



El grave problema de los siniestros de tráfico por salida de vía en España

La prevención mediante los Sistemas de Transporte Inteligente (ITS)

ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES

Estudio realizado por:

**VNIVERSITAT
DE VALÈNCIA** [GEO] **INTRAS**

Con la colaboración de:

m **m**etalesa



Créditos:

Instituto Universitario de Tráfico y Seguridad Vial.
INTRAS (Universitat de València).

Autores del estudio:

José Ignacio Lijarcio
Javier Romani
Luis Montoro

Primera edición: septiembre de 2025

Versión corregida: octubre de 2025

Informe Técnico: EPI/1/2025

Estudio impulsado por METALESÀ SEGURIDAD
VIAL con la colaboración de José Carlos Cucarella y
César Valero.

El copyright y otros derechos de propiedad
intelectual de este documento pertenecen a la
Universitat de València y Metalesa. Se autoriza la
reproducción total o parcial para uso no comercial,
siempre que se cite el nombre completo del
documento, año e institución.





4



6

Contenidos

Marco de referencia	4
Siniestralidad Vial y Tecnología	4
A. Siniestralidad Vial Interurbana. Salida de vía	6
Siniestralidad Vial Interurbana. Salida de vía.....	7
1. Objeto del estudio.....	7
2. Metodología.....	7
3. Resultados	8
Número de siniestros, tipología, víctimas y evolución.....	8
Análisis por Comunidades Autónomas.....	11
Características de los siniestros por salida de vía.....	16
Características específicas de la vía	22
Barreras de seguridad (lateral y mediana).....	22
Trazado: en planta y en alzado.....	25
Ancho de carril.....	28
Margen.....	29
Análisis de clúster.....	30
4. Conclusiones.....	32



35



60

B. Salidas de vía graves y mortales

34

Salidas de vía graves y mortales.....	35
1. Siniestros, víctimas y proyección	36
Siniestros graves y mortales.....	36
Víctimas de siniestros graves y mortales.....	39
Proyección de siniestralidad.....	40
2. Salida de vía vs resto de siniestros	43
Perfil del conductor.....	43
Momento del siniestro.....	45
Vehículos implicados.....	47
Características de la vía.....	48
3. Características del siniestro por salida de vía	50
Día vs Noche.....	51
Tipo de vía.....	53
Tipología de vehículo.....	55
4. Conclusiones.....	57

C. Siniestralidad Vial Interurbana. Soluciones ITS

59

Siniestralidad Vial Interurbana. Soluciones ITS.....	60
1. Vinculación ITS con circunstancias del parte de siniestros	61
2. Priorización ITS	66
Priorización por siniestralidad.....	66
Priorización por lesividad.....	68
Priorización por letalidad.....	70
3. ITS y salidas de vía	72

Bibliografía

76

Marco de referencia

Siniestralidad vial y tecnología

Los siniestros viales representan una preocupación global debido a su impacto devastador en términos de vidas humanas perdidas, lesiones graves y consecuencias económicas y sociales para cualquier país. **Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), los siniestros de tráfico son la principal causa de muerte entre jóvenes de 15 a 29 años**, y se estima que cobran la vida de más de 1.19 millones de personas anualmente a nivel mundial y entre 20 y 50 millones sufren traumatismos.

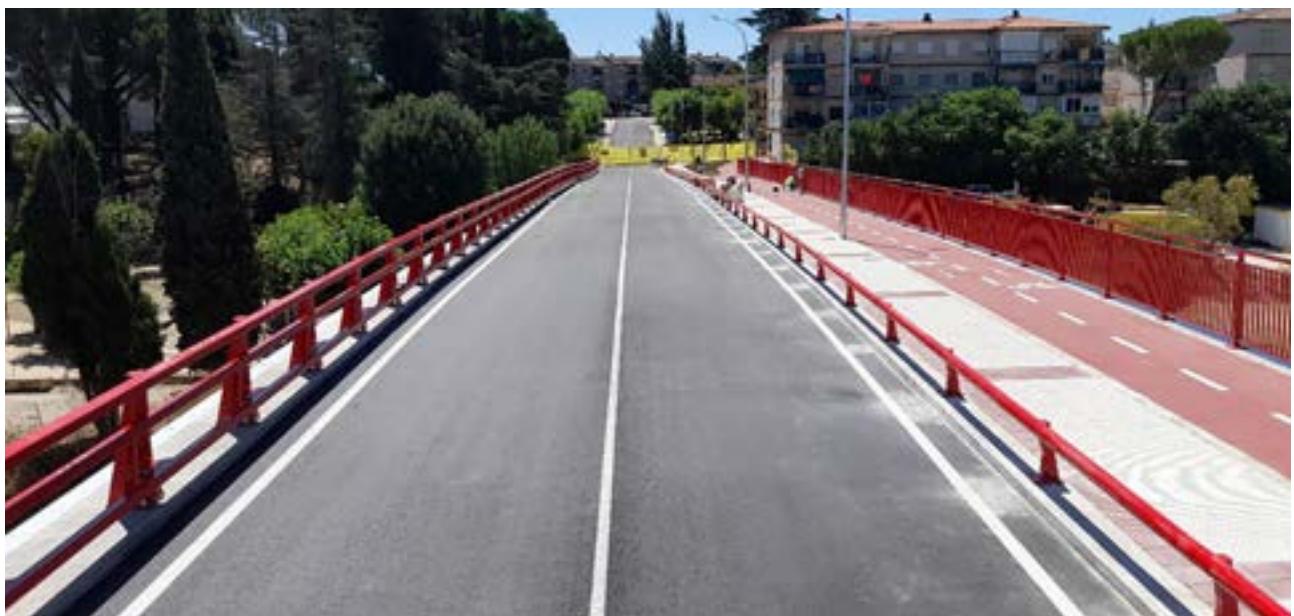
En España en el año 2023 se produjeron 101.306 siniestros de tráfico con el resultado de 1.806 víctimas mortales, 9.265 heridos graves y 124.266 heridos leves.
(DGT, 2024)

Para seguir reduciendo la siniestralidad vial en nuestro país, debemos continuar desarrollando investigaciones y desplegando planes de acción. Al mismo tiempo, es importante destacar en concreto, que los desarrollos tecnológicos desempeñan un papel fundamental en esta reducción, (*Aldegeheishem et al. 2018; Spyropoulou et al 2008*).

La **implementación de la tecnología**, tanto en el vehículo como en la infraestructura, juega un papel crucial en la mejora de la seguridad vial. En lo que respecta al vehículo, los avances tecnológicos han permitido la integración de sistemas de asistencia al conductor cada vez más sofisticados **"Sistemas ADAS"** (Advanced Driver Assistance Systems por sus siglas en inglés), como el frenado automático de emergencia, el control de crucero adaptativo, la alerta de cambio involuntario de carril o los sistemas de detección de punto ciego, son solo algunas de las tecnologías que ayudan a prevenir colisiones y mitigar sus consecuencias, (*Lijarcio et al., 2019*).

Estos sistemas no solo actúan como una red de seguridad para el conductor, sino que también **pueden intervenir activamente en situaciones de emergencia para evitar siniestros**. Además, la tecnología aplicada al vehículo también incluye avances en la construcción de automóviles más seguros y resistentes, con materiales más avanzados y sistemas de absorción de impactos mejorados que protegen a los ocupantes en caso de colisión. (*Nidamanuri et al., 2021*).

Por otro lado, la **tecnología aplicada a la infraestructura vial** desempeña un papel igualmente importante en la mejora de la seguridad vial. **Los Sistemas de Transporte Inteligente (ITS)** se han convertido en herramientas esenciales para mejorar la eficiencia, la seguridad y la sostenibilidad del transporte. **Desde infraestructuras inteligentes hasta aplicaciones móviles**, la implementación de tecnologías ITS ofrece una gama diversa de soluciones para prevenir siniestros de tráfico, reducir la gravedad de sus consecuencias y mejorar la gestión del tráfico en general. (*Badi, Bouraima & Muhammad, 2023*).



Además, la **infraestructura inteligente** puede incluir elementos como **señalización dinámica**, que proporciona información en tiempo real sobre condiciones de la carretera, **obras en curso y advertencias de peligro**, permitiendo a los conductores tomar decisiones más informadas y seguras (*Gangwani & Gangwani, 2021*).

De la misma manera cada vez se desarrolla con más fuerza los **sistemas de comunicación V2V y V2I** (vehicles to vehicles and vehicles to infrastructure), con el fin de **mejorar la conducción, la eficiencia y conseguir vehículos con altos niveles de autonomía** y seguridad en la conducción (*Ress & Wiecker, 2016; Ghosal & Conti, 2020; Sumithra, Swaathy, Vaishali & Basha, 2020*). Estos sistemas, permiten diferentes soluciones, como, por ejemplo: determinar el posicionamiento del vehículo, **anticiparse a situaciones de emergencia o la detección de potenciales riesgos** incluso a tomar decisiones sobre la conducción e informar a los conductores en situaciones críticas (*Gupta et al., 2020; Khan et al., 2022; Alsaleh, A. 2023*).

La tecnología aplicada tanto al vehículo como a la infraestructura vial desempeña un papel fundamental en la mejora de la seguridad vial

Todos estos avances no solo ayudan a prevenir siniestros, sino que también **reducen la gravedad de sus consecuencias**, y contribuyen a hacer que nuestras carreteras sean más seguras para todos los usuarios.

A la luz de los resultados de estas investigaciones y la premisa de la mejora de la seguridad vial por parte las tecnologías, nace la **investigación El grave problema de los siniestros de tráfico por salida de vía en España**

Esta investigación pretende conocer las diferentes tipologías de siniestralidad vial en el ámbito interurbano y determinar hasta qué punto la tecnología podría ayudar a reducir y paliar la misma.

En este caso concreto este estudio se centra, debido a su gravedad e importancia, a la **tipología de siniestro por "salidas de vía"**, realizando un análisis en general sobre las salidas de vía, generando un accidentograma general para posteriormente analizar en profundidad las salidas de vía graves y mortales y así, "cuantificar" la lesividad y letalidad de los mismos y determinar qué soluciones ITS, podrían implementarse para reducir esta siniestralidad.

El siguiente informe, se compone de las siguientes partes:

Parte A. Siniestralidad vial interurbana y salida de vía.

Parte B. Salidas de vía graves y mortales.

Parte C. Siniestralidad vial interurbana y soluciones ITS.

Con cada una de ellas se pretende analizar la siniestralidad y determinar las mejores soluciones tecnológicas para continuar salvando vidas en la carretera.



A

Siniestralidad Vial interurbana

Salida de vía

Siniestralidad Vial Interurbana. Salida de vía

De algo más de **37.000 siniestros en vías interurbanas** que se producen en España al año, en torno a los **12.000 suponen una salida de vía** siendo una tipología de siniestro con un nivel de letalidad considerable puesto que **provocan aproximadamente 500 fallecidos al año**.

Estos siniestros se caracterizan por la **pérdida de control del vehículo**, lo que resulta en su salida del carril y, en muchos casos, su **posterior colisión con obstáculos naturales o estructuras cercanas** a la carretera. Aunque pueden ser también causados por una variedad de factores, como el exceso de velocidad, las condiciones climáticas adversas, la distracción del conductor o la fatiga, **las salidas de vía presentan desafíos únicos en términos de prevención y mitigación**.

La importancia de abordar específicamente los siniestros de tráfico relacionados con la salida de vía radica en su frecuencia y gravedad.

Estos siniestros no solo representan una amenaza para la seguridad vial, sino que también generan un **costo significativo para la sociedad** en términos de atención médica, rehabilitación, pérdida de productividad y daños materiales.

1 Objeto del estudio

En este contexto, este estudio pretende profundizar en la comprensión de las causas subyacentes, facilitar a las administraciones y los agentes del sector información para desarrollar **soluciones efectivas de prevención, y promover la adopción de medidas de seguridad vial**, como por ejemplo **sistemas de seguridad vial activa para la infraestructura**, que ayuden a reducir la incidencia y el impacto de los siniestros de tráfico, especialmente aquellos derivados de la **salida de vía**.

2 Metodología

En este apartado del estudio **se analizan todos los siniestros con víctimas por salida de vía producidos en España** (80.239 siniestros) **entre 2017 y 2023**, ambos inclusive, detallando las características propias que los diferencian respecto al resto de siniestros interurbanos. Para este análisis se ha recurrido a las bases de datos de siniestros de tráfico con víctimas (microdatos) publicada por la **DGT** correspondientes a los años del período considerado. En este sentido resulta importante hacer mención que la investigación tiene las limitaciones derivadas de la herramienta de recogida de información (parte de Siniestros), donde además existen ausencia de datos en determinados ítems. Por contra, hay que señalar que no existen datos con ese nivel de detalle con mayor actualización a fecha de realización del presente estudio.

En relación a las **tipologías de siniestros**, hay que señalar que en el parte de accidente se recoge, por un lado, **las salidas de vía** (ya sea por la derecha o por la izquierda) y por otro, **las colisiones** (frontolaterales, laterales, frontales, alcances, vuelcos, atropellos a personas, etc.). De tal forma que una salida de vía puede ir unida o no, a una colisión.

La combinación de ambas tipologías de siniestros, lógicamente, incrementará la gravedad del siniestro.

En segundo lugar, el estudio establece un **análisis de soluciones ITS que pudieran ayudar a mitigar o reducir esta siniestralidad** con su implantación. Estas soluciones vienen extraídas del Plan ITS de la Dirección General de Tráfico (*DGT, 2021*).

3 Resultados

Número de siniestros, tipología, víctimas y evolución

Entre el año 2017 y el 2023, se han producido en España **80.329 siniestros por salida de vía**, lo que supone que 1 de cada 3 siniestros en vías interurbanas son salidas de vía, en concreto el 33,5%. La evolución de los siniestros por salida de vía **crece ligeramente en los últimos años del período** (a partir de 2020 suponen más del 34%).

Años	Siniestros en vías interurbanas	Siniestros por salida de vía	%
2017	37.493	11.995	32,0
2018	37.892	12.299	32,5
2019	37.339	11.959	32,0
2020	26.611	9.225	34,7
2021	31.780	11.129	35,0
2022	33.300	11.635	34,9
2023	35.330	12.087	34,2
TOTAL	239.745	80.329	33,5

Tabla 1. Siniestros por salida de vía.

Los siniestros por salida de vía se clasifican en dos tipologías, **salidas de vía por la derecha o salida de vía por la izquierda**. La primera tipología, la **salida de vía por la derecha**, es la más frecuente con 53.875 siniestros, que **suponen el 67,1%** (dos de cada tres siniestros por salida de vía). En los siniestros por **salida de vía por la izquierda** (26.454 siniestros en todo el período), se aprecia un **ligero incremento**, pasando del 31,9% en 2017 al 33,6% en 2023 (casi dos puntos porcentuales).

Años	Tipología de salida de vía	
	% Salida de vía por la derecha	% Salida de vía por la izquierda
2017	68,1	31,9
2018	67,4	32,6
2019	67,2	32,8
2020	67,6	32,4
2021	66,3	33,7
2022	66,5	33,5
2023	66,4	33,6
TOTAL SINIESTROS	53.875	26.454
PORCENTAJE	67,1	32,9

Tabla 2. Tipologías de salidas de vía. (% Horizontales).

Considerando el número de víctimas, **los siniestros por salida de vía han provocado 107.308 víctimas**, que representan el 29.5% del total de víctimas de siniestros en vías interurbanas.

Igualmente, las víctimas de siniestros por salida de vía sufren un **ligero crecimiento en los últimos dos años del período**, situándose en cifras cercanas al 31%.

Años	Siniestros en vías interurbanas		
	Víctimas	Víctimas por salida de vía	%
2017	58.426	16.240	27,8
2018	58.887	16.855	28,6
2019	56.942	15.930	28,0
2020	38.582	11.868	30,8
2021	47.399	14.644	30,9
2022	49.963	15.496	31,0
2023	53.379	16.271	30,5
TOTAL	363.588	107.308	29,5

Tabla 3. Víctimas por siniestros por salida de vía.

Una característica definitoria de los siniestros por salida de vía es que **presentan una mortalidad y lesividad por encima de los niveles que muestran el resto de siniestros interurbanos**. La mortalidad en un siniestro por salida de vía es del 3.2% (lo que supone que el 3.2% de las víctimas por este tipo de siniestro resultan fallecidos), mientras que en el resto de siniestros interurbanos es del 2.0%. Con los heridos graves sucede algo similar, el 9.8% en siniestros por salidas de vía, frente al 7.1% del resto de siniestros interurbanos.

	% Víctimas		
	Fallecidos	Heridos graves	Heridos leves
Siniestro por salida de vía	3,2	9,8	87,0
Resto de siniestros en vías interurbanas	2,0	7,1	90,9

Tabla 4. Víctimas de siniestros en vías interurbanas. (% Horizontales).

Otro resultado que corrobora la elevada mortalidad de los siniestros por salida de vía, hace referencia al porcentaje de siniestros mortales.

El 4.0% de los siniestros por salida de vía resultan siniestros mortales, mientras que en el resto de siniestros interurbanos este porcentaje disminuye hasta el 2.9%.

	% Siniestros	
	Siniestros mortales	Siniestros no mortales
Siniestro por salida de vía	4,0	96,0
Resto de siniestros en vías interurbanas	2,9	97,1

Tabla 5. Siniestros en vías interurbanas. (% Horizontales).

Al margen del mayor nivel de lesividad que entrañan las salidas de vía en comparación al resto de siniestros interurbanos, hay que destacar que, en el **cómputo global de víctimas en vías interurbanas, las salidas de vía provocan un volumen importante de fallecidos y heridos graves**. Concretamente, las salidas de vías causan **cuatro de cada diez fallecidos** en vías interurbanas (40.2%) y **un tercio de los heridos graves** (36.5%).

	% Víctimas		
	Fallecidos	Heridos graves	Heridos leves
Siniestro por salida de vía	40,2	36,5	28,6
Resto de siniestros en vías interurbanas	59,8	63,5	71,4

Tabla 6. Víctimas en siniestros en vías interurbanas. (% Verticales).

Considerando las dos tipologías de siniestros, cuando la **salida de vía es por la izquierda, se incrementa la gravedad del siniestro**. En este caso, el 3.6% de las víctimas resultan fallecidos y el 10.4% heridos graves, frente al 3.0% y el 9.4% de las salidas de vía por la derecha.

Siniestros por salida de vía	% Víctimas		
	Fallecidos	Heridos graves	Heridos leves
Salida de vía por la derecha	3,0	9,4	87,6
Salida de vía por la izquierda	3,6	10,4	86,0

Tabla 7. Víctimas en siniestros por salida de vía. (% Horizontales).

Respecto a la **evolución** en el período investigado hay que destacar que **en el último año se produce un repunte de las víctimas mortales** (en 2023 el 3,4% de las víctimas de siniestro por salida de vía resultan fallecidos).

Años	% Víctimas		
	Fallecidos	Heridos graves	Heridos leves
2017	3,2	9,7	87,2
2018	3,2	10,4	86,4
2019	3,0	9,4	87,6
2020	3,0	9,5	87,5
2021	3,4	10,1	86,5
2022	3,0	9,3	87,7
2023	3,4	9,5	87,0

Tabla 8. Víctimas en siniestros los últimos años. (% Horizontales).

Análisis por Comunidades Autónomas

Una de las cuestiones interesantes a estudiar en los siniestros por salida de vía consiste en **analizar los resultados en función de la Comunidad Autónoma** en la que se produce el siniestro. Al margen de resultados expuestos a continuación, se ha desarrollado en otro informe un análisis pormenorizado de los siniestros por salida de vía en cada Comunidad Autónoma, desagregando los resultados en función de la titularidad de la vía: estatal, autonómica y provincial.

En relación a los **siniestros por salida de vía**, los resultados más destacables son los siguientes:

- » En tres comunidades autónomas, el número de siniestros por salida de vía superan al resto de siniestros que se producen en vías interurbanas: **Extremadura** (54,8%), **Castilla León** (52,6%) y **Castilla La Mancha** (51,4%).
- » En un grupo numeroso de comunidades autónomas, los siniestros por salida de vía, aunque no son mayoría, alcanzan porcentajes muy superiores al registrado a nivel global (33,5%). Estas comunidades autónomas y los porcentajes correspondientes que suponen los siniestros por salida de vía son: **Aragón** (46,8%), **La Rioja** (45,6%), **Navarra** (43,0%), **Galicia** (41,0%), **Asturias** (37,7%), **Murcia** (37,1%) y **Andalucía** (36,1%).
- » En **Cantabria** (33,8%) y la **Comunidad Valenciana** (32,5%) presentarían unos porcentajes similares al registrado a nivel estatal.
- » Por otro lado, **Canarias** (28,5%), **Baleares** (28,2%), **Madrid** (26,9%) y **Cataluña** (25,2%), se encontrarían por debajo del nivel general.
- » Como casos especiales, se encuentran el **País Vasco** (18,3%), donde las competencias en materia de tráfico pueden explicar en gran parte este resultado, y **Ceuta y Melilla** (10,0%), muy posiblemente debido a la escasez de vías interurbanas.

