tendrán la misma clase de alumbrado.</p>					
<p>NOTAS: La iluminancia media (<math>E_m</math>) son valores de referencia. La uniformidad media (<math>U_m</math>) son valores mínimos. El deslumbramiento perturbador (<math>f_{TI}</math>) son valores máximos.</p>					

En cuanto a la iluminación de glorietas, intersecciones y enlaces en vías de diputaciones provinciales, cabildos y *consells*, se sugieren los siguientes niveles de iluminación:

## NIVELES DE ILUMINACIÓN DE GLORIETAS, ROTONDAS, INTERSECCIONES Y ENLACES EN CARRETERAS DE DIPUTACIONES PROVINCIALES, CABILDOS Y CONSELLS

ÁREAS	GLORIETAS Y ROTONDAS							
	NIVEL DE ILUMINACIÓN DE LA VÍA DE ACCESO MÁS ILUMINADA				NIVEL DE ILUMINACIÓN GLORIETA			
	Clase de Alumbrado	(E <sub>m</sub> ) (lux)	(U <sub>m</sub> )	(f <sub>Tl</sub> ) (lux)	Clase de Alumbrado	(E <sub>m</sub> ) (lux)	(U <sub>m</sub> )	(f <sub>Tl</sub> ) (lux)
<b>ZONAS URBANAS ILUMINADAS</b>	C1A	25	0,40	15	C1	30	0,40	15
	C2	20	0,40	15	C1A	25	0,40	15
	C3	15	0,40	20	C2	20	0,40	15
	C4	10	0,40	20	C2	15	0,40	20
	C5	7,5	0,40	20	C2	10	0,40	20
<b>ZONAS PERIURBANAS SIN ILUMINACIÓN</b>	NIVELES DE ILUMINACIÓN DE LAS VÍAS DE ACCESO				NIVEL DE ILUMINACIÓN GLORIETA			
	Las vías de acceso se iluminarán en una longitud de 200 m en cada sentido de circulación con el siguiente nivel mínimo:				C1	30	0,40	15
	C1A	25	0,40	15				
INTERSECCIONES Y ENLACES								
<b>ZONAS URBANAS ILUMINADAS</b>	La clase de alumbrado será un grado superior a la del tramo que confluye que mayor iluminación tiene. (Igual que glorietas y rotondas)							
<b>AISLADAS SIN ILUMINACIÓN</b>	Se aplicará lo dispuesto en zonas periurbanas para glorietas y rotondas							

En las siguientes tablas se incluyen clases de alumbrado y niveles de iluminación de poblaciones en medio rural.

## CLASES DE ALUMBRADO DE POBLACIONES EN MEDIO RURAL

TIPO	DESCRIPCIÓN	VELOCIDAD Km/h	COMPOSICIÓN TRÁFICO	OTROS CONDICIONANTES	CLASES DE ALUMBRADO
a	<b>CALLE PRINCIPAL</b>	≤ 50	Motorizados Vehículos lentos Ciclistas Peatones	Luminosidad Ambienta Vehículos aparcados	C2 - C3
b	<b>CALLES TRANSVERSALES</b>	≤ 30	Motorizados Vehículos lentos Ciclistas Peatones	Vehículos aparcados	C3 - C4
c	<b>PLAZAS</b>	≤ 50	Motorizados Vehículos lentos Ciclistas Peatones	Complejidad visual Luminosidad ambiental Vehículos aparcados	C1A - C2
d	<b>URBANIZACIONES</b>	≤ 30	Motorizados Ciclistas Peatones	Riesgo de criminalidad	C4 - C5
e	<b>VÍAS PEATONALES</b>	-	Ciclistas Peatones	Reconocimiento visual	C5 - C4

Las vías de tráfico de características iguales o similares a las incluidas en la descripción, tendrán la misma clase de alumbrado.

## NIVELES DE ILUMINACIÓN DE POBLACIONES EN MEDIO RURAL

TIPO	DESCRIPCIÓN	CLASE DE ALUMBRADO	ILUMINANCIA MEDIA ( $E_m$ )	UNIFORMIDAD MEDIA ( $U_m$ )	DESLUMBRAMIENTO PERTURBADOR ( $f_{T1}$ )
a	<b>CALLE PRINCIPAL</b>	C2	20 lux	0,40	15 %
		C3	15 lux	0,40	20 %
b	<b>CALLES TRANSVERSALES</b>	C3	15 lux	0,40	20 %
		C4	10 lux	0,40	20 %
c	<b>PLAZAS</b>	C1A	25 lux	0,40	15 %
		C2	20 lux	0,40	15 %
d	<b>URBANIZACIONES</b>	C4	10 lux	0,40	20 %
		C5	7,5 lux	0,40	20 %
b	<b>VÍAS PEATONALES</b>	C4	10 lux	0,40	20 %
		C5	7,5 lux	0,40	20 %

Las vías de tráfico de características iguales o similares a las incluidas en la descripción tendrán la misma clase de alumbrado.

**NOTAS:** La iluminancia media ( $E_m$ ) son valores de referencia. La uniformidad media ( $U_m$ ) son valores mínimos, mientras que el deslumbramiento perturbador ( $f_{T1}$ ) son valores máximos.



ISBN 9788489875975



9 788489 875975 >