Comunidad autónoma	Siniestros por salida de vía en vías interurbanas	
	Nº de siniestros	% / Total de siniestros
Extremadura	2.448	54,8
Castilla León	7.231	52,6
Castilla La Mancha	5.362	51,4
Aragón	3.277	46,8
La Rioja	713	45,6
Navarra	760	43,0
Galicia	7.257	41,0
Asturias	2.286	37,7
Murcia	1.450	37,1
Andalucía	12.937	36,1
Cantabria	1.246	33,8
Comunidad Valenciana	7.641	32,5
Canarias	3.587	28,5
Baleares	2.400	28,2
Madrid	5.418	26,9
Cataluña	13.657	25,2
País Vasco	2.640	18,3
Ceuta y Melilla	19	10,0

Tabla 9. Siniestros en las Comunidades Autónomas.

A continuación, se procede a analizar la **mortalidad de los siniestros por salida de vía**, es decir, qué porcentaje de los siniestros por salida de vía resultan mortales. En este sentido, se pueden destacar los siguientes resultados:

- » En **Murcia** se registra, con diferencia, el mayor porcentaje de siniestros mortales, con un 8,4%.
- » Las siguientes comunidades con porcentajes más elevados son: **Navarra** (7,2%), **Extremadura** (5,9%), **Castilla La Mancha** (5,7%) y **Aragón** (5,5%).
- » En el extremo opuesto, las comunidades con porcentajes más reducidos son: **Canarias** (2,9%), **Cataluña** (2,2%) y **País Vasco** (1,9%).
- » En **Ceuta y Melilla** (0,0%) no se registra ningún siniestro mortal.

Comunidad autónoma	% Mortalidad por salida de vía	
	Siniestros mortales	Siniestros no mortales
Murcia	8,4	91,6
Navarra	7,2	92,8
Extremadura	5,9	94,1
Castilla La Mancha	5,7	94,3
Aragón	5,5	94,5
Castilla León	5,0	95,0
Andalucía	4,7	95,3
Cantabria	3,9	96,1
La Rioja	3,9	96,1
Galicia	3,8	96,2
Comunidad Valenciana	3,7	96,3
Asturias	3,5	96,5
Baleares	3,5	96,5
Madrid	3,1	96,9
Canarias	2,9	97,1
Cataluña	2,2	97,8
País Vasco	1,9	98,1
Ceuta y Melilla	0,0	100,0

Tabla 10. Siniestros mortales en las Comunidades Autónomas. (% Horizontales).

Considerando, **las víctimas provocadas por los siniestros por salida de vía**, los resultados siguen una línea similar a los registrados en relación a los siniestros:

- » Las comunidades en las que el porcentaje de víctimas supera el porcentaje registrado a nivel global (29,5%), son las siguientes:
 En **Extremadura** (48,5%), **Castilla León** (48,3%), **Castilla La Mancha** (45,2%), **Aragón** (42,1%), **La Rioja** (40,6%), **Navarra** (39,4%), **Galicia** (35,8%) y **Asturias** (33,9%).
- » En **Murcia** (31,7%), **Cantabria** (31,2%), **Andalucía** (30,8%), y la **Comunidad Valenciana** (28,1%) presentarían unos porcentajes de magnitud similar al registrado a nivel global (29,5%).
- » En **Baleares** (24,6%), **Canarias** (24,3%), **Madrid** (23,0%) y **Cataluña** (21,9%), se encontrarían de nuevo, por debajo del nivel general.
- » Por último, se encontrarían los casos especiales del **País Vasco** (17,4%) y **Ceuta** y **Melilla** (9,9%).

Comunidad autónoma

Víctimas en siniestros por salida de vía

	Nº de víctimas	% / Total de víctimas vías interurbanas
Extremadura	3.405	48,5
Castilla León	10.081	48,3
Castilla La Mancha	7.402	45,2
Aragón	4.428	42,1
La Rioja	929	40,6
Navarra	1.039	39,4
Galicia	9.563	35,8
Asturias	3.048	33,9
Murcia	2.088	31,7
Cantabria	1.692	31,2
Andalucía	18.010	30,8
Comunidad Valenciana	9.846	28,1
Baleares	3.206	24,6
Canarias	4.729	24,3
Madrid	6.810	23,0
Cataluña	17.451	21,9
País Vasco	3.551	17,4
Ceuta y Melilla	30	9,9

Tabla 11. Víctimas en siniestros en las Comunidades Autónomas.

Considerando la **lesividad de las víctimas**, los resultados son muy parejos a los ofrecidos en el análisis de siniestros mortales.

- » Las comunidades donde se producen los siniestros más graves son **Murcia** (6,1% fallecidos y 12,2% heridos graves) y **Navarra** (5,6% fallecidos y 15,7% heridos graves). Al margen de estas dos, cabe destacar las siguientes comunidades: **Extremadura** (4,4% fallecidos y 12,3% heridos graves), **Castilla La Mancha** (4,4% fallecidos y 11,2% heridos graves), y **Aragón** (4,2% fallecidos y 12,9% heridos graves).
- » Las comunidades autónomas con menor lesividad (al margen de las ciudades autónomas de **Ceuta y Melilla**) son: **Canarias** (2,4% fallecidos y 10,7% heridos graves), **Cataluña** (1,9% fallecidos y 6,0% heridos graves) y **País Vasco** (1,5% fallecidos y 8,9% heridos graves).

Comunidad autónoma

% Lesividad en siniestros por salida de vía

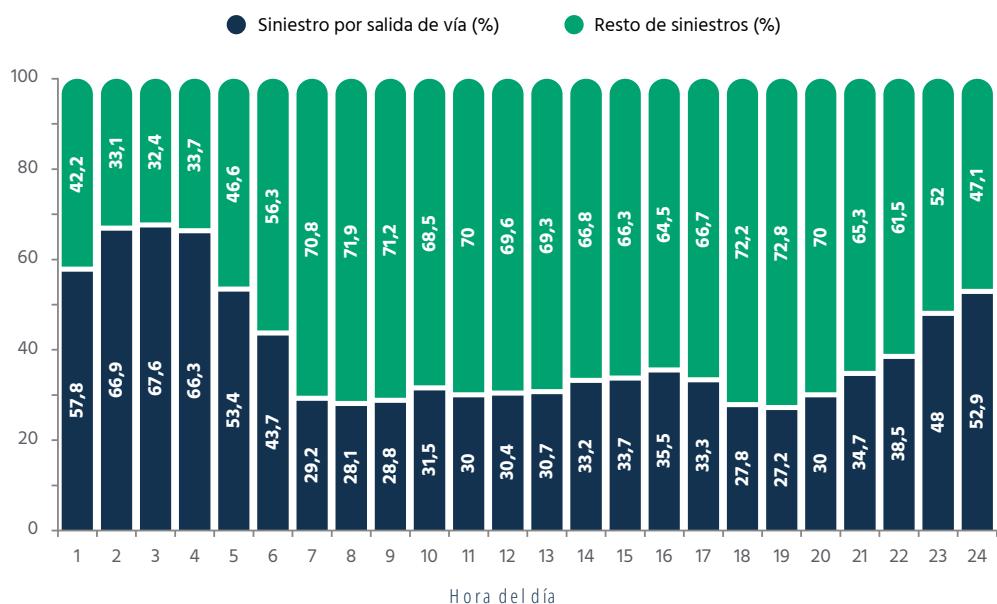
	Fallecidos	Heridos graves	Heridos leves
Murcia	6,1	12,2	81,8
Navarra	5,6	15,7	78,7
Extremadura	4,4	12,3	83,3
Castilla La Mancha	4,4	11,2	84,5
Aragón	4,2	12,9	82,9
Castilla León	3,9	13,3	82,8
Andalucía	3,7	9,3	87,1
Cantabria	3,1	8,0	88,9
Galicia	3,1	10,3	86,6
La Rioja	3,1	11,6	85,3
Comunidad Valenciana	3,0	10,3	86,7
Baleares	2,9	13,2	83,9
Asturias	2,8	9,5	87,7
Madrid	2,7	6,1	91,2
Canarias	2,4	10,7	86,9
Cataluña	1,9	6,0	92,1
País Vasco	1,5	8,9	89,7
Ceuta y Melilla	0,0	10,0	90,0

Tabla 12. Lesiones en siniestros en las Comunidades Autónomas.

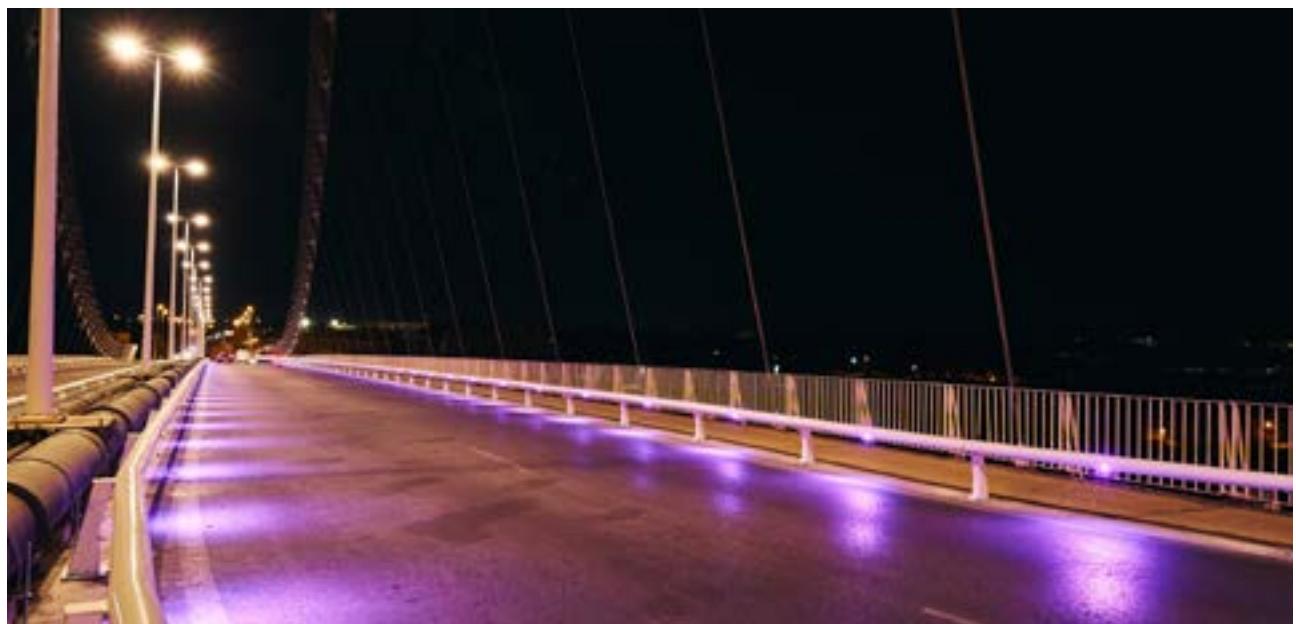
Características de los siniestros por salida de vía

Los siniestros por salida de vía **incrementan su frecuencia por la noche**. En los tramos horarios **entre las 23 y las 7 horas, las salidas de vía representan más del 40% de los siniestros**. Las cotas máximas se alcanzan entre las 2 y las 5 horas, donde los siniestros por salida de vía son 2 de cada 3 (recordemos que en los datos globales de accidentalidad esta relación es menor, el siniestro por salida de vía supone 1 de cada 3).

Siniestros por salida de vía según la hora del día



Gráfica 1. Siniestros según la hora del día.



La falta de iluminación de la vía y las condiciones climatológicas adversas son dos circunstancias que hacen incrementar los siniestros por salida de vía.

Más de la mitad de los siniestros por salida de vía **se producen en carreteras convencionales de calzada única**, en concreto el 56.1%. En el resto de siniestros, el porcentaje de siniestros que suceden en este tipo de vías es del 45.1%. Los otros tipos de vía donde se producen los siniestros por salida de vía son las autovías (19.9%) y las **carreteras convencionales de doble calzada** (10.6%).

Tipo de vía	% Siniestros en vías interurbanas	
	Siniestros por salida de vía	Resto de siniestros
Carretera convencional de calzada única	56,1	45,1
Autovía	19,9	24,9
Carretera convencional de doble calzada	10,6	12,9
Autopista de peaje	3,5	5,6
Camino vecinal	3,5	2,1
Autopista libre	3,3	5,6
Otros	0,7	0,8

Tabla 13. Siniestros en tipos de carretera. (% Horizontales).

Cuando se produce un **siniestro en una vía sin luz natural ni artificial**, en el **48.2%** de los casos, es decir, en la mitad de los casos, el siniestro es una salida de vía. Algo similar sucede en **condiciones climatológicas adversas**: el 44.9% de los siniestros con lluvia débil son salidas de vía, con lluvia fuerte, el 51.6%, granizando, el 51.5%, nevando, el 46.6% y con niebla intensa el 52.4%.

Iluminación y climatología adversa	% Siniestros por salida de vía	% Resto de siniestros
Sin luz natural ni artificial	48,2	51,8
Lluvia débil	44,9	55,1
Lluvia fuerte	51,6	48,4
Granizando	51,5	48,5
Nevando	46,6	56,4
Niebla intensa	52,4	47,6

Tabla 14. Siniestros en condiciones adversas. (% Horizontales).

Respecto al perfil de las víctimas destacar que, en **los siniestros por salida de vía, se incrementan de manera significativa las víctimas jóvenes, entre 16 y 24 años**. De manera general, las salidas de vía provocan el 29.5% de las víctimas en vías interurbanas. Sin embargo, considerando exclusivamente las víctimas entre los 16 y los 24 años, las salidas de vía ocasionan el 39.7% (10 puntos más que en los datos globales).

Por otro lado, en los siniestros por salida de vía se aprecia un **leve incremento de los conductores hombres, ya que el 73.1% de los conductores implicados en estos siniestros son hombres**, mientras que en el resto de los siniestros el porcentaje de conductores de género masculino es del 70.1%.

Respecto a la **condición de la víctima**, en los siniestros por salida de vía se **incrementa ligeramente el porcentaje de conductores** (70.2%) en comparación con el resto de siniestros (67.4%), de la misma manera que desciende el porcentaje de los peatones (0.3% en los siniestros por salida de vía, frente al 2.1% en el resto de siniestros).

Condición de la víctima	% Siniestros en vías interurbanas	
	Siniestros por salida de vía	Resto de siniestros
Conductor	70,2	67,4
Pasajero	29,5	30,5
Peatón	0,2	2,1

Tabla 15. Condiciones de las víctimas en siniestros. (% Verticales).

Haciendo este mismo análisis, seleccionando solo las **víctimas que han resultado fallecidas**, los resultados cambian de manera significativa debido a las especiales características del siniestro por salida de vía. En los siniestros por salida de vía, el **77.3% de los fallecidos eran conductores**, el 21.5% pasajeros, y tan solo el 1.2% peatones. Por su parte, en el resto de siniestros, los conductores fallecidos representan el 67.5%, los pasajeros el 16.1% y los peatones el 16.4%.

Condición de la víctima (fallecidos)	% Siniestros en vías interurbanas	
	Siniestros por salida de vía	Resto de siniestros
Conductor	77,3	67,5
Pasajero	21,5	16,1
Peatón	1,2	16,4

Tabla 16. Condiciones de las víctimas fallecidas en siniestros. (% Verticales).

Considerando la vulnerabilidad de las víctimas, se aprecia que **los usuarios vulnerables** (peatones, ciclistas, VMP y motoristas) son colectivos que en su mayoría se ven **afectados en muy bajo grado por los siniestros por salida de vía**, ya que no son espacios de circulación o de paso. Aun así, existe un 5.3% de las víctimas son peatones, como consecuencia de un siniestro por salida de vía. Es cierto que las salidas de vía no afectan en gran medida a los peatones porque las salidas de vía se producen en zonas de escaso tránsito de peatones. Sin embargo, dada la gravedad de las salidas de vía, en las zonas donde la convivencia entre vehículos y peatones sea más habitual, resulta conveniente la instalación de sistemas de protección y barreras de seguridad homologados que protegen de manera inminente al peatón y a los colectivos vulnerables, en caso de que un vehículo pierda el control y se salga de la vía.

Dentro del colectivo de ciclistas, el 9.4% de las víctimas son provocadas por un siniestro por salida de vía. Caso diferente son los **motoristas**, donde **el peso de los siniestros por salida de vía se incrementa**, provocando el 25.2% de las víctimas motoristas en vías interurbanas.

Usuarios vulnerables	% Siniestros en vías interurbanas	
	Siniestros por salida de vía	Resto de siniestros
Peatón	5,3	94,7
Ciclista	9,4	90,6
Motorista	25,2	74,8
Usuarios no vulnerables	31,9	68,1

Tabla 17. Usuarios vulnerables en siniestros. (% Horizontales).

Siete de cada diez vehículos implicados en una salida de vía es un turismo, concretamente el **69.7%**. En el resto de siniestros, los turismos superan ligeramente la mitad de los vehículos implicados (56.7%). Salvo las motocicletas, con un peso similar entre las salidas de vía (15.6%) y el resto de siniestros (16.9), la implicación de resto de tipologías de vehículos en los siniestros por salidas de vía, en comparación con el resto de siniestros, es siempre menor. En consecuencia, las salidas de vía es un tipo de siniestro que en el que los turismos alcanzan un considerable protagonismo.

Tipología de vehículos implicados	% Siniestros en vías interurbanas	
	Siniestros por salida de vía	Resto de siniestros
Turismo o similar	69,7	56,7
Furgoneta	5,7	9,9
Bicicleta o VMP	1,8	6,1
Ciclomotor/motocicleta	15,6	16,9
Microbús, autobús	0,2	0,7
Camión (cualquier tipo)	5,8	8,5
Otros	1,2	1,2

Tabla 18. Tipos de vehículos en siniestros. (% Verticales).

Respecto al número de vehículos implicados, los datos ponen de manifiesto que **la salida de vía es un tipo de siniestro de un perfil solitario que el resto de siniestros** en los que suele haber más vehículos afectados. En nueve de cada diez siniestros por salida de vía, concretamente en el **91.9%** de los casos, hay **solo un vehículo implicado**. Por el contrario, en el resto de siniestros en vías interurbanas, es más habitual que haya dos o más vehículos implicados (81.9%), siendo el porcentaje de casos en los solo hay un vehículo implicado tan solo del 18.1%.

Usuarios vulnerables		% Siniestros en vías interurbanas	
		Siniestros por salida de vía	Resto de siniestros
Uno		91,9	18,1
Dos o más		8,1	81,9
MEDIA DE VEHÍCULOS		1,10	2,07

Tabla 19. Número de vehículos en siniestros. (% Verticales).

Este resultado tiene como consecuencia que el número medio de víctimas en un siniestro por salida de vía sea menor (1,33 víctimas/siniestro) que en el resto de siniestros en vías interurbanas (1,61 víctimas/siniestro). Sin embargo, como una prueba más de la gravedad de los siniestros por salida de vía, a pesar de provocar menos víctimas, **la media de fallecidos y heridos graves en los siniestros por salida de vía, es mayor que en el resto de siniestros en vías interurbanas**.

Víctimas/siniestro		% Siniestros en vías interurbanas	
		Siniestros por salida de vía	Resto de siniestros
Media de fallecidos/siniestro		0,04	0,03
Media heridos graves/siniestro		0,13	0,11
Media heridos leves/siniestro		1,16	1,46
MEDIA VÍCTIMAS/SINIESTRO		1,33	1,61

Tabla 20. Víctimas por siniestros.

Hay una cuestión importante, a la que últimamente se le da enorme relevancia dado el envejecimiento del parque de vehículos, es la antigüedad de los vehículos implicados en los siniestros. En los siniestros por salida de vía **se registra una mayor antigüedad de los vehículos implicados en comparación con el resto de siniestros que se producen en vías interurbanas**. La antigüedad media de los vehículos implicados en los siniestros por salida de vía es de 12.74 años, mientras que, en el resto de siniestros, la antigüedad media es de 10.64 años. Abundando en este resultado, el **64.6% de los vehículos implicados en una salida de vía tiene más de 10 años**, mientras que, en el resto de siniestros, el porcentaje de vehículos con más de 10 años es del 51.1%

Antigüedad vehículos implicados	% Siniestros en vías interurbanas	
	Siniestros por salida de vía	Resto de siniestros
Menos de 1 año	2,8	3,7
Entre 1 y 2 años	7,9	11,8
Entre 3 y 5 años	9,5	14,2
Entre 6 y 10 años	15,1	19,2
Entre 11 y 15 años	26,6	24,9
Más de 15 años	38,0	26,2
MEDIA (años)	12,74	10,64

Tabla 21. Antigüedad de vehículos en siniestros. (% Verticales).



Características específicas de la vía

Hay que tener en cuenta que **existe un volumen considerable de datos perdidos en la base de datos**, es decir, que **no se tienen datos sobre la característica analizada** (barrera, trazado, ancho de carril o margen) este bloque de información. Para facilitar los análisis comparativos, en este caso se han eliminado los datos perdidos de las bases de cálculo.

Se procede a analizar las particularidades que presenta la vía en la que se produjo el siniestro, contemplando si disponía o no de barreras de seguridad, y de qué tipo, cuáles eran las características del trazado, tanto en planta como en alzado, cuál era el ancho de carril, o si el margen de la vía se encontraba despejado o no.

■ Barreras de seguridad (lateral y mediana)

Una de las cuestiones importantes en el análisis de las salidas de vía hace referencia a **la existencia o no de barreras de seguridad**, bien lateral o bien mediana, las características de las mismas o **qué gravedad tienen los siniestros en función del equipamiento** de barreras de seguridad de la vía.

En el 61,4% de los siniestros por salida de vía por la derecha no existe barrera lateral, seis de cada diez siniestros, mientras que, en los siniestros por salida de vía por la izquierda, la no existencia de una mediana es un poco mayor, se eleva al 67,9%, casi siete de cada diez.

En los siniestros por salida de vía por la derecha, en el **31,1%** de los casos, existe una barrera lateral metálica como sistema de seguridad. En el caso de los siniestros por salida de vía por la izquierda, en el **18%** de las ocasiones, la mediana es una barrera metálica y en el **13,1%**, una barrera de hormigón.

	Siniestros por salida de vía			
	Barrera lateral (salida de vía por la derecha)		Mediana (salida de vía por la izquierda)	
	Siniestros	%	Siniestros	%
Metálica	12.982	32,1	4.765	18,0
Hormigón	1.883	4,7	3.455	13,1
Otro tipo	838	2,1	444	1,7
No hay barrera de seguridad	24.812	61,4	17.769	67,2

Tabla 22. Siniestros contra barreras de seguridad.

Respecto a la gravedad, en las salidas de vía por la derecha, **los siniestros más graves se registran cuando hay una barrera de seguridad**. En estas circunstancias, el 4.2% de las víctimas resultan fallecidas y el **11.8%** heridas graves, mientras que cuando no hay barrera de seguridad, los fallecidos suponen el 3.2% y los heridos graves el 10.9%.

En el caso de que haya barrera de seguridad, **la gravedad más elevada se produce cuando la barrera es metálica**, con un 4.5% de fallecidos y el

11,8% heridos graves. Aunque el dato y la información puedan parecer contradictorios, posiblemente **si no hubiera barrera en el lugar del siniestro posiblemente habría muchos más siniestros y con víctimas mortales**. También es posible que la existencia la barrera de seguridad genere en el conductor un exceso de confianza que tenga como consecuencia una conducción menos prudente de lo que debería ser a tenor del trazado y características de la vía, y otras circunstancias como iluminación, meteorología, tráfico, etc.

Barrera de seguridad mediana		Siniestros por salida de vía por la derecha		
	Víctimas	% Fallecidos	% Heridos graves	% Heridos leves
Barrera de seguridad	21.031	4,2	11,5	84,3
Metálica	17.484	4,5	11,8	83,6
Hormigón	2.489	2,9	8,7	88,5
Otro tipo	1.058	2,7	11,8	85,4
No hay barrera de seguridad	33.059	3,2	10,9	85,9
TOTAL	54.090	3,6	11,1	85,6

Tabla 23. Siniestros en barrera de seguridad lateral. (**% Horizontales**).



Por su parte, en los siniestros por salida de vía por la izquierda, **cuando no hay barrera de seguridad en la mediana, se producen los siniestros más graves** (un 4.0% de fallecidos y un **11.1%** de heridos graves). Este resultado es hasta cierto punto lógico, puesto que una salida de vía por la izquierda sin mediana **implica la invasión del carril contrario**, con lo que se incrementan los siniestros que combinan salida de vía con alguna otra tipología de colisión con otro vehículo que circulación en dirección opuesta (frontolateral, frontal, etc.) aumentando por esta circunstancia la gravedad del siniestro.

En el caso de que haya una mediana, la letalidad es del 2.8%, siendo el porcentaje de heridos graves del 8.6%. Sin embargo, en el caso de que la mediana sea una barrera metálica, el 3.5% de las víctimas resultan fallecidas y el 9.1% heridas graves. **Las medianas de hormigón reducen significativamente la gravedad de los siniestros**, puesto que los fallecidos representan el 1.9% y los heridos graves el 8.1%.

Barrera de seguridad mediana	Siniestros por salida de vía por la izquierda			
	Víctimas	% Fallecidos	% Heridos graves	% Heridos leves
Barrera de seguridad	12.101	2,8	8,6	88,6
Metálica	6.792	3,5	9,1	87,5
Hormigón	4.707	1,9	8,1	90,0
Otro tipo	602	2,0	7,1	90,9
No hay barrera de seguridad	24.193	4,0	11,3	84,7
TOTAL	36.294	3,6	10,4	86,6

Tabla 24. Siniestros en barrera de seguridad mediana. (**% Horizontales**).

■ Trazado: en planta y en alzado

Como era previsible, los siniestros por salida de vía son más habituales cuando el trazado de la vía es en curva.

Algo más de la mitad de los **siniestros por salida de vía, el 52.3%, suceden en una curva**, mientras que el resto de siniestros, tan solo el 26.7% se producen en curva. Aun así y en contra de lo que se pudiera creer, hay que hacer notar, que casi la mitad de las salidas de vía, **el 47.7%, tienen lugar cuando el trazado de la vía es una recta**. Sin embargo, este incremento de los siniestros por salida de vía en curva, no sucede con más intensidad cuando la curva está sin señalizar como cabría esperar.

Los siniestros por salida de vía en una curva señalizada suponen el 34.8%, mientras que, en el resto de siniestros, suponen el 16.8%. Al igual que sucedía

con los Siniestros por salida de vía con barrera, este resultado puede encontrar su explicación en el hecho de que:

Si hay señalización, es porque la administración ha estimado que el riesgo de salida de vía en dicha curva es elevado.

Este estudio no entra a valorar la idoneidad de la señalización actual, pero parece evidente que hay un ámbito de mejora. Por su parte, **los siniestros por salida de vía en curva sin señalizar representan el 17.5%**, mientras que en el resto de siniestros alcanza el 9.9%, siendo una diferencia menor que la observada en la comparativa de la curva señalizada.

Trazado en planta		Siniestros por salida de vía		Resto de siniestros	
	Siniestros	%	Siniestros	%	
Recta	31.871	47,7	88.209	73,3	
Curva señalizada	23.270	34,8	20.191	16,8	
Curva sin señalizar	11.702	17,5	11.973	9,9	

Tabla 25. Siniestros según tipos trazados.



Respecto a la gravedad, los siniestros por salida de vía en curva sin señalizar alcanzan **las cifras de mortalidad y lesividad más elevadas** (5.1% de fallecidos y 14.1% de heridos graves). Esto sucede igualmente en el resto de siniestros, aunque con una intensidad algo menor (4.2% de fallecidos y 15.4% de heridos graves).

Siniestros por salida de vía

Trazado en planta	Víctimas	% Fallecidos	% Heridos graves	% Heridos leves
Recta	44.402	3,3	10,2	86,4
Curva señalizada	30.332	3,6	10,7	85,8
Curva sin señalizar	16.024	5,1	14,1	80,7

Resto de siniestros

Trazado en planta	Víctimas	% Fallecidos	% Heridos graves	% Heridos leves
Recta	147.389	2,2	7,6	90,2
Curva señalizada	30.876	2,8	10,5	86,7
Curva sin señalizar	19.521	4,2	15,4	80,4

Tabla 26. Víctimas en tipos de trazados. (% Horizontales).

Los siniestros por salida de vía, en comparación con el resto de siniestros en vías interurbanas, **se incrementan en los trazados en rampa** (7.4% frente al 5.8%) o en **pendiente**, especialmente en este último (11.4% frente al 6.8%), mientras que descenden en los trazados en llano (80.2% frente al 86.4%).

Trazado en alzado

Siniestros por salida de vía

Resto de siniestros

	Siniestros	%	Siniestros	%
Llano	51.796	80,5	94.355	86,7
Rampa > 5%	4.744	7,4	6.355	5,8
Pendiente >5%	7.434	11,6	7.477	6,9
Cambio brusco de rasante	352	0,5	644	0,6

Tabla 27. Siniestros en barrera de seguridad mediana.

En cuanto a la gravedad de los siniestros por salida de vía, **se registran elevadas cifras de mortalidad y lesividad en función del trazado en alzado de la vía**. La más extrema se registra en los cambios bruscos de rasante (afortunadamente son siniestros que se producen con poca frecuencia), donde el 6,0% de las víctimas resultan fallecidas y el 14,2% heridos graves. Pero también se registran elevadas cifras de letalidad en rampas (4,4% de fallecidos) y pendientes (4,1% de fallecidos).

Siniestros por salida de vía

Trazado en planta	Víctimas	% Fallecidos	% Heridos graves	% Heridos leves
Llano	70.352	3,5	10,6	85,9
Rampa > 5%	6.318	4,4	11,2	84,4
Pendiente >5%	9.809	4,1	12,6	83,4
Cambio brusco de rasante	483	6,0	14,3	79,7

Resto de siniestros

Trazado en planta	Víctimas	% Fallecidos	% Heridos graves	% Heridos leves
Llano	156.474	2,4	8,0	89,6
Rampa > 5%	10.570	2,5	9,6	87,9
Pendiente >5%	11.993	2,6	10,6	86,8
Cambio brusco de rasante	1.212	4,6	16,8	78,5

Tabla 28. Siniestros en barrera de seguridad mediana. (**% Horizontales**).

■ Ancho de carril

Los siniestros por salida de vía, en comparación con el resto de siniestros en vías interurbanas, **se producen con más frecuencia en las vías con carriles más estrechos**, y a medida que la anchura del carril crece el peso de los siniestros por salida de vía es menor.

El 26.1% de los siniestros por salida de vía se producen en carriles de menos de 3.25 metros de ancho, mientras que, en el resto de siniestros, en esta anchura de carril se registran el 18.9%. En las vías con carriles entre 3.25 y 3.75 metros, se producen el 68.5% de los siniestros por salida de vía, mientras que, en el resto de siniestros, se registran el 75.3%.

Ancho de carril	Siniestros por salida de vía		Resto de siniestros	
	Siniestros	%	Siniestros	%
Menos de 3,25 m	17.277	26,1	21.919	18,9
De 3,25 a 3,75m	45.341	68,5	87.208	75,3

Tabla 29. Siniestros en ancho de carril.

En general existe una **relación entre anchura del carril y la gravedad del siniestro**, de tal manera, que en los carriles de menor anchura se incrementa la gravedad de los siniestros. Esta relación se hace aún más intensa en los siniestros por salida de vía, puesto que en los carriles más estrechos el porcentaje de fallecidos es del 4,9% y el de heridos graves del 14,6%.

Siniestros por salida de vía				
Ancho de carril	Víctimas	% Fallecidos	% Heridos graves	% Heridos leves
Menos de 3,25 m	23.108	4,9	14,6	80,5
De 3,25 a 3,75m	61.546	3,4	10,0	86,6
Más de 3,75m	4.926	3,2	9,3	87,5

Resto de siniestros				
Ancho de carril	Víctimas	% Fallecidos	% Heridos graves	% Heridos leves
Menos de 3,25 m	34.171	3,6	17,2	79,2
De 3,25 a 3,75m	146.108	2,4	7,2	90,4
Más de 3,75m	10.923	1,4	5,7	92,9

Tabla 30. Víctimas en siniestros en ancho de carril. (% Horizontales).

■ Margen

La existencia de obstáculos en el margen es otro de los elementos que caracterizan los siniestros por salida de vía. En el 52.0% de los siniestros por salida de vía había obstáculos en el margen (árboles, pared de piedra, muros, edificios, postes, etc.), mientras que en el resto de siniestros esta circunstancia se da en el 40.6% de los casos.

Margen	Siniestros por salida de vía		Resto de siniestros	
	Siniestros	%	Siniestros	%
Despejado	31.389	48,0	64.428	59,4
Obstáculos (árboles, pared de piedra, muros, edificios, postes, etc.)	34.006	52,0	44.056	40,6

Tabla 31. Siniestros por obstáculos en el margen.

Como es lógico, **la existencia de un obstáculo en el margen incrementa la gravedad en los siniestros** con salida de vía. En los siniestros por salida de vía, cuando hay un obstáculo en el margen, el porcentaje de fallecidos es del 3.9% y el de heridos graves del 11.5%.

Siniestros por salida de vía				
Margen	Víctimas	% Fallecidos	% Heridos graves	% Heridos leves
Despejado	42.431	3,0	9,4	87,6
Obstáculos (árboles, pared de piedra, postes, etc.)	46.836	3,9	11,5	84,6

Resto de siniestros				
Margen	Víctimas	% Fallecidos	% Heridos graves	% Heridos leves
Despejado	108.135	2,2	6,7	91,1
Obstáculos (árboles, pared de piedra, postes, etc.)	72.253	2,3	8,8	88,9

Tabla 32. Víctimas en siniestros por obstáculos en el margen. (% Horizontales).

Análisis del clúster

Se ha realizado un **análisis de tipologías** (análisis de clúster) de los siniestros por salida de vía estableciendo grupos homogéneos a partir de características definitorias compartidas y que, a su vez, diferencian a ese grupo del resto. Se ha detectado la existencia de **cinco tipologías de siniestros por salida de vía**, que se detallan a continuación.

Tipología 1 (4.0%)

Siniestros por salida de vía mortales

- » **Lesividad de las víctimas:** 66.1% fallecidos, 14.8% heridos graves y 7.9% heridos leves.
- » Mayor presencia de motocicletas/ciclomotores (27.2%) y menor peso de turismos en comparación con el resto de grupos (58.3%).
- » El 59.2% de los siniestros tienen lugar en carreteras convencionales de calzada única.
- » El 56.7% de los siniestros se producen en curva.
- » Edad media de los conductores implicados 46.4 años (media más alta).
- » Conductores de sexo masculino 89.8%.

Tipología 2 (24.6%)

Siniestros por salida de vía no mortales que se producen de día en autovías, autopistas o carreteras convencionales de doble calzada

- » **Lesividad de las víctimas:** 7.3% heridos graves y 92.7% heridos leves. Los siniestros menos graves.
- » Menor presencia de motocicletas/ciclomotores (10.7%) y mayor peso de turismos (76.1%).
- » No hay siniestros en carreteras convencionales de calzada única (solo el 0.1% se producen en este tipo de vías).
- » El 99.3% de los siniestros tienen lugar de día.
- » El 57.9% de los siniestros se producen en recta.
- » Edad media de los conductores implicados 42.7 años.
- » Conductores de sexo femenino 32.4%.

Tipología 3 (26.4%)

Siniestros por salida de vía no mortales, que se producen de noche

- » **Lesividad de las víctimas:** 9.6% heridos graves y 90.4% heridos leves.
- » Menor presencia de motocicletas/ciclomotores (10.5%) y mayor peso de turismos (80.4%), el más elevado.
- » El 100.0% de los siniestros se producen de noche.
- » El 57.4% se produce en carreteras convencionales de una solo calzada y el 42.6% en vías de doble calzada (autopistas, autovías o carreteras convencionales).
- » Trazado indistinto (recta 50.2%; curva 49.8%).
- » Edad media de los conductores implicados 37.9 años (media más baja).
- » Conductores de sexo masculino 75.7%.

Tipología 4 (6.2%)

Siniestros por salida de vía no mortales, que se producen de vías no convencionales (caminos vecinales, ramales de enlace, vías de servicio...)

- » **Lesividad de las víctimas:** 12.1% heridos graves y 87.9% heridos leves. Los siniestros no mortales más graves.
- » Importante presencia de motocicletas/ciclomotores (17.6%) y descenso del peso de los turismos (66.9%).
- » Siniestros de día (69.0%) y de noche (31.0%).
- » El 100.0% de los siniestros se producen en vías no convencionales (caminos vecinales, ramales de enlace, vías de servicio, etc.).
- » El 56.8% de los siniestros se producen en curva.
- » Edad media de los conductores implicados 42.2 años.
- » Conductores de sexo masculino 77.2%.

Tipología 5 (38.8%)

Siniestros por salida de vía no mortales que se producen de día en carreteras convencionales de una sola calzada

- » **Lesividad de las víctimas:** 10.5% heridos graves y 89.5% heridos leves.
- » Importante presencia de motocicletas/ciclomotores (21.8%) y descenso del peso de los turismos (65.4%).
- » El 100.0% de los siniestros se producen de día.
- » El 99.4% de los siniestros tienen lugar en carreteras convencionales de calzada única.
- » El 57.4% de los siniestros se producen en curva.
- » Edad media de los conductores implicados 45.5 años.
- » Conductores de sexo masculino 72.3%.

4 Conclusiones

Tras la exposición pormenorizada de los datos obtenidos en el análisis de la siniestralidad vial interurbana por **salida de vía en el período 2017-2023**, caben destacar como principales resultados:

- » **Entre 2017 y 2023, se registran 80.329 siniestros por salida de vía** (1 de cada 3 siniestros en vías interurbanas, el 33.5%).
- » **La evolución de los siniestros por salida de vía crece ligeramente en los últimos años** del período (a partir de 2020 suponen más del 34%).
- » **Víctimas:** los siniestros por salida de vía han provocado **107.308 víctimas (el 29.5% del total de víctimas vías interurbanas)**. Ligero crecimiento en los últimos años del período analizado, situándose en **cifras cercanas al 31%**.
- » Los siniestros por salida de vía **son más frecuentes por la noche**. Las cifras más extremas se alcanzan entre las 2 y las 5 horas, donde dos de cada tres siniestros son por salida de vía.
- » Más de la mitad de los siniestros por salida de vía **se producen en carreteras convencionales de calzada única**.
- » La **falta de iluminación de la vía y las condiciones climatológicas adversas** son circunstancias que hacen incrementar los siniestros por salida de vía.
- » La salida de vía es un siniestro de **perfil más individual** que el resto de siniestros interurbanos, en los que suele haber más de un vehículo implicado. En 9 de cada 10 siniestros por salida de vía hay un único vehículo implicado.
- » Esta particularidad tiene como consecuencia que el número medio de víctimas en un siniestro por salida de vía sea menor. Y a pesar de ello, los siniestros por salida de vía presentan unos niveles de **gravedad por encima de la media**.
- » Los **vehículos implicados en los siniestros por salida de vía tienen una antigüedad mayor** que en el resto de siniestros.

- » Los siniestros por salida de vía **son especialmente graves**. Algunos datos que ponen de manifiesto la elevada letalidad y lesividad de los siniestros por salida de vía:

El porcentaje de **víctimas fallecidas es del 3.1% y de heridos graves del 9.7%**, niveles por encima de las cifras que muestran el resto de siniestros interurbanos (2.0% y 7.1% respectivamente).

El **3.9% de los siniestros por salida de vía resultan mortales**, mientras que, en el resto de siniestros, los siniestros mortales se reducen al 2.8%.

Las **salidas de vía provocan el 40.2% de los fallecidos** en vías interurbanas (cuatro de cada diez).

- » En seis de cada diez siniestros por *salida de vía* por la derecha **no existe barrera lateral**, mientras que, en los siniestros por *salida de vía por la izquierda*, la **no existencia de una mediana** se registra en siete de cada diez.
 - » Como era previsible, los siniestros por salida de vía **se incrementan cuando el trazado de la vía es en curva**. El 52.3% de las salidas de vía se producen en una curva, mientras que el resto de siniestros tan solo el 26.7%.
 - » Cuando el siniestro por salida de vía se produce en una **curva sin señalizar**, se registran las cifras de mortalidad y lesividad más elevadas (5.1% de fallecidos y 14.7% de heridos graves).
 - » La **mortalidad** de los siniestros por salida de vía **se incrementa cuando trazado de la vía no es en llano**. Cuando el siniestro sucede en un cambio de rasante, el 6.0% de las víctimas resultan fallecidas, en rampas los fallecidos suponen el 4.4%, mientras que en pendientes los fallecidos representan el 4.1% de las víctimas.
- » El análisis de clúster ofrece **cinco tipologías** de siniestros por salida de vía:

Tipología 1 (4.0%): Siniestros por salida de vía mortales.

Tipología 2 (24.6%): Siniestros por salida de vía no mortales que se producen de día en autovías, autopistas o carreteras convencionales de doble calzada.

Tipología 3 (26.4%): Siniestros por salida de vía no mortales, que se producen de noche.

Tipología 4 (6.2%): Siniestros por salida de vía no mortales, que se producen de vías no convencionales (caminos vecinales, ramales de enlace, vías de servicio, etc.).

Tipología 5 (38.8%): Siniestros por salida de vía no mortales que se producen de día en carreteras convencionales de una sola calzada.



B

Salidas de vía graves y mortales

Salidas de vías graves y mortales

Entre los distintos tipos de siniestros viales que se registran en la red interurbana española, **los siniestros por salida de vía constituyen una de las tipologías más graves tanto por su letalidad como por su impacto en la mortalidad vial**. Aunque representan una proporción cercana al 40% del total de los siniestros graves y mortales, concentran un porcentaje aún mayor de fallecidos, lo que evidencia su especial peligrosidad. En concreto, durante el período 2017-2023, el 41,2% de los siniestros mortales en vías interurbanas se produjeron como consecuencia de una salida de vía, superando en letalidad al resto de siniestros viales (18,8% de fallecidos frente al 14,6%).

La Estrategia Española de Seguridad Vial 2030, desarrollada por la Dirección General de Tráfico (DGT), aborda la problemática de las salidas de vía como una de las prioridades en la reducción de la siniestralidad mortal y grave en las carreteras españolas.

En este contexto, el conocimiento de las características, variables y factores de este tipo de siniestros son determinantes para establecer soluciones eficaces.

Este apartado B del estudio tiene precisamente como objeto **analizar con profundidad la evolución, las características y las particularidades de los siniestros graves y mortales por salida de vía registrados en España entre los años 2017 y 2023**. A partir de la Base de Datos ARENA (Análisis de Registros de siniestros de tráfico con víctimas e información complementaria) que es el sistema centralizado de información estadística sobre los siniestros de tráfico con víctimas que gestiona la Dirección General de Tráfico (DGT), se analizarán todos los siniestros viales por salida de vía del período indicado.

A lo largo del documento se abordará la incidencia de diversos factores como la edad y el perfil del conductor, las condiciones del entorno (iluminación, clima, tipo de vía y firme), el tipo de vehículo implicado y las infracciones cometidas, principalmente las relacionadas con una velocidad inadecuada, responsable de más del 80% de los siniestros.

Pese al descenso generalizado de la siniestralidad vial a lo largo de los años, **los datos indican que los siniestros por salida de vía no presentan una tendencia similar a la baja**. De hecho, en 2023 se registró el mayor número de fallecidos del período analizado (539 víctimas mortales), lo que contrasta con la evolución descendente observada en el resto de siniestros interurbanos. Este hecho obliga a formular interrogantes clave dentro del extenso análisis que se ha realizado en el estudio:

- » **¿Por qué las salidas de vía mantienen una elevada letalidad mientras otros tipos de siniestros graves y mortales tienden a disminuir?**
- » **¿Cómo se proyecta la evolución futura de los siniestros por salida de vía graves y mortales en comparación con el resto?**
- » **¿Qué características específicas presentan los siniestros por salida de vía graves y mortales con relación al resto de siniestros interurbanos?**
- » **¿Qué variables del entorno, del conductor y del vehículo influyen de forma determinante en la ocurrencia y gravedad de estos siniestros?**

Es muy importante dar respuesta a estas y otras cuestiones al objeto de establecer medidas preventivas de distinto tipo, especialmente en la infraestructura, para reducir tanto la siniestralidad como la lesividad derivada de estos siniestros que comienzan a alcanzar unas cifras preocupantes en el ecosistema de la siniestralidad vial.

1 Siniestros, víctimas y proyección

Siniestros graves y mortales

Para realizar los análisis que se muestran en el presente capítulo del informe, se han seleccionado del total de **siniestros que ocurren en el ámbito interurbano**, aquellos con resultado grave o mortal. Consideramos un siniestro con **resultado grave** aquel que ha ocasionado al menos un herido grave pero sin fallecidos, y **siniestro con resultado mortal** aquel que ha provocado alguna víctima mortal, además de otras posibles víctimas. Sobre esta selección de siniestros graves y mortales, se procede a analizar los resultados comparando los siniestros por salida de vía del resto de siniestros. En consecuencia, en las siguientes páginas cuando se hace mención a siniestros por salida de vía o a resto de siniestros interurbanos, en ambos casos, salvo que se indique expresamente, se hace referencia a **siniestros con resultado grave o mortal**.

Años	Siniestros por salida de vía	Resto de siniestros en vías interurbanas
2017	1.876	3.068
2018	1.756	2.912
2019	1.753	2.852
2020	1.408	2.245
2021	1.594	2.387
2022	1.705	2.531
2023	1.867	2.778
TOTAL	11.959	18.773

Tabla 33. Siniestros graves y mortales. **Datos absolutos.**

Los siniestros graves y mortales (siniestros con al menos un fallecido o un herido grave) en vías interurbanas consecuencia de una salida de vía, **se sitúan en torno a los 1.700 - 1.800 al año**, considerando la excepción de los años 2020 y 2021 con las restricciones de movilidad a causa del Covid-19. Los datos indican que, tras el descenso debido a la pandemia, se produce un incremento de la siniestralidad en los años posteriores, de forma que la siniestralidad por salida de vía de 2023 (1.867 siniestros graves y mortales), es prácticamente la misma que la registrada en 2017 (1.876 siniestros graves y mortales). En consecuencia, cabe concluir en primer lugar que **no se produce un descenso de la siniestralidad grave o mortal por salida de vía durante el período estudiado**.

Sin embargo, **el incremento mencionado de la siniestralidad posterior a la pandemia es más atenuado en el resto de siniestros graves y mortales, es decir en los siniestros que no responden a una salida de vía**. En 2017 el resto de siniestros mortales y graves que se registran en vías interurbanas se situó en los 3.068, mientras que en 2023 la cifra fue de 2.778, lo que supone una diferencia de 290 siniestros (un 9.4% menos que en 2017).

Años	% Siniestros	
	Siniestros por salida de vía	Resto de siniestros en vías interurbanas
2017	37,9	62,1
2018	37,6	62,4
2019	38,1	61,9
2020	38,5	61,5
2021	40,0	60,0
2022	40,3	59,7
2023	40,2	59,8
TOTAL	38,9	61,1

Tabla 34. Siniestros graves y mortales. (% Horizontales).

En consecuencia, el peso de los siniestros mortales y graves por salida de vía en la siniestralidad en vías interurbanas se va incrementando año tras año. Como se aprecia en la tabla anterior, en 2017 los siniestros por salida de vía suponían el 37,9% de los siniestros en vías interurbanas, porcentaje que se incrementa levemente, pero de manera continuada en los años siguientes, llegando a suponer el 40,2% en 2023.

Años	% Siniestros graves	
	Siniestros por salida de vía	Resto de siniestros en vías interurbanas
2017	37,0	63,0
2018	37,3	62,7
2019	37,4	62,6
2020	37,2	62,8
2021	39,6	60,4
2022	39,3	60,7
2023	39,4	60,6
TOTAL	38,1	61,9

Tabla 35. Siniestros graves. (% Horizontales).

Años	% Siniestros mortales	
	Siniestros por salida de vía	Resto de siniestros en vías interurbanas
2017	40,9	59,1
2018	38,6	61,4
2019	40,1	59,9
2020	42,7	57,3
2021	41,2	58,8
2022	42,8	57,2
2023	42,5	57,5
TOTAL	41,2	58,8

Tabla 36. Siniestros mortales. (% Horizontales).

Profundizando en el análisis de los siniestros más violentos (siniestros graves y mortales), es importante señalar que **las salidas de vía tienen aún mayor peso entre los siniestros mortales que entre los siniestros graves**. Considerando exclusivamente los siniestros mortales en vías interurbanas, se observa que las salidas de vía suponen el 41,2% de los siniestros. Cuando se hace este mismo análisis seleccionando únicamente siniestros graves, **las salidas de vías representan el 38,1% de los siniestros** (3,1 puntos porcentuales menos que el porcentaje que suponen las salidas de vía entre los siniestros mortales).

Víctimas de siniestros graves y mortales

Años	Siniestros por salida de vía		Resto de siniestros en vías interurbanas	
	Fallecidos	Heridos graves	Fallecidos	Heridos graves
2017	517	1.696	804	3.070
2018	505	1.577	812	2.874
2019	482	1.512	754	2.791
2020	406	1.195	569	2.166
2021	445	1.356	671	2.286
2022	533	1.474	740	2.418
2023	539	1.674	749	2.671
Total	3.4727	10.484	5.099	18.276

Tabla 36. Víctimas de siniestros graves y mortales. (**Datos absolutos**).

Comparando las salidas de vía con el resto de siniestros en vías interurbanas, se ha podido constatar que **las salidas de vía provocan del orden de 500 fallecidos al año y en torno a los 1.500 heridos graves**, mientras que el resto de siniestros en vías interurbanas causan anualmente en torno a los 750 fallecidos y algo más de 2.600 heridos graves. Es importante destacar que en el resto de siniestros **en vías interurbanas** (no salidas de vía) **se aprecia un descenso de las cifras de siniestralidad**. En 2017 se registran 804 fallecidos y 3.070 heridos graves frente a los 749 fallecidos y 2.671 heridos graves de 2023.

Sin embargo, esta tendencia descendente **no se cumple con relación a la siniestralidad por salida de vía** especialmente en cuanto **a los fallecidos**. En 2023 la cifra de fallecidos (539) es la más elevada del período analizado, mientras que la de heridos graves (1.674) se aproxima a la más alta registrada en 2017 (1.696).

Lesividad	% Víctimas	
	Siniestros por salida de vía	Resto de siniestros en vías interurbanas
Fallecido	18,8	14,6
Herido Grave	57,4	52,2
Herido Leve	23,8	33,2

Tabla 36. Lesividad de las víctimas en siniestros graves y mortales. (**% Verticales**).

Para concluir, otro dato que muestra la **enorme letalidad y gravedad de los siniestros por salida de vía** hace referencia a la diferencia de fallecidos y heridos graves que presenta el siniestro por salida de vía en comparación con el resto de siniestros en vías interurbanas. Lógicamente los porcentajes son elevados, dado que se consideran exclusivamente siniestros graves y mortales, sin embargo, las diferencias entre ambas tipologías de siniestros son evidentes. En los siniestros por salida de vía, **los fallecidos suponen el 18.8% de las víctimas y los heridos graves el 57.4%**. En el resto de siniestros, los fallecidos suponen el 14.6% (4.2 puntos porcentuales menos que en las salidas de vía) y los heridos graves el 52.2% (en este caso, 5.2 puntos porcentuales menos que en las salidas de vía).

Proyección de siniestralidad

A fin de llevar a cabo una posible **proyección de los siniestros por salida de vía graves y mortales en vías interurbanas para los próximos años**, se han tomado los datos de siniestros desde el año 2013 hasta 2023. Específicamente, con el objeto de dimensionar de manera más precisa la proyección, se han tenido en cuenta el resto de siniestros en vías interurbanas para realizar el mismo ejercicio de proyección. Debido a anomalía en la secuencia temporal de datos que supuso la pandemia, en la proyección no se han contemplado los datos correspondientes a los años 2020 y 2021.

Años	Siniestros por salida de vía	Resto de siniestros en vías interurbanas
2013	1.985	3.281
2014	1.911	3.038
2015	1.812	3.120
2016	2.012	3.126
2017	1.876	3.068
2018	1.756	2.912
2019	1.753	2.852
2020	1.408	2.245
2021	1.594	2.387
2022	1.705	2.531
2023	1.867	2.778

Tabla 37. Siniestros graves y mortales.

La tendencia mostrada por los siniestros entre los años 2013 y 2023, permite establecer una proyección de la siniestralidad aplicando las ecuaciones de regresión. En el caso de los **siniestros por salida de vía** la ecuación logarítmica es la que mejor se ajusta y la que puede ofrecer una estimación más acertada de los valores futuros, y cuya expresión sería:

$$\text{Nº de siniestros} = 1.982,154 - 87,889 \times \ln(\text{nº de año})^*$$

* En la ecuación de regresión la variable nº de año, se refiere al número de orden que ocupa cada año en la serie. De esta forma el año 2013 en la variable nº de año tomaría el valor 1, 2014 el valor 2, y así sucesivamente.

Para el caso del resto de siniestros en vías interurbanas, la ecuación exponencial sería la que mejor ajuste mostraría y quedaría expresada por:

$$\text{Nº de siniestros} = 3.303,556 \times 0,980^{\text{nº de año}}*$$

* Al igual que sucede en el caso anterior, en la ecuación de regresión la variable nº de año, se refiere al número de orden que ocupa cada año en la serie. De esta forma el año 2013 en la variable nº de año tomaría el valor 1, 2014 el valor 2, y así sucesivamente.

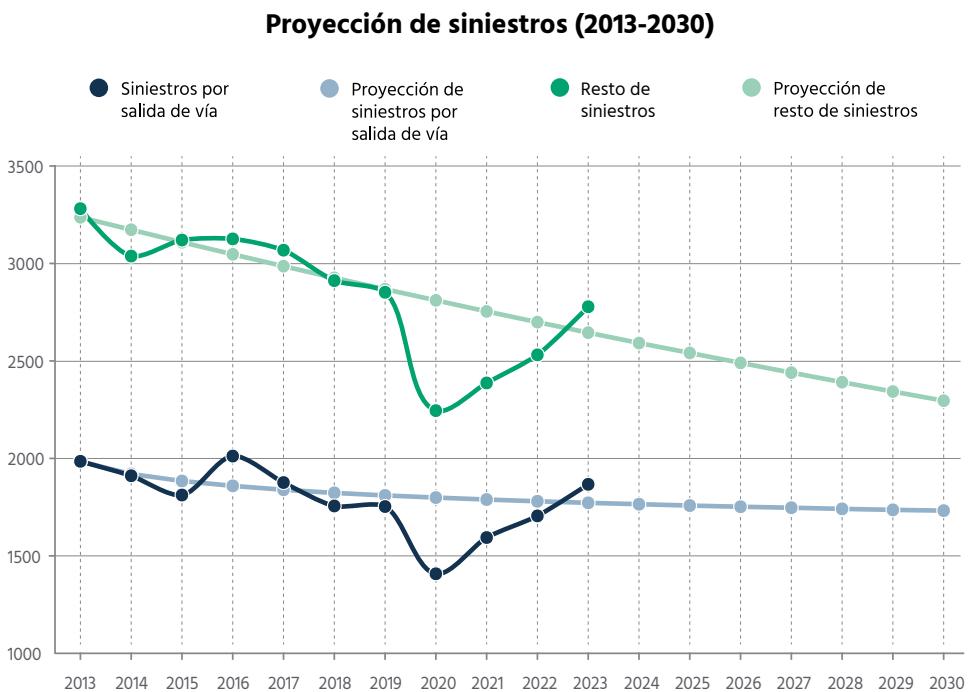
Aplicando las ecuaciones de regresión obtenidas sobre los datos, en la siguiente tabla se muestran las proyecciones, tanto de salidas de vía como del resto de siniestros hasta el año 2030.

Años	Siniestros por salida de vía	Proyección siniestros por salida de vía	Resto de siniestros	Proyección resto de siniestros
2013	1.985	1.984	3.281	3.237
2014	1.911	1.920	3.038	3.173
2015	1.812	1.884	3.120	3.109
2016	2.012	1.859	3.126	3.047
2017	1.876	1.839	3.068	2.986
2018	1.756	1.823	2.912	2.926
2019	1.753	1.810	2.852	2.868
2020	1.408	1.799	2.245	2.811
2021	1.594	1.789	2.387	2.754
2022	1.705	1.780	2.531	2.699
2023	1.867	1.772	2.778	2.645
2024		1.765		2.592
2025		1.758		2.541
2026		1.752		2.490
2027		1.747		2.440
2028		1.741		2.391
2029		1.736		2.343
2030		1.732		2.296

Tabla 38. Siniestros graves y mortales.

Hay que señalar que **estas proyecciones se formulan a partir del histórico de datos**, pero cualquier programa público o eventualidad que modifique las tendencias de la movilidad (cambio normativo, incremento inusitado del precio de los automóviles o de los combustibles, inversión en infraestructuras, acontecimientos sociales de fuerte impacto como el Covid-19, etc.) puede hacer variar de manera sensible los datos.

El gráfico siguiente muestra claramente la **posible tendencia descendente, tanto de los siniestros graves y mortales por salida de vía, como del resto de siniestros graves y mortales en vías interurbanas**. Sin embargo, lo destacable es que la tendencia descendente es más acusada en el resto de siniestros que en los siniestros específicos por salida de vía. En consecuencia, todo apunta a que, entre los siniestros graves y mortales en vías interurbanas, el peso de las salidas de vía será cada vez mayor, lo que refuerza la idea de su necesidad de conocimiento y la exigencia de adoptar medidas preventivas.



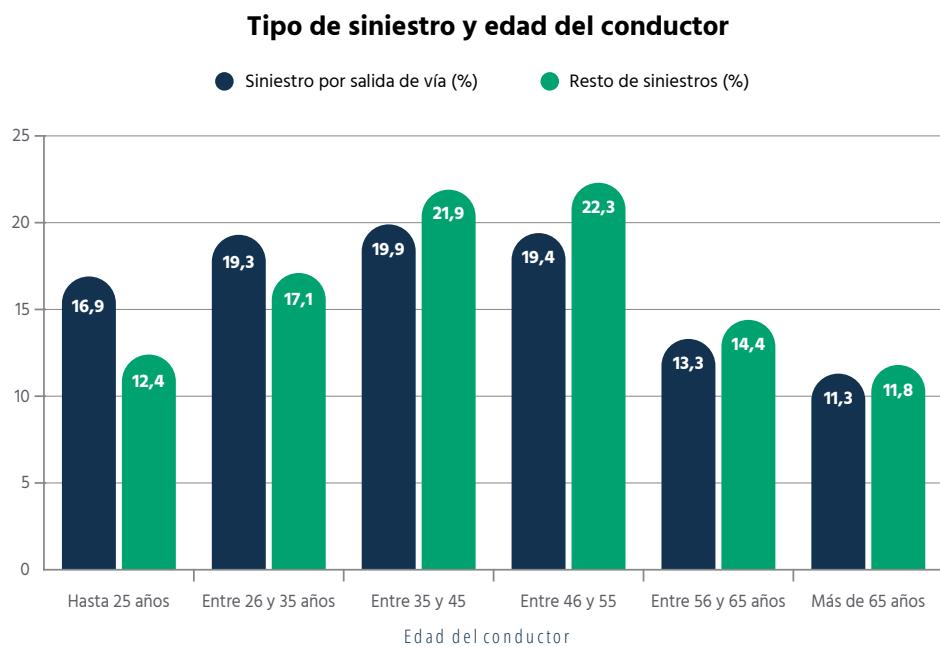
Gráfica 2. Proyección de siniestros.

2 Salida de vía vs resto de siniestros

Perfil del conductor

La edad del conductor parece que es un factor clave en la caracterización de los siniestros por salida de vía. Las diferencias en la edad se hacen evidentes en cuando se realiza la comparativa de siniestros por salida de vía frente al resto de siniestros interurbanos (mortales y graves en ambos casos).

Los datos muestran que **los siniestros por salida de vía los sufren conductores algo más jóvenes que el resto de siniestros interurbanos**. En los siniestros por salida de vía, el porcentaje de conductores con 35 años o menos alcanza el 36.2%, mientras que este porcentaje en el resto de siniestros interurbanos se sitúa en el 29.5%, 6.7 puntos porcentuales menos.



Gráfica 3. Relación entre el tipo de siniestro y la edad del conductor.

Algo similar sucede con el **género de los conductores** que también presentaba **diferencias en función de la tipología del siniestro**. En la comparativa siniestros por salida de vía frente al resto de siniestros interurbanos, el porcentaje de conductores masculinos en los siniestros por salida de vía es algo mayor (86.3%) que en el resto de siniestros (84.1%).

Género del conductor	% Siniestros por salida de vía	% Resto de siniestros
Masculino	86,3	84,1
Femenino	13,7	15,9

Tabla 39. Siniestros según el género. (% Verticales).

Se registra también una **diferencia importante entre los siniestros por salida de vía y el resto de siniestros interurbanos** en relación con el porcentaje de conductores que presuntamente han cometido una infracción. En el caso de los conductores involucrados en un siniestro por salida de vía con resultado grave o mortal, el 35,9% han cometido presuntamente una infracción. Por su parte, el porcentaje de conductores que han cometido una infracción en el resto de siniestros es del 30,3%.

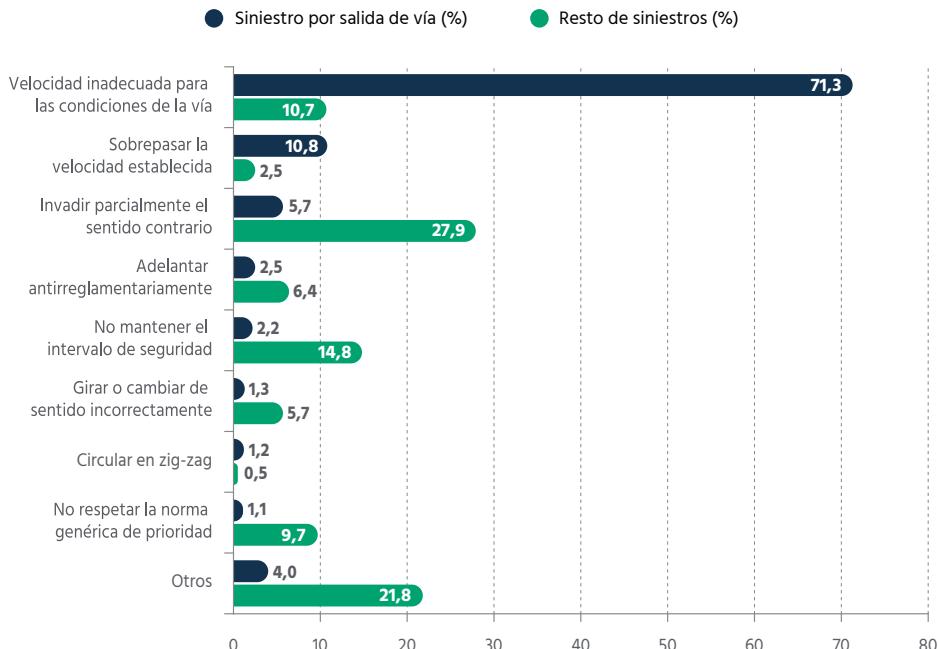
Tipo de siniestro	% Conductores infractores / total conductores
Total siniestros	31,8
Siniestros por salida de vía	35,9
Resto de siniestros	30,3

Tabla 40. Tipo de siniestro.

Respecto al tipo de infracción presuntamente cometida por el conductor, los datos evidencian que **la velocidad es el factor fundamental en el origen de los siniestros por salida de vía** y de una manera casi exclusiva. En el resto de siniestros interurbanos la velocidad es un factor con cierto peso, pero existen otros de mayor entidad como son la invasión parcial del sentido contrario o no mantener el intervalo de seguridad.

En los siniestros por salida de vía, **la velocidad es un factor que está detrás de más del 80% de las presuntas infracciones**. Además, es importante destacar que la infracción por velocidad no responde en la mayor parte de casos superar el límite establecido, sino a conducir a una velocidad inadecuada a las condiciones de la vía (71,3%).

Tipo de siniestro e infracción del conductor (siniestros graves y mortales)

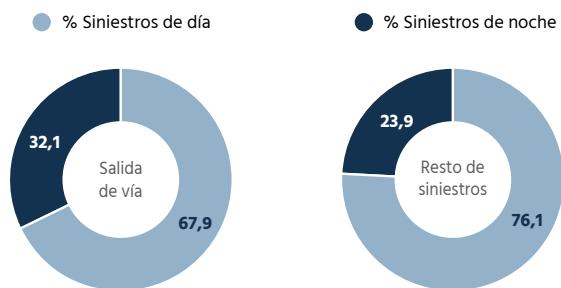


Gráfica 4. Presunta infracción del conductor.

Momento del siniestro

El momento del día en el que se produce el siniestro en vías interurbanas se muestra como un factor clave en los siniestros graves y mortales, que discrimina entre las salidas de vía y el resto de siniestros. **Uno de cada tres siniestros por salida de vía (el 32.1%) se producen de noche**, mientras que en el resto de siniestros en vías interurbanas los siniestros nocturnos suponen el 23.9% (apenas uno de cada cuatro).

Comparación de siniestros según día y noche

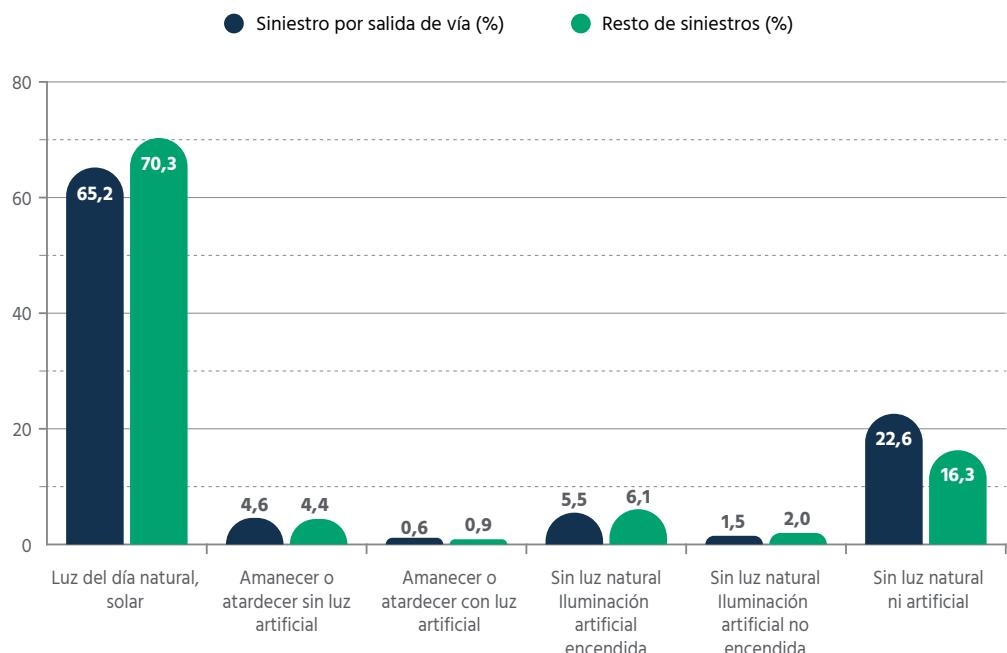


Gráfica 5. Comparación de siniestros según día y noche.

Estrechamente vinculado al momento del día en el que ocurre el siniestro, se encuentran **las condiciones de iluminación de la vía**. Las salidas de vía se producen con **más frecuencia** que el resto de siniestros en situaciones **donde no hay luz natural ni artificial**. Mientras que en circunstancias sin iluminación se producen el 16.3% del resto de siniestros, en el caso de las salidas de vías, el porcentaje es del 22.6, seis puntos porcentuales más.

Como contrapartida, los siniestros por salida de vía se producen con menos frecuencia que el resto de siniestros en condiciones de luz natural. Las salidas de vía que ocurren en estas condiciones suponen el 65.2%, mientras que en el resto de siniestros alcanza el 70.3%.

Condiciones de iluminación



Gráfica 6. Siniestros según condiciones de iluminación.

Un resultado descubierto que es importante destacar hace referencia a **la influencia ejercida por la climatología en la gravedad de los siniestros por salida de vía**. Como se puede apreciar en la tabla siguiente, el porcentaje de siniestros por salida de vía graves o mortales se sitúa en torno al 40%, ya sea con climatología adversa severa (lluvia fuerte, granizo, nieve o niebla intensa), o con climatología apacible o moderada (lluvia débil o niebla ligera). Sin embargo, los siniestros por salida de vía leves, es decir, cuando no se producen fallecidos ni heridos graves, suponen casi la mitad ante una climatología adversa severa, un 47.3%, mientras que, representan tan solo un tercio (31.0%) en condiciones de climatología apacible o moderada.

Climatología	% Siniestros graves y mortales	
	Siniestros salida de vía	Resto de siniestros
Climatología adversa severa	40,5	59,5
Climatología apacible o moderada	38,8	61,2
% Siniestros leves		
Climatología adversa severa	47,3	52,7
Climatología apacible o moderada	31,0	69,0

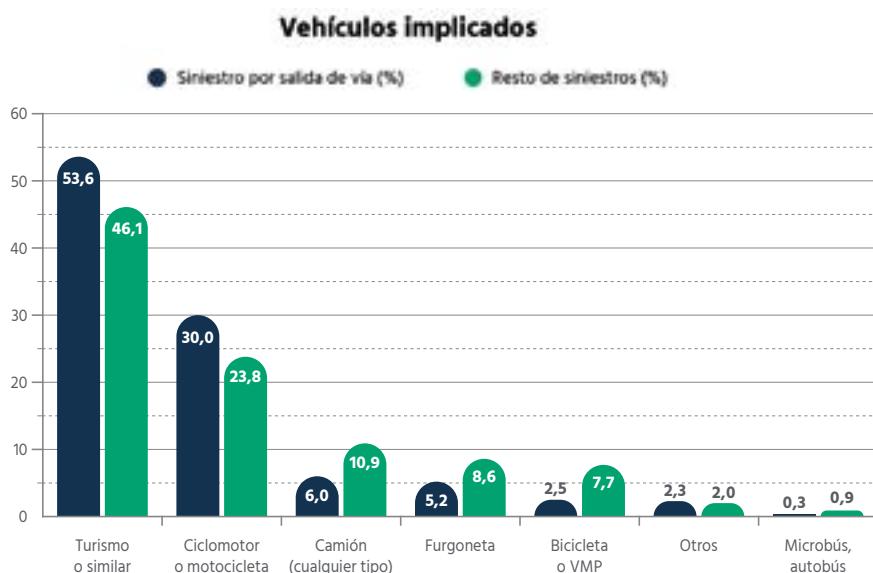
Tabla 41. Siniestros dependiendo la climatología. (% Horizontales).

Por tanto, **la climatología adversa severa** (lluvia fuerte, granizo, nieve o niebla intensa) **provoca un incremento significativo de los siniestros por salida de vía de carácter leve**.

Estos datos apuntan a la hipótesis de que, **ante unas condiciones de meteorología adversa severa, los conductores incrementan la prudencia en la conducción, reduciendo la velocidad**, y como consecuencia, **en caso de siniestro, éste tiene unos efectos menos graves**.

Vehículos implicados

Los **turismos y las motocicletas** son los vehículos habitualmente implicados en los siniestros por salida de vía graves y mortales. La mitad de los vehículos implicados en un siniestro por salida de vía es un turismo (53.6%), mientras que casi un tercio es una motocicleta (30.0%). En el resto de siniestros, aun siendo más frecuente la intervención de turismos (46.1%) y de motocicletas (23.8%), no es despreciable la implicación de otras tipologías de vehículos: camión (10.9%), furgonetas (8.6%) o bicicletas/VMP (7.7%). Por el contrario, en los siniestros por salida de vía la implicación de estas tipologías de vehículos es muy reducida.



Gráfica 7. Vehículos implicados en siniestros mortales y graves.

También se ha podido constatar que la **antigüedad media de los vehículos implicados** en salidas de vía graves y mortales es 1.32 años mayor que la registrada en el resto de siniestros (12.87 años de media de los vehículos implicados en una salida de vía vs 11.55 años de media de los vehículos implicados en el resto de siniestros).

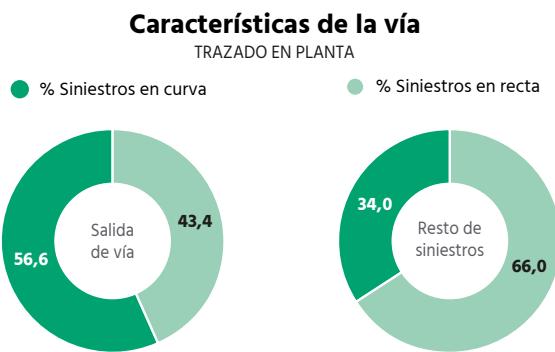
Además de lo anterior, es importante destacar que **el 63.2%** (dos de cada tres vehículos) implicados en una salida de vía **tiene más de 10 años de antigüedad**. Este porcentaje en el resto de siniestros se sitúa en el 55.0% (8.2 puntos porcentuales menos).

Antigüedad vehículos implicados	Salida de vía	Resto de siniestros
Menos de 1 año	3,1	3,2
Entre 1 y 2 años	8,4	10,9
Entre 3 y 5 años	9,3	12,6
Entre 6 y 10 años	16,0	18,4
Entre 11 y 15 años	25,4	24,9
Más de 15 años	37,8	30,1
Media	12,87	11,55

Tabla 42. Siniestros dependiendo de la antigüedad del vehículo. (% Verticales).

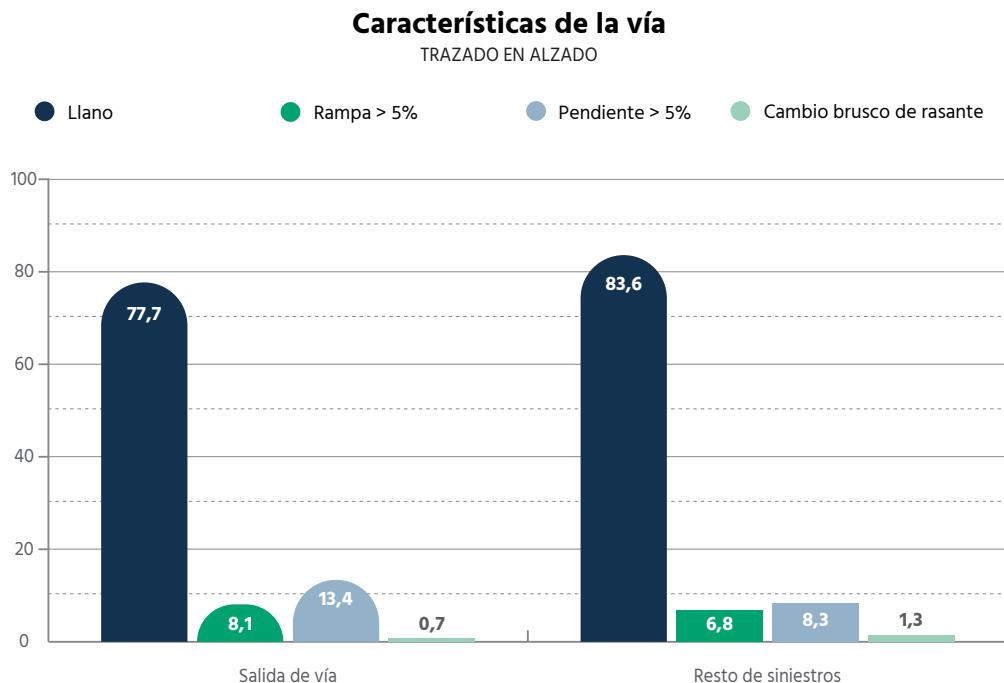
Características de la vía

También se han encontrado diferencias de interés en el porcentaje de siniestros según las características de la vía. En el caso de los siniestros graves y mortales, **más de la mitad de las salidas de vía se producen en curva** (56.6%), mientras que el resto de siniestros los siniestros en curva tan solo suponen el 34.0%. No obstante, es importante señalar que algo más de cuatro de cada diez **siniestros por salida de vía con resultado grave o mortal**, el 43.4%, **se producen en un trazado recto**.



Gráfica 8. Siniestros dependiendo del trazado de la vía en planta.

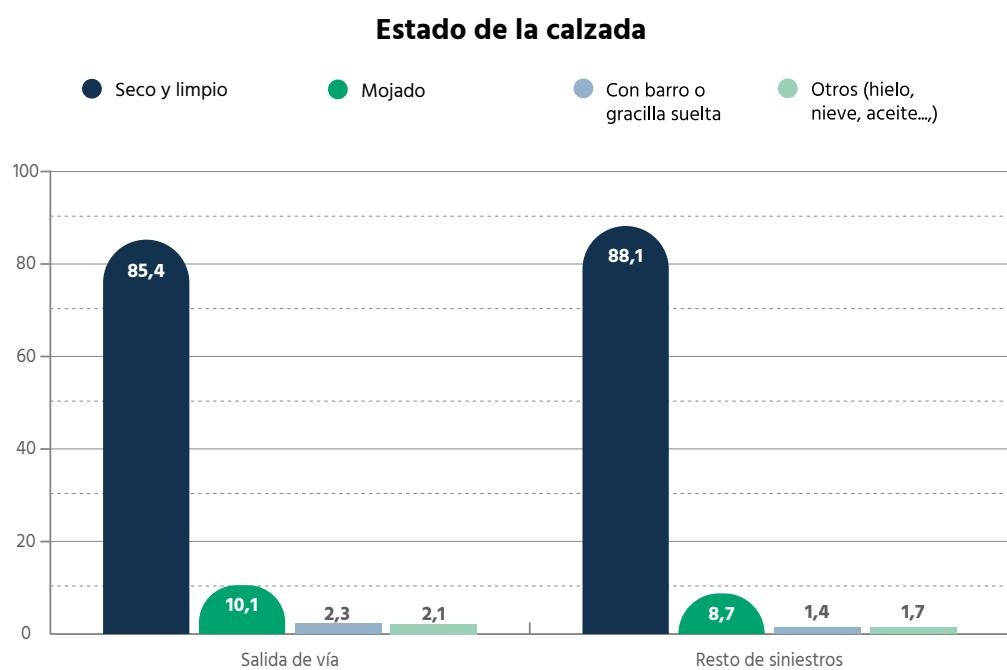
En cuanto al **trazado de la vía en alzado**, los siniestros por salida de vía son más frecuentes que el resto de siniestros en desniveles, tanto en rampas (ascendente) como en pendientes (descendente), especialmente en estas últimas condiciones. Mientras que, en el resto de siniestros, los siniestros interurbanos que se producen en pendiente suponen el 8.3%, en las salidas de vía, este porcentaje se incrementa al 13.4%. Algo similar sucede con los siniestros en rampa, aunque la diferencia es más estrecha (resto de siniestros en rampa 6.8% frente a salidas de vía en rampa 8.1%).



Gráfica 9. Siniestros según las características de la vía.

Respecto del estado del firme de la vía en la que se produce el siniestro, se ha podido comprobar que en las salidas de vía hay un **ligero incremento de las situaciones anómalas**, es decir, **situaciones en las que el firme no está seco y limpio**. Mientras que en las salidas de vía los siniestros que se producen estando el firme seco y limpio suponen el 85.4%, en el resto de siniestros este porcentaje se eleva ligeramente al 88.1%.

Concretamente, el 10.1% de las salidas de vías se producen con el firme mojado, mientras que en el resto de siniestros esto sucede en el 8.7% de los siniestros. A ello hay que añadir que el 2.3% de las salidas de vía tienen lugar en un firme con barro o gravilla, mientras que solo sucede esta circunstancia en el 1.4% de casos del resto de siniestros.



Gráfica 10. Siniestros según el estado del firme.

3 Características del siniestro por salida de vía

Día vs Noche

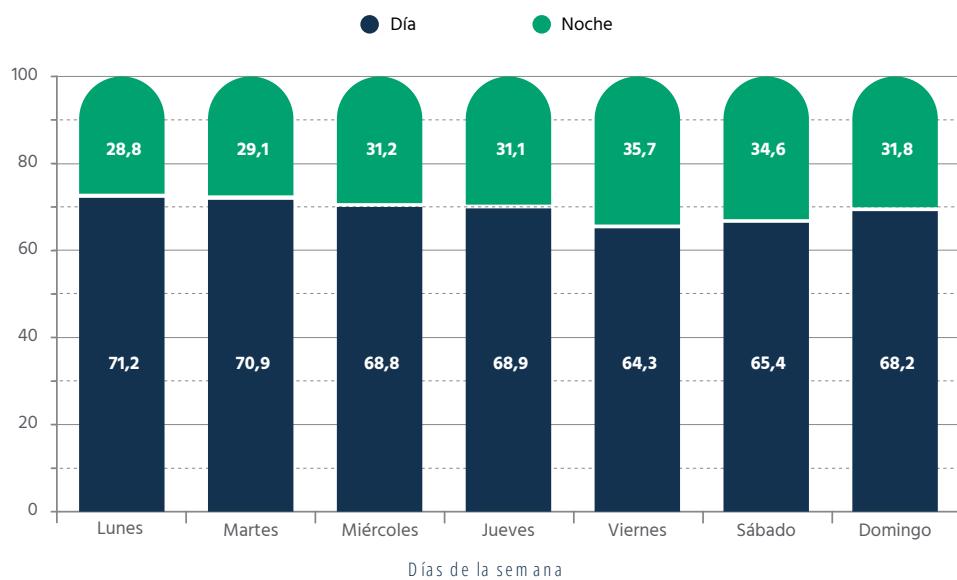
Dos de cada tres siniestros por salida de vía mortal o grave, el 67.9%, **se producen de día**, y uno de cada tres, el 32.1%, de noche. Tal y como cabía esperar, existe una relación entre la gravedad del siniestro por salida de vía y el momento del día en que éste se produce (día o noche). El **31.1% de los siniestros por salida de vía graves se producen de noche**, mientras que en el caso de los **siniestros mortales**, este porcentaje se eleva al **35.0%**.

Gravedad del siniestro	% Día	% Noche
Siniestros salida de vía (mortales y graves)	67,9	32,1
Siniestro mortal	65,0	35,0
Siniestro grave	68,9	31,1

Tabla 42. Siniestros según de día o noche. (% Horizontales).

Considerando el día de la semana, se aprecia que **se incrementa el peso de los siniestros nocturnos durante el fin de semana**. Mientras que de lunes a jueves los siniestros por salida de vía ocurridos por la noche se sitúan en torno al 30%, el viernes suponen el 35.7% y el sábado el 34.6%. El domingo vuelve a descender el peso de los siniestros nocturnos para situarse en 31.8%.

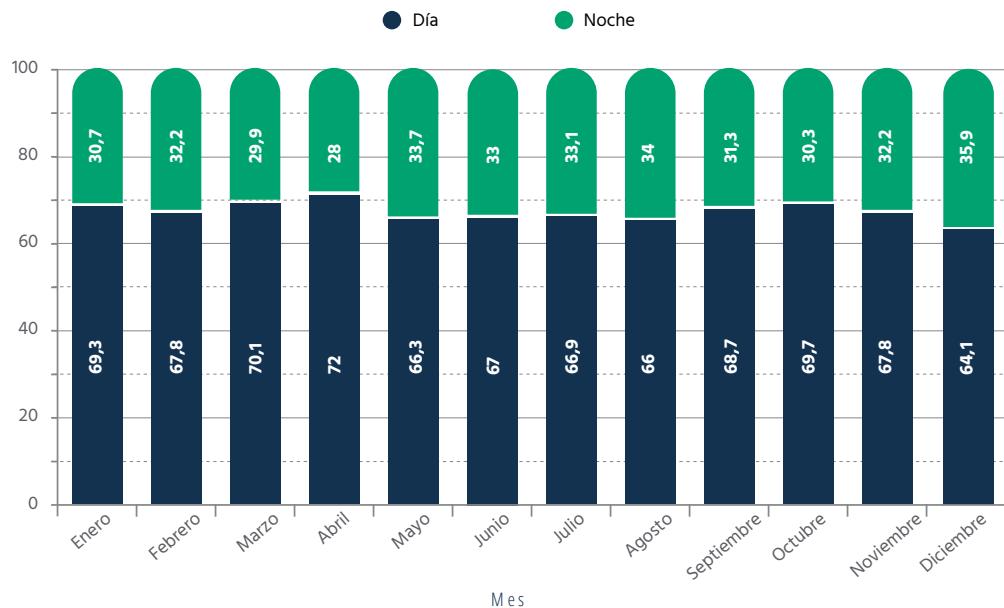
Días de la semana según día y noche



Gráfica 11. Siniestros graves y mortales según los días de la semana según día y noche.

Considerando los meses del año, se aprecia un **incremento de los siniestros** por salida de vía nocturnos en dos momentos del año. Por un lado, **entre los meses de mayo y agosto**, los meses de temperaturas más cálidas, el porcentaje de siniestros nocturnos no baja del 33.0%. Por otro lado, en **el mes de diciembre**, las salidas de vía nocturnas se sitúan por encima del 35%.

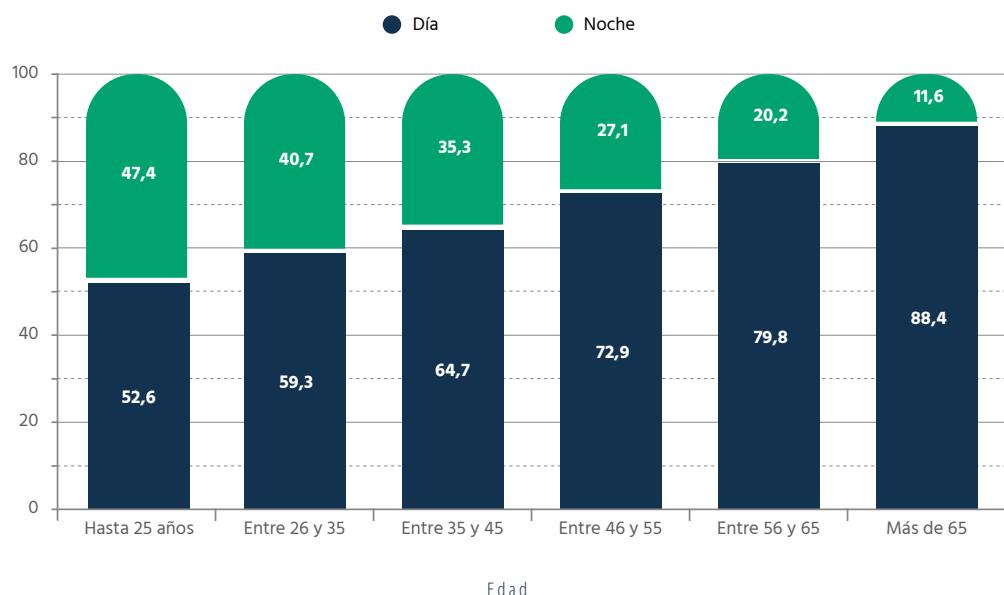
Meses del año según día y noche



Gráfica 12. Siniestros graves y mortales en los meses del año según día y noche.

También los datos indican que hay una clara **relación entre el momento del siniestro por salida de vía y la edad del conductor** del vehículo implicado en el siniestro. Las salidas de vía nocturnas suponen el 47,4%, casi la mitad, cuando el conductor tiene 25 años o menos, porcentaje que va descendiendo progresivamente a medida que la edad del conductor avanza, llegando a suponer el 20.2% en el tramo de edad entre los 56 y los 65 años. Más allá de esa edad, la salida de vía nocturna supone tan solo el 11.6% de los siniestros.

Edad del conductor según día y noche



Gráfica 13. Siniestros graves y mortales según la edad del conductor entre día y noche.

Respecto al género del conductor, hay que hacer mención a varias cuestiones que afinan aún más el perfil del conductor implicado en un siniestro por salida de vía. En el análisis de los siniestros por salida de vía en general (todos los siniestros por salida de vía, leves, graves y mortales) se hacía mención a que el 72.9% de los conductores implicados eran hombres. En el caso de los **siniestros por salida de vía graves y mortales**, los **conductores hombres suponen el 86.4% frente al 13.6% de mujeres**.

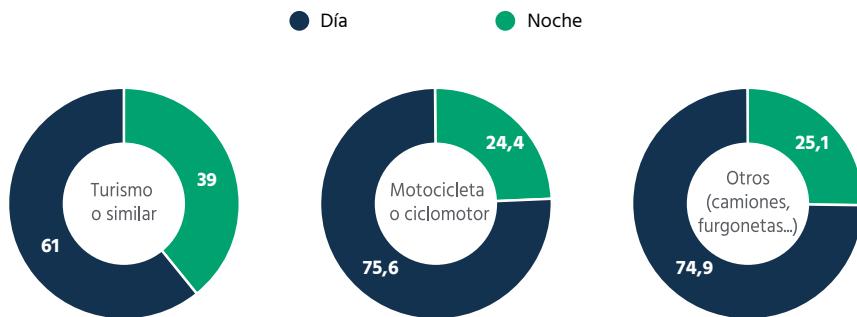
Este descenso de la presencia femenina es aún más acusado cuando el siniestro por salida de vía se produce por la noche. En los siniestros por salida de vía nocturnos con resultado grave o mortal, nueve de cada diez conductores son hombres (88.9%) y solo en uno de cada diez casos, la persona conductora es una mujer (11.1%).

Género conductor	% Siniestros salida de vía	% Día	% Noche
Masculino	86,4	85,2	88,9
Femenino	13,6	14,8	11,1

Tabla 42. Siniestros graves y mortales según el género del conductor día y noche. (% Verticales).

Como se indicó anteriormente, los vehículos que mayor implicación tienen en los siniestros por salida de vía son los turismos y las motocicletas. Cuando se realiza el análisis de los siniestros en función del momento del día se observa que el **39.0% de los siniestros** por salida de vía en los que hay un **turismo implicado se produce de noche**. Sin embargo, cuando el **vehículo implicado es una motocicleta/ciclomotor**, los siniestros nocturnos se reducen al **24.4%**, un porcentaje similar al registrado en el resto de vehículos (25.1%).

Tipo de vehículos según día y noche



Gráfica 14. Siniestros graves y morales según tipo de vehículo día y noche.

Tipo de vía

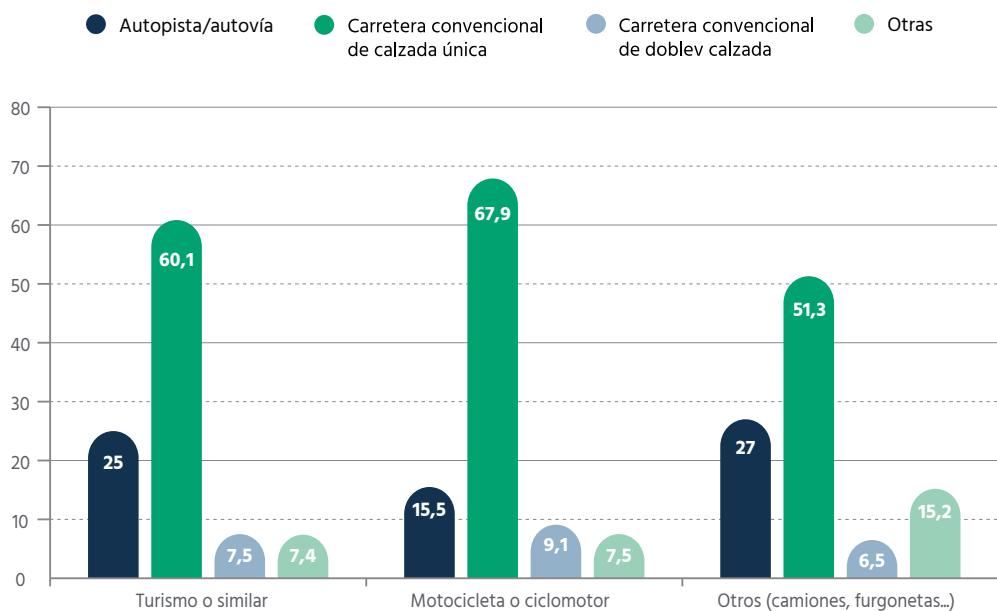
Seis de cada diez siniestros por salida de vía graves y mortales se producen en carreteras convencionales de calzada única (61.0%), mientras que dos de cada diez tienen lugar en autopistas/autovías (22.4%). En la comparativa de los siniestros mortales y graves, no se producen grandes diferencias en la ocurrencia de los siniestros en función del tipo de vía. Tan solo señalar un leve descenso de los siniestros mortales en carreteras convencionales de calzada única (59.2%) y un leve incremento (9.8%) de los siniestros mortales en otro tipo de vías (caminos vecinales o vías de servicio).

Gravedad	Autopista/autovía	C. convencional calzada única	C. convencional doble calzada	Otras
Siniestros (mortales y graves)	22,4	61,0	7,8	8,8
Siniestro mortal	23,2	59,2	7,7	9,8
Siniestro grave	22,1	61,7	7,8	8,4

Tabla 42. Siniestros graves y mortales según el tipo de vía (% Horizontales).

Considerando la **tipología de vía** en la que se produce el siniestro **según la clase de vehículo implicado**, se puede destacar que las motocicletas/ciclomotores muestran un comportamiento algo distinto al de los automóviles y resto de vehículos. El 67.9% de los siniestros en los que hay una motocicleta/ciclomotor implicado se producen en una carretera convencional de una sola calzada, mientras que el 15.5% tienen lugar en autopistas/autovías.

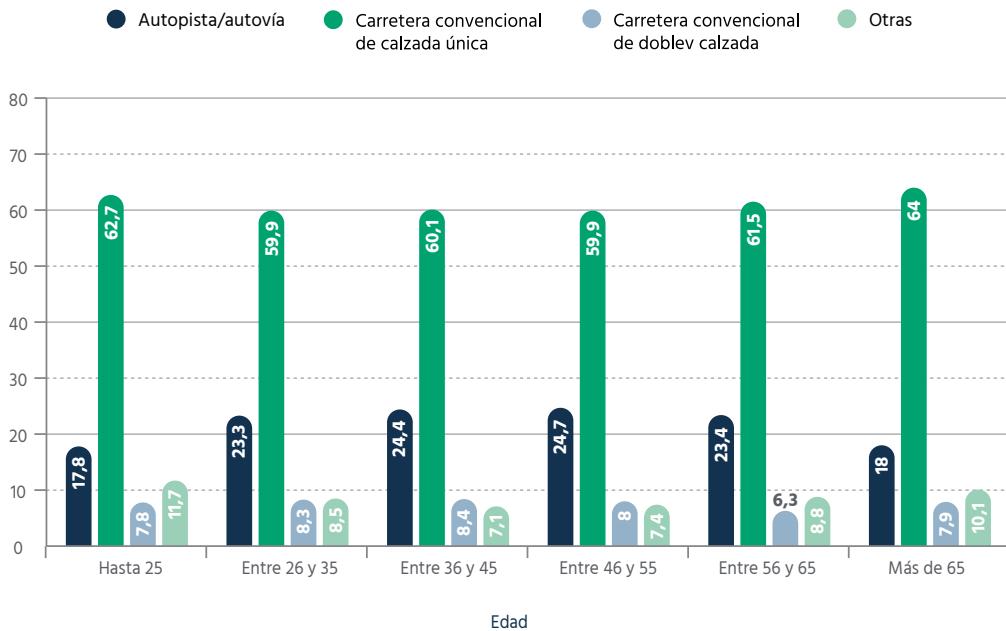
Tipología de vía y tipo de vehículo



Gráfica 15. Siniestros graves y mortales según el tipo de vía y de vehículo.

Respecto a la edad del conductor, se aprecia que los **siniestros en carreteras convencionales de calzada única se incrementan en los grupos de edad situados a los extremos** (jóvenes y mayores), mientras que se reducen en los grupos de edad centrales (edad madura). Por su parte, los siniestros en autopistas/autovías muestran un comportamiento opuesto, descenso en los grupos de edad extremos e incremento en los grupos de edad centrales.

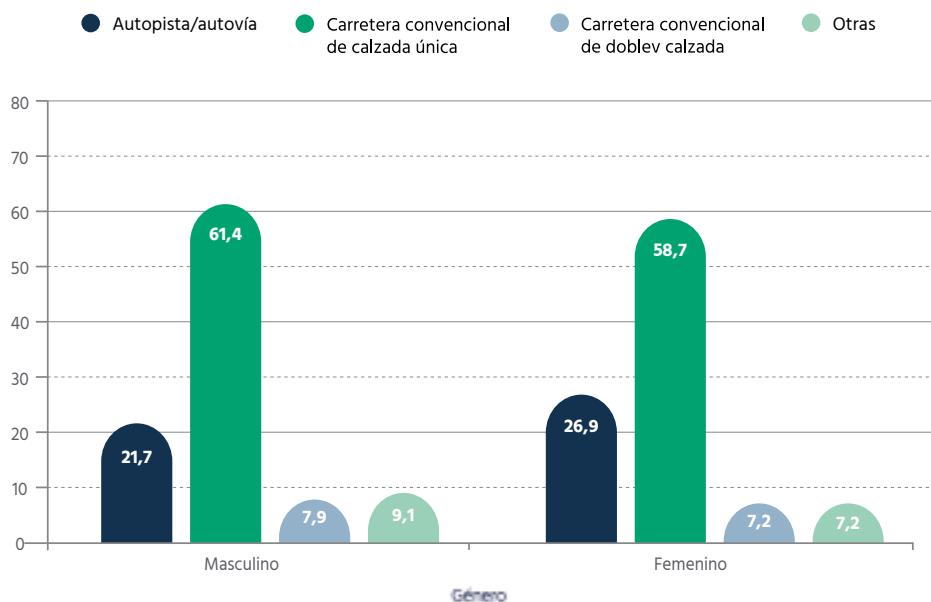
Tipología de vía y edad del conductor



Gráfica 16. Siniestros graves y mortales según el tipo vía y edad.

En relación al género del conductor, se ha podido comprobar que hay un **incremento de los siniestros por salida de vía en autopistas/autovías cuando la conductora es una mujer**. Al mismo tiempo, cuando la persona conductora es de género femenino, se produce un descenso de los siniestros en carreteras convencionales de calzada única y en otro tipo de vías (caminos vecinales, vías de servicio, etc.).

Tipología de vía y género del conductor



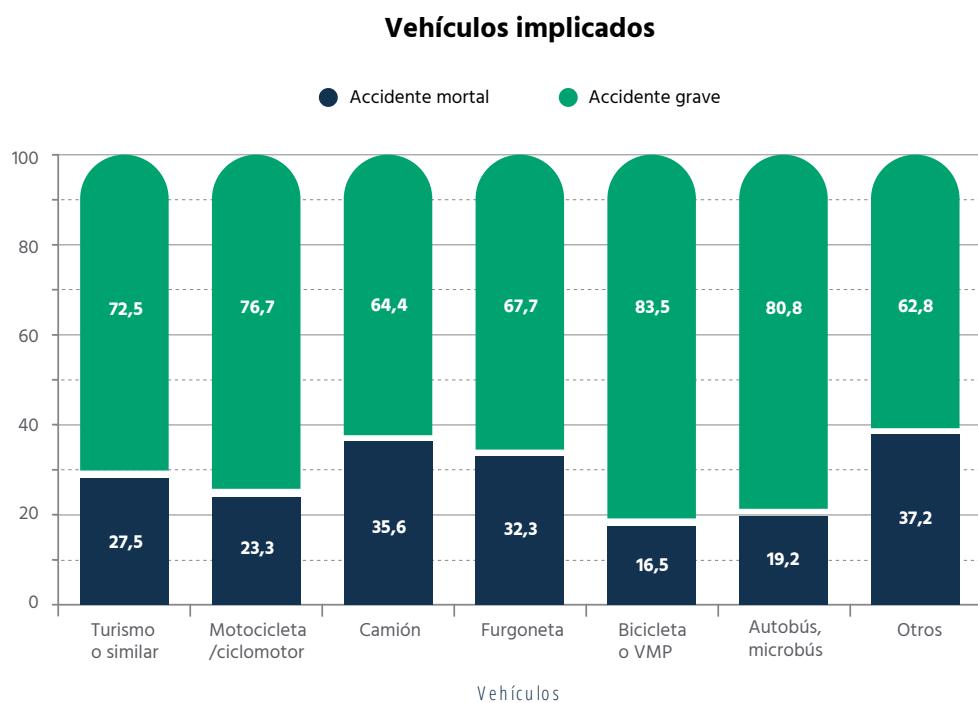
Gráfica 17. Siniestros graves y mortales según el tipo vía y género del conductor.

Tipología de vehículo

Realizando una **comparativa de los siniestros** por salida de vía entre **graves y mortales**, se aprecian **diferencias significativas en función del tipo de vehículo implicado**. Parece que la letalidad del siniestro es mayor cuanto más pesado o voluminoso es el vehículo implicado (salvo en el caso de los autobuses o microbuses).

Cuando los vehículos involucrados en una salida de vía son un camión o una furgoneta, el porcentaje de siniestros mortales es superior al 30%, mientras que cuando el vehículo implicado es un turismo, el porcentaje de siniestros mortales es del 27.5%.

Sin embargo, en el caso de que en el siniestro haya implicada una motocicleta, la mortalidad del siniestro desciende al 23.3%, mientras que, si el vehículo implicado es una bicicleta, el porcentaje de siniestros mortales es del 16.5%.



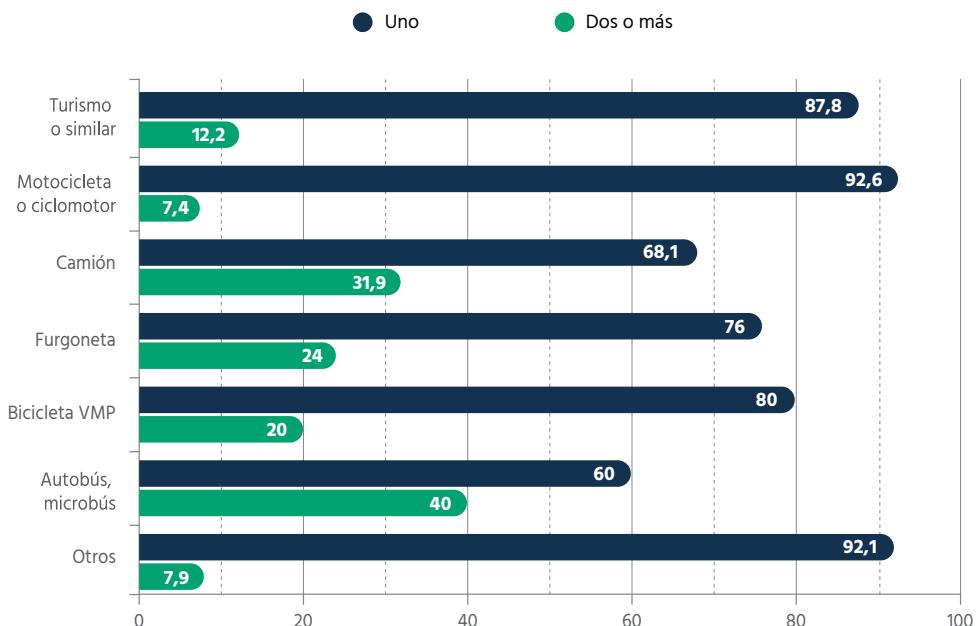
Gráfica 18. Siniestros graves y mortales según el vehículo implicado.

El anterior resultado, aparentemente contradictorio, tiene su explicación en el **número de vehículos implicados en el siniestro**.

En comparación con el resto de siniestros en vías interurbanas, **la salida de vía es un siniestro de perfil individual**, es decir, es un siniestro en el que habitualmente **hay un solo vehículo implicado**.

En el caso de los **siniestros por salida de vía mortales**, tan solo en 1 de cada 10 siniestros hay dos o más vehículos involucrados. Sin embargo, cuando hay una furgoneta o un camión involucrado, esta relación cambia. En el caso del camión, en 3 de cada 10 siniestros hay dos o más vehículos implicados (el camión y otro vehículo), y en el caso de las furgonetas, el número de siniestros en los que hay dos o más vehículos implicados, es de 2.5 de cada 10.

Número de vehículos implicados



Gráfica 19. Siniestros mortales según del número de vehículos implicados.



4 Conclusiones

Como resultado del análisis pormenorizado de los **siniestros graves y mortales por salida de vía** ocurridos en España durante el período **2017-2023**, un total de **11.959 siniestros**, hay que destacar los siguientes resultados de manera sintética:

- » **Todos los datos apuntan a que el peso de las salidas de vía entre los siniestros interurbanos de carácter grave y mortal será cada vez mayor en los años venideros.** En el año 2017 los siniestros por salida de vía suponían el 37.9% de los siniestros en vías interurbanas, pasando a representar en 2023 el 40.2%. Con la proyección realizada, en el 2030 se espera que las salidas de vía lleguen a significar el 43.0% de los siniestros graves y mortales en vías interurbanas.
- » Durante el período analizado (2017-2023) **se aprecia una tendencia descendente en las víctimas provocadas por los siniestros en vías interurbanas que no responden a una salida de vía, mientras que esto no sucede con las víctimas provocadas por salidas de vía, especialmente en cuanto a los fallecidos.** En 2023 se registra la cifra de fallecidos por salida de vía más elevada del período (539), mientras que la de heridos graves (1.674) de ese año, se aproxima a la más alta registrada a lo largo del período estudiado (2017 con 1.696 heridos graves).

Comparativa salida de vía vs resto de siniestros interurbanos

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> » Los siniestros por salida de vía los sufren conductores algo más jóvenes que el resto de siniestros interurbanos. » Entre los conductores involucrados en una salida de vía hay un mayor porcentaje de que cometan una infracción, en comparación con los conductores implicados en siniestros que no son salidas de vía. » La velocidad es la infracción principal en los siniestros por salida de vía y de una manera casi exclusiva (otras infracciones tienen poca presencia en las salidas de vía) » Momento del día en la salida de vía, uno de cada tres siniestros ocurre de noche, mientras que en el resto de siniestros, uno de cada cuatro. » Las salidas de vía se producen con más frecuencia que el resto de siniestros en situaciones donde no hay luz natural ni artificial. | <ul style="list-style-type: none"> » Mayor presencia de turismos y motocicletas en salidas de vía. En las salidas de vía más de la mitad de los vehículos implicados son turismos (53.6%) y casi un tercio motocicletas (30.0%). En el resto de siniestros, la presencia de este tipo de vehículos es significativamente menor: turismos (46.1%) y motocicletas (23.8%). » Los vehículos implicados en salidas de vía tienen mayor antigüedad que los vehículos involucrados en el resto de siniestros (salidas de vía 12.87 años de media vs resto de siniestros 11.55 años de media). » Trazado de la vía en planta: salidas de vía en curva/recta (56.6%/43.4%), resto de siniestros curva/recta (34.0%/66.0%). » Los siniestros por salida de vía son más frecuentes que el resto de siniestros cuando hay desniveles (rampas y pendientes). » Se produce un ligero incremento de las salidas de vía cuando el firme no está seco y limpio. |
|---|---|

Perfil del siniestro por salida de vía

Día vs noche:

- » **La noche incrementa la letalidad de los siniestros** por salida de vía. Dos de cada tres siniestros por salida de vía mortal o grave, el 67.9%, se producen de día, y uno de cada tres, el 32.1%, de noche. Aislando los siniestros mortales, el porcentaje de siniestros que se producen de noche se eleva al 35.0%.
- » Hay un **incremento** del peso **de los siniestros** por salida de vía **nocturnos durante el fin de semana**.
- » **Relación entre el siniestro nocturno y la edad del conductor.** Cuando el conductor es joven (25 años o menos), casi la mitad de las salidas de vía se producen de noche (47,4%). Este porcentaje va descendiendo progresivamente a medida que la edad del conductor es mayor.
- » **Incremento de las salidas de vía nocturnas cuando el vehículo implicado es un turismo** (cuatro de cada diez salidas de vía de turismo se producen de noche).

Tipo de vía:

- » **Seis de cada diez siniestros ocurren en carreteras convencionales de calzada única** (61.0%), y dos de cada diez en autopistas/autovías (22.4%).
- » Cuando el vehículo es una motocicleta, los siniestros que se producen en carreteras convencionales de calzada única ya son siete de cada diez (67.9%).
- » Los siniestros en carreteras convencionales de calzada única **aumentan entre los conductores jóvenes y mayores**.
- » Hay un incremento de los siniestros en autopistas/autovías cuando la conductora es una mujer.

Tipología de vehículo:

- » **La letalidad del siniestro es mayor cuanto más pesado o voluminoso es el vehículo implicado:** camión o furgoneta implicados (más del 30% son siniestros mortales), turismo (siniestros mortales 27.5%). motocicleta (siniestros mortales 23.3%), bicicleta o VMP (siniestros mortales 16.5%).



C

Siniestralidad Vial Interurbana

Soluciones ITS

Siniestralidad Vial Interurbana. Soluciones ITS

“Los **Sistemas Inteligentes de Transporte** (ITS) engloban todas aquellas **aplicaciones de tecnología avanzada que permiten contribuir al incremento de la seguridad vial y aportar mayor eficiencia a la gestión del tráfico por carretera**. Su instalación favorece la resolución de problemas en la red viaria y también proporcionan herramientas a los gestores del tráfico para conseguir un flujo más seguro, fluido y sostenible”.

Según el **Plan ITS de la Dirección General de Tráfico** establece tres ámbitos de actuación prioritarios: **Seguridad Vial, Gestión del Tráfico y Vigilancia y Control**. Para cada uno de estos ámbitos, el plan detalla un conjunto de ITS que tienen capacidad de intervención ante situaciones concretas de tráfico.

El objeto del presente del apartado C del estudio consiste en “**cuantificar la siniestralidad en el ámbito interurbano sobre la que pueden actuar los ITS recogidos en el plan para**, a partir de ahí, **establecer una jerarquización de dichos sistemas en función de los resultados obtenidos de siniestralidad, lesividad de las víctimas y mortalidad**. Para realizar dicha cuantificación se ha recurrido a la base de datos de siniestros ARENA, contemplando el período 2017-2023.

El proceso de análisis que se ha llevado a cabo **concluirá con el establecimiento de los ITS más prioritarios**, a partir de su vinculación con aquellas circunstancias que vienen recogidas en el parte de siniestros y que provocan un número elevado de siniestros o víctimas, o con aquellas otras que, a pesar de producirse con reducida frecuencia, provocan

» SEGURIDAD VIAL

Conjunto de sistemas ITS que contribuyen de forma decisiva a la mejora de la seguridad vial. Se enmarcan en la visión de **Sistema Seguro al apoyar a los usuarios en la toma de decisiones y mejorar la comprensión de la vía**, con lo que se consigue evitar que se cometan errores que desencadenen en siniestros de tráfico.

» GESTIÓN DEL TRÁFICO

Conjunto de sistemas ITS que principalmente inciden sobre la gestión de tráfico. Los sistemas ITS se constituyen como una herramienta que **permite al gestor del tráfico conseguir un uso más eficiente de la infraestructura** al optimizarse el acceso a la información en tiempo real sobre las condiciones de circulación, el estado de la red de carreteras y condicionantes externos que afectan a la circulación.

» VIGILANCIA Y CONTROL

Conjunto de ITS que mejoran en gran medida la eficacia en el control de la norma. La vigilancia de **cumplimiento de las normas** repercute positivamente en la seguridad de los desplazamientos.

elevadas ratios de letalidad (elevado porcentaje de fallecidos sobre el total de víctimas).

Los análisis que se presentan a continuación se circunscriben al Plan ITS de la Dirección General de Tráfico, que en definitiva es un catálogo de soluciones acotado y redactado en un momento concreto del tiempo. Por ello, resulta aconsejable revisar periódicamente este tipo de clasificaciones, estrategias, planes, etc., considerando la constante innovación de la tecnología en el ámbito de la seguridad vial con la incorporación progresiva de herramientas como la conectividad, la inteligencia artificial y otras que aportan numerosas ventajas en la gestión del tráfico y prevención de la siniestralidad vial.

1 Vinculación ITS con circunstancias del parte de accidentes

Para llevar a cabo los análisis propuestos, se ha realizado un primer ejercicio consistente en **vincular los ITS que aparecen en el Plan de la DGT con circunstancias que concurren en los siniestros**. Estas circunstancias se refieren a **información de distinta naturaleza que se recoge en el parte de siniestros**: tipologías de siniestro, situaciones en las que tiene lugar el siniestro, comportamiento de los usuarios de la vía previo al siniestro, fundamentalmente conductores, tipos de personas y vehículos implicados, etc. En la siguiente tabla se exponen la relación entre ITS y circunstancias del siniestro.

Las filas en rojo hacen referencia a situaciones cuya incidencia en la siniestralidad vial es insignificante o donde no es posible establecer la vinculación entre ITS y circunstancias que concurren en el siniestro.

Bloque I: Seguridad vial

ITS	Circunstancias del parte de siniestros (Ámbito interurbano)
1. Desvío automatizado por condiciones meteorológicas adversas (niebla o viento)	Condiciones meteorológicas adversas (lluvia fuerte, granizando, nevando, niebla intensa o viento fuerte)
2. Desvío automatizado en infraestructuras singulares por incidentes, siniestros o catástrofes naturales	El parte de siniestros no recoge circunstancias que se puedan vincular a este tipo de situaciones
3. Sistema para el guiado de tráfico en condiciones de meteorología adversa	Condiciones meteorológicas adversas (lluvia fuerte, granizando, nevando, niebla intensa o viento fuerte) <i>Mismas circunstancias que las contempladas en el punto 1. Desvío automatizado</i>
4. Cruces inteligentes	Intersecciones (excepto paso a nivel con/sin barrera) Cruces Glorietas (rotondas)
5. Detección automática de animales en calzada	Tipo de siniestro: atropello a animal
6. Detección de usuarios vulnerables en arcén	Víctimas: Peatones en calzada o arcén, o conductores y/o pasajeros de vehículos de dos ruedas circulando por arcén
7. Semáforo inteligente en travessías	Las travessías forman parte del ámbito urbano
8. Pulsadores para activación de señalización luminosa en puntos de especial riesgo para peatones	Tipo de siniestro: atropello a peatón

Las filas en rojo hacen referencia a situaciones cuya incidencia en la siniestralidad vial es insignificante o donde no es posible establecer la vinculación entre ITS y circunstancias que concurren en el siniestro.

Bloque II: Gestión del tráfico

1. Carriles reversibles	Incidencia insignificante en la siniestralidad
2. Carriles Bus-VAO	Incidencia insignificante en la siniestralidad
3. Tiempos de recorrido – Smart Routing	El parte de siniestros no recoge circunstancias que se puedan vincular a este tipo de situaciones
4. Desvío automatizado en áreas de embolsamiento en situación de vialidad invernal	El parte de siniestros no recoge circunstancias que se puedan vincular a este tipo de situaciones
5. Adaptación dinámica de los límites de velocidad (factores meteorológicos adversos)	Condiciones meteorológicas adversas (lluvia fuerte, granizando, nevando, niebla intensa o viento fuerte) y velocidad inadecuada para las condiciones de la vía
6. Sistemas de control y gestión de accesos en vías con medidas excepcionales de circulación	El parte de siniestros no recoge circunstancias que se puedan vincular a este tipo de situaciones

Bloque III: Vigilancia y control

1. Control del exceso de velocidad puntual a través de radares fijos	Presuntas infracciones de velocidad: sobrepasar la velocidad establecida y factor concurrente velocidad
2. Control del exceso de velocidad en secciones a través de radares de tramo	Presuntas infracciones de velocidad: sobrepasar la velocidad establecida y factor concurrente velocidad <i>Mismas circunstancias que las contempladas en el punto 1. Control de exceso de velocidad...</i>
3. Adaptación dinámica de los límites de velocidad con vinculación a radar	Condiciones meteorológicas adversas (lluvia fuerte, granizando, nevando, niebla intensa o viento fuerte) y velocidad inadecuada para las condiciones de la vía. <i>Mismas circunstancias que las contempladas en el punto 5 bloque Gestión de Tráfico Adaptación dinámica de los límites...</i>
4. Sistema de control semafórico de paso de vehículo en fase roja	Presunta infracción del conductor: no respetar semáforo
5. Sistema para el control de la correcta realización de la detención en Stop	Presunta infracción del conductor: no respetar el Stop
6. Detección del uso del cinturón de seguridad	Accesorios de seguridad: cinturón no utilizado
7. Tramos con avisadores de incumplimiento del límite de velocidad mostrando matrícula	Presuntas infracciones de velocidad: sobrepasar la velocidad establecida y factor concurrente velocidad
8. Tramos que muestra advertencia tras detección del incumplimiento de distancia de seguridad	Presunta infracción del conductor: no mantener el intervalo de seguridad

Tabla 43. ITS y circunstancias ocurridas en siniestros.

Una vez determinada la **vinculación entre ITS y circunstancias del siniestro**, el siguiente paso ha consistido en **obtener los datos de los siniestros y las víctimas** que se ocasionan cuando en un siniestro concurren las circunstancias recogidas en el parte de siniestros.

En la siguiente tabla se indican el **número de siniestros y el número de víctimas**, desglosando fallecidos, heridos graves y heridos leves, que se producen cuando tiene lugar cada una de las circunstancias.

Bloque I: Seguridad vial

ITS	Circunstancias del parte de siniestros	Nº de siniestros (2017-2023)	Víctimas			
			Total víctimas	Fallecidos	Heridos graves	Heridos leves
Desvío automatizado por condiciones meteorológicas adversas (niebla o viento)	Condiciones meteorológicas adversas	14.712	22.087	406	1.412	20.269
Sistema para el guiado de tráfico en condiciones de meteorología adversa	Condiciones meteorológicas adversas	14.712	22.087	406	1.412	20.269
Cruces inteligentes	Intersecciones (excepto paso a nivel con/sin barrera)	51.891	76.154	1.008	4.932	70.214
	Cruces	29.793	46.974	749	3.613	42.612
	Glorietas	22.098	29.180	259	1.319	27.602
Detección automática de animales en calzada	*Tipo de siniestro: atropello a animal	3.103	3.965	25	203	3.737
Detección de usuarios vulnerables en arcén	Víctimas: Peatones en calzada o arcén o conductores o pasajeros de vehículos de dos ruedas circulando por arcén	3.377	4.247	427	755	3.065
Pulsadores para activación de señalización luminosa en puntos de especial riesgo para peatones	Tipo de siniestro: atropello a peatón	5.022	5.908	862	1.281	3.765

Bloque II: Gestión del tráfico

Adaptación dinámica de los límites de velocidad (factores meteorológicos adversos)	Condiciones meteorológicas adversas y velocidad inadecuada para las condiciones de la vía	3.227	5.186	104	390	4.692
--	--	-------	-------	-----	-----	-------

Bloque III: Vigilancia y control

ITS	Circunstancias del parte de siniestros	Nº de siniestros (2017-2023)	Víctimas			
			Total víctimas	Fallecidos	Heridos graves	Heridos leves
Control del exceso de velocidad puntual a través de radares fijos	Presuntas infracciones de velocidad: sobrepasar la velocidad establecida y factor concurrente velocidad	39.083	58.503	2.066	6.006	50.431
Control del exceso de velocidad en secciones a través de radares de tramo	Presuntas infracciones de velocidad: sobrepasar la velocidad establecida y factor concurrente velocidad	39.083	58.503	2.066	6.006	50.431
Adaptación dinámica de los límites de velocidad con vinculación a radar	Condiciones meteorológicas adversas y velocidad inadecuada para las condiciones de la vía	3.227	5.186	104	390	4.692
Sistema de control semafórico de paso de vehículo en fase roja	Presunta infracción del conductor: no respetar semáforo	386	650	11	48	591
Sistema para el control de la correcta realización de la detención en Stop	Presunta infracción del conductor: no respetar el Stop	8.458	14.630	236	1.186	13.208
Detección del uso del cinturón de seguridad	**Accesorios de seguridad: cinturón no utilizado	34.613	48.388	2.982	8.593	36.813
Tramos con avisadores de incumplimiento del límite de velocidad mostrando matrícula	Presuntas infracciones de velocidad: sobrepasar la velocidad establecida y factor concurrente velocidad	39.083	58.503	2.066	6.006	50.431
Tramos que muestra advertencia tras detección del incumplimiento de distancia de seguridad	Presunta infracción del conductor: no mantener el intervalo de seguridad	34.098	61.334	314	1.571	59.449

* Las cifras recogidas en la tabla corresponden a siniestros en los que se ha producido un atropello a un animal y que han provocado personas heridas leves, graves o fallecidas. Hay un importante volumen de siniestros con atropello a animales, cifrados en 14.000/año que, si bien no provocan víctimas humanas, suponen animales heridos o fallecidos, además de los daños en los vehículos, en la infraestructura y en el entorno.

** El Plan de ITS de la DGT recoge un sistema para la detección del uso del cinturón de seguridad, sin embargo, no contempla un sistema similar para la detección del uso del móvil, circunstancia que está penalizada debido a su causalidad en un gran volumen de siniestros viales.

Tabla 44. Datos del número de los siniestros y víctimas.

2 Priorización ITS

A partir de la cuantificación de siniestros y víctimas asociados a las circunstancias en las que se producen los siniestros viales, se puede establecer una ordenación de dichas circunstancias en función de su peligrosidad, y, en consecuencia, la priorización de los ITS vinculados. Se han escogido tres criterios para establecer esta priorización:

- » **Siniestralidad** (número de siniestros).
- » **Lesividad** (número de víctimas).
- » **Letalidad** (porcentaje de fallecidos).

Priorización por siniestralidad

En la siguiente tabla (página siguiente) se muestran ordenados **los ITS** y las **circunstancias vinculadas en las que tienen lugar los siniestros**, en función del número de éstos. Se han establecido **tres tramos separados por colores** para facilitar su lectura sobre siniestros en el periodo entre 2017-2023:

- » Rojo para cifras de siniestros superiores a los **30.000** siniestros.
- » Naranja para cifras de siniestros entre **5.000 y 30.000** siniestros.
- » Verde para cifras inferiores a los **5.000** siniestros.

En consecuencia, los **ITS prioritarios en función de la siniestralidad**, es decir, aquellos que pueden intervenir cifras **superiores a los 30.000** siniestros en el período estudiado (2017-2023), son:

- » Cruces inteligentes.
- » Control del exceso de velocidad puntual a través de radares fijos.
- » Control del exceso de velocidad en secciones a través de radares de tramo.
- » Tramos con avisadores de incumplimiento del límite de velocidad mostrando matrícula.
- » Detección del uso del cinturón de seguridad.
- » Tramos que muestra advertencia tras detección del incumplimiento de distancia de seguridad.

ITS	Circunstancias del parte de siniestros	Nº de siniestros 2017 - 2023
Cruces inteligentes	Intersecciones (excepto paso a nivel con/sin barrera)	51.891
	Cruces	29.793
	Glorietas (rotondas)	22.098
Control del exceso de velocidad puntual a través de radares fijos	Presuntas infracciones de velocidad: sobrepasar la velocidad establecida y factor concurrente velocidad	39.083
Control del exceso de velocidad en secciones a través de radares de tramo	Presuntas infracciones de velocidad: sobrepasar la velocidad establecida y factor concurrente velocidad	39.083
Tramos con avisadores de incumplimiento del límite de velocidad mostrando matrícula	Presuntas infracciones de velocidad: sobrepasar la velocidad establecida y factor concurrente velocidad	39.083
Detección del uso del cinturón de seguridad	Accesorios de seguridad: cinturón no utilizado	34.613
Tramos que muestra advertencia tras detección del incumplimiento de distancia de seguridad	Presunta infracción del conductor: no mantener el intervalo de seguridad	34.098
Desvío automatizado por condiciones meteorológicas adversas (niebla o viento)	Condiciones meteorológicas adversas	14.712
Sistema para el guiado de tráfico en condiciones de meteorología adversa	Condiciones meteorológicas adversas	14.712
Sistema para el control de la correcta realización de la detención en Stop	Presunta infracción del conductor: no respetar el Stop	8.458
Pulsadores para activación de señalización luminosa en puntos de especial riesgo para peatones	Tipo de siniestro: atropello a peatón	5.022
Detección de usuarios vulnerables en arcén	Víctimas: Peatones en calzada o arcén o conductores o pasajeros de vehículos de dos ruedas circulando por arcén	3.377
Adaptación dinámica de los límites de velocidad (factores meteorológicos adversos)	Condiciones meteorológicas adversas y velocidad inadecuada para las condiciones de la vía	3.227
Adaptación dinámica de los límites de velocidad con vinculación a radar	Condiciones meteorológicas adversas y velocidad inadecuada para las condiciones de la vía	3.227
Detección automática de animales en calzada	Tipo de siniestro: atropello a animal	3.103
Sistema de control semafórico de paso de vehículo en fase roja	Presunta infracción del conductor: no respetar semáforo	386

Tabla 45. ITS en función del número de siniestros.

Priorización por lesividad

De la misma forma que se ha llevado a cabo con la priorización por la siniestralidad, se muestra a continuación la **ordenación de los ITS en función del número de víctimas que provocan los siniestros** sobre los que estos sistemas inteligentes pueden actuar. Al igual que en el caso anterior, se marcan las celdas en función de la **cifra de víctimas** provocadas en el período entre 2017-2023:

- » Rojo para cifras superiores a las 40.000 víctimas.
- » Naranja para cifras entre 10.000 y 40.000.
- » Verde para cifras inferiores a las 10.000.

Existe una **elevada correlación entre la lesividad y la siniestralidad**, aunque en la priorización de los ITS en función del número de víctimas, la ordenación resultante de los sistemas no es exactamente la misma que la obtenida en función de la siniestralidad:

- » Cruces inteligentes.
- » Tramos que muestra advertencia tras detección del incumplimiento de distancia de seguridad.
- » Control del exceso de velocidad puntual a través de radares fijos.
- » Control del exceso de velocidad en secciones a través de radares de tramo.
- » Tramos con avisadores de incumplimiento del límite de velocidad mostrando matrícula.
- » Detección del uso del cinturón de seguridad.

ITS	Circunstancias del parte de siniestros	Nº de siniestros 2017 - 2023
Cruces inteligentes	Intersecciones (excepto paso a nivel con/sin barrera)	51.891
Control del exceso de velocidad puntual a través de radares fijos	Cruces	29.793
Control del exceso de velocidad en secciones a través de radares de tramo	Glorietas (rotondas)	22.098
Tramos con avisadores de incumplimiento del límite de velocidad mostrando matrícula	Presuntas infracciones de velocidad: sobrepasar la velocidad establecida y factor concurrente velocidad	39.083
Detección del uso del cinturón de seguridad	Presuntas infracciones de velocidad: sobrepasar la velocidad establecida y factor concurrente velocidad	39.083
Tramos que muestra advertencia tras detección del incumplimiento de distancia de seguridad	Presuntas infracciones de velocidad: sobrepasar la velocidad establecida y factor concurrente velocidad	34.613
Desvío automatizado por condiciones meteorológicas adversas (niebla o viento)	Accesorios de seguridad: cinturón no utilizado	34.098
Sistema para el guiado de tráfico en condiciones de meteorología adversa	Condiciones meteorológicas adversas	22.087
Sistema para el control de la correcta realización de la detención en Stop	Condiciones meteorológicas adversas	22.087
Pulsadores para activación de señalización luminosa en puntos de especial riesgo para peatones	Presunta infracción del conductor: no respetar el Stop	14.630
Adaptación dinámica de los límites de velocidad (factores meteorológicos adversos)	Tipo de siniestro: atropello a peatón	5.908
Adaptación dinámica de los límites de velocidad con vinculación a radar	Condiciones meteorológicas adversas y velocidad inadecuada para las condiciones de la vía	5.186
Detección de usuarios vulnerables en arcén	Condiciones meteorológicas adversas y velocidad inadecuada para las condiciones de la vía	5.186
Detección automática de animales en calzada	Víctimas: Peatones en calzada o arcén o conductores o pasajeros de vehículos de dos ruedas circulando por arcén	4.247
Sistema de control semafórico de paso de vehículo en fase roja	Tipo de siniestro: atropello a animal	3.965
	Presunta infracción del conductor: no respetar semáforo	650

Tabla 46. ITS en función del número de víctimas en siniestros.

Priorización por letalidad

Por otro lado, la priorización de los ITS por letalidad es importante porque ofrece una **jerarquización de los ITS en función de la tasa de mortalidad de las víctimas**, es decir, no se trata ya del volumen de siniestros sino de la letalidad de estos, de modo que puede haber ITS que puedan actuar sobre un volumen pequeño de siniestros, pero que sean muy importantes dado que el nivel de letalidad de estos siniestros es **especialmente elevado**.

En la siguiente tabla se muestran los ITS ordenados en función del porcentaje de **víctimas mortales** de los siniestros en los que estos sistemas tienen capacidad de intervención.

- » En rojo se señalan los ITS con un porcentaje de fallecidos **superior al 2.3%** (porcentaje de media de fallecidos en siniestros interurbanos).
- » En naranja se señalan los ITS con un porcentaje de fallecidos entre el **1.0% y el 2.3%**.
- » En verde donde la mortalidad es inferior al **1.0%**.

En consecuencia, en función de la **letalidad de los siniestros**, los ITS más prioritarios con porcentajes de fallecidos **superiores al 6%** serían, **en primer lugar**:

- » Pulsadores para activación de señalización luminosa en puntos de especial riesgo para peatones.
- » Detección de usuarios vulnerables en arcén.
- » Detección del uso del cinturón de seguridad.

Y, **en segundo lugar**, con una proporción de víctimas **fallecidas del 3,5%**:

- » Control del exceso de velocidad puntual a través de radares fijos.
- » Control del exceso de velocidad en secciones a través de radares de tramo.
- » Tramos con avisadores de incumplimiento del límite de velocidad mostrando matrícula.

ITS	Circunstancias del parte de siniestros	% Víctimas		
		Fallecidos	Heridos graves	Heridos leves
Pulsadores para activación de señalización luminosa en puntos de especial riesgo para peatones	Tipo de siniestro: atropello a peatón	14,6	21,7	63,7
Detección de usuarios vulnerables en arcén	Víctimas: Peatones en calzada o arcén o conductores o pasajeros de vehículos de dos ruedas circulando por arcén	10,1	17,8	72,2
Detección del uso del cinturón de seguridad	Accesorios de seguridad: cinturón no utilizado	6,2	17,8	76,1
Control del exceso de velocidad puntual a través de radares fijos	Presuntas infracciones de velocidad: sobrepasar la velocidad establecida y factor concurrente velocidad	3,5	10,3	86,2
Control del exceso de velocidad en secciones a través de radares de tramo	Presuntas infracciones de velocidad: sobrepasar la velocidad establecida y factor concurrente velocidad	3,5	10,3	86,2
Tramos con avisadores de incumplimiento del límite de velocidad mostrando matrícula	Presuntas infracciones de velocidad: sobrepasar la velocidad establecida y factor concurrente velocidad	3,5	10,3	86,2
Adaptación dinámica de los límites de velocidad (factores meteorológicos adversos)	Condiciones meteorológicas adversas y velocidad inadecuada para las condiciones de la vía	2,0	7,5	90,5
Adaptación dinámica de los límites de velocidad con vinculación a radar	Condiciones meteorológicas adversas y velocidad inadecuada para las condiciones de la vía	2,0	7,5	90,5
Desvío automatizado por condiciones meteorológicas adversas (niebla o viento)	Condiciones meteorológicas adversas	1,8	6,4	91,8
Sistema para el guiado de tráfico en condiciones de meteorología adversa	Condiciones meteorológicas adversas	1,8	6,4	91,8
Sistema de control semafórico de paso de vehículo en fase roja	Presunta infracción del conductor: no respetar semáforo	1,7	7,4	90,9
Cruces inteligentes	Intersecciones (excepto paso a nivel con/sin barrera)	1,3	6,5	92,2
	Cruces	1,6	7,7	90,7
	Glorietas (rotundas)	0,9	4,5	94,6
Detección automática de animales en calzada	Tipo de siniestro: atropello a animal	0,6	5,1	94,2
Tramos que muestra advertencia tras detección del incumplimiento de distancia de seguridad	Presunta infracción del conductor: no mantener el intervalo de seguridad	0,5	2,6	96,9

Tabla 47. ITS en función del número de víctimas mortales.

3 ITS y salidas de vía

Para finalizar con el análisis de las ITS, se procede a continuación a poner en relación estas soluciones inteligentes con las salidas de vía. A partir del catálogo de ITS que recoge el plan, se ha realizado un ejercicio para **vincular las situaciones en las que intervienen los ITS y las circunstancias en las que se producen las salidas de vía**.

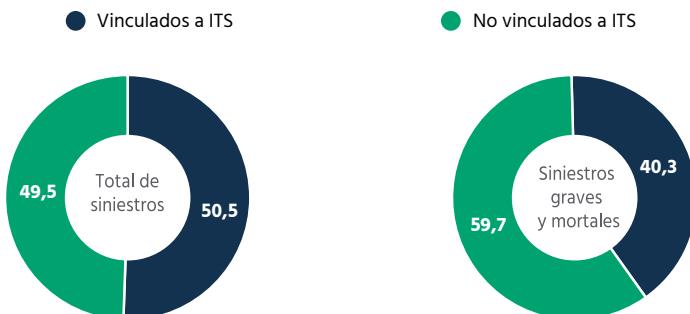
De esta forma, se puede **diferenciar los siniestros por salida de vía vinculados a los ITS y no vinculados a los ITS**. Los siniestros por salida de vía vinculados a los ITS son aquellos en los que la salida de vía se produce en circunstancias coincidentes con las situaciones en que los ITS entran en funcionamiento.

Por ejemplo, un siniestro en el que el vehículo que ha sufrido una salida de vía presentaba un exceso de velocidad, hubiera sido evitable gracias a la existencia de un ITS que se activa cuando detecta una velocidad excesiva. Los siniestros por salida de vía no vinculados a ITS son aquellos que se producen en otro tipo de circunstancias, y, por tanto, no conllevarían a una activación de los ITS recogidos en el catálogo del plan.

A partir de ahí, se observa que **los diferentes ITS pueden intervenir en el 49,5%** de las salidas de vía, mientras que, si se pone el foco en los **siniestros graves y mortales**, este porcentaje se eleva al **59,7%**.

Total de siniestros por salida de vía y siniestros por salida de vía graves y mortales

EVITABLES POR ITS



Gráfica 20. Total de siniestros por salida de vía evitables por ITS.

La cuestión a responder a continuación se refiere a **qué tipo de ITS sería capaz de evitar un mayor número de siniestros por salida de vía**. Los datos indican que en los siniestros en los que pueden intervenir aquellos ITS vinculados con la velocidad, las salidas de vía tienen lugar de manera mayoritaria.

Esto lleva a concluir que **la combinación de los sistemas de retención y los ITS vinculados con la velocidad contribuirían en gran medida a reducir la siniestralidad vial**.

Efectivamente, en los siniestros en los que pueden intervenir los siguientes ITS, en dos de cada tres casos (66.5%), se produce una salida de vía:

- » Adaptación dinámica de los límites de velocidad (factores meteorológicos adversos).
- » Adaptación dinámica de los límites de velocidad con vinculación a radar.

En un porcentaje muy similar, pero algo menor, en el 63.8% de los casos, se producen salidas de vía, cuando suceden siniestros en los que los siguientes ITS pueden tener un papel preventivo relevante:

- » Control del exceso de velocidad puntual a través de radares fijos.
- » Control del exceso de velocidad en secciones a través de radares de tramo.
- » Tramos con avisadores de incumplimiento del límite de velocidad mostrando matrícula.



También parece ser que existe una relación importante entre las **salidas de vía y las ITS destinadas a mejorar la gestión del tráfico ante condiciones meteorológicas adversas**. El 38,3% de los siniestros que se producen ante condiciones meteorológicas adversas son una salida de vía. La instalación de los ITS “Desvío automatizado por condiciones meteorológicas adversas” o “Sistema para el guiado de tráfico en condiciones de meteorología adversa” ayudarían en gran medida a la reducción la siniestralidad por salida de vía.

En la siguiente tabla se muestra la distribución porcentual de los siniestros vinculados a los ITS en función de si son o no una salida de vía.

ITS	Circunstancias parte de siniestros	Tipo de siniestro	
		Salida de vía	No salida de vía
Adaptación dinámica de los límites de velocidad (factores meteorológicos adversos)	Condiciones meteorológicas adversas y velocidad inadecuada para las condiciones de la vía	66,5	33,5
Adaptación dinámica de los límites de velocidad con vinculación a radar	Condiciones meteorológicas adversas y velocidad inadecuada para las condiciones de la vía	66,5	33,5
Control del exceso de velocidad puntual a través de radares fijos	Presuntas infracciones de velocidad: sobrepasar la velocidad establecida y factor concurrente velocidad	63,8	36,2
Control del exceso de velocidad en secciones a través de radares de tramo	Presuntas infracciones de velocidad: sobrepasar la velocidad establecida	63,8	36,2
Tramos con avisadores de incumplimiento del límite de velocidad mostrando matrícula	Presuntas infracciones de velocidad: sobrepasar la velocidad establecida	63,8	36,2
Desvío automatizado por condiciones meteorológicas adversas (niebla o viento)	Condiciones meteorológicas adversas	38,3	61,7
Sistema para el guiado de tráfico en condiciones de meteorología adversa	Condiciones meteorológicas adversas	38,3	61,7
Detección del uso del cinturón de seguridad	Accesos de seguridad: cinturón no utilizado	36,7	63,3
Cruces inteligentes	Intersecciones (excepto paso a nivel con/sin barrera)	14,5	85,5
	Cruces	12,0	88,0
	Glorietas (rotundas)	17,9	82,1
Detección de usuarios vulnerables en arcén	Víctimas: Peatones en calzada o arcén o conductores o pasajeros de vehículos de dos ruedas circulando por arcén	10,4	89,6

ITS	Circunstancias parte de siniestros	Tipo de siniestro	
		Salida de vía	No salida de vía
Detección automática de animales en calzada	Tipo de siniestro: atropello a animal	6,9	93,1
Sistema para el control de la correcta realización de la detención en Stop	Presunta infracción del conductor: no respetar el Stop	3,6	96,4
Pulsadores para activación de señalización luminosa en puntos de especial riesgo para peatones	Tipo de siniestro: atropello a peatón	3,1	96,9
Tramos que muestra advertencia tras detección del incumplimiento de distancia de seguridad	Presunta infracción del conductor: no mantener el intervalo de seguridad	2,2	97,8
Sistema de control semafórico de paso de vehículo en fase roja	Presunta infracción del conductor: no respetar semáforo	1,3	98,7

Tabla 47. ITS en función de tipo de siniestro.

Bibliografía

- Adewopo, V., Elsayed, N., Elsayed, Z., Ozer, M., Wangia-Anderson, V., & Abdelgawad, A. (2023). Ai on the road: A comprehensive analysis of traffic accidents and accident detection system in smart cities. arXiv preprint arXiv:2307.12128.
- Aldegeishem, A., Yasmeen, H., Maryam, H., Shah, M. A., Mehmood, A., Alrajeh, N., & Song, H. (2018). Smart road traffic accidents reduction strategy based on intelligent transportation systems (tars). Sensors, 18(7), 1983.
- Alsaleh, A. (2023). How Do V2V and V2I Messages Affect the Performance of Driving Smart Vehicles? Computer Systems Science & Engineering, 47(2).
- Badi, I., Bouraima, M. B., & Muhammad, L. J. (2023). The role of intelligent transportation systems in solving traffic problems and reducing environmental negative impact of urban transport: Decision Making and Analysis, 1-9.
- Comisión Europea. (2014). Smart Cities: Digital solutions for a more liveable future.
- DGT (2021) Plan ITS de la Dirección General de Tráfico Dirección General de Tráfico (Ministerio del Interior).
- DGT (2024). Las principales cifras de la Siniestralidad Vial España 2023. Madrid: Dirección General de Tráfico (Ministerio del Interior).
- Gangwani, D., & Gangwani, P. (2021). Applications of machine learning and artificial intelligence in intelligent transportation system: A review. Applications of Artificial Intelligence and Machine Learning: Select Proceedings of ICAAAIML 2020, 203-216.
- Ghosal, A., & Conti, M. (2020). Security issues and challenges in V2X: A survey. Computer Networks, 169, 107093.
- Gupta, M., Benson, J., Patwa, F., & Sandhu, R. (2020). Secure V2V and V2I communication in intelligent transportation using cloudlets. IEEE Transactions on Services Computing, 15(4), 1912-1925.
- Khan, A. R., Jamlos, M. F., Osman, N., Ishak, M. I., Dzaharudin, F., Yeow, Y. K., & Khairi, K. A. (2022). DSRC technology in Vehicle-to-Vehicle (V2V) and Vehicle-to-Infrastructure (V2I) IoT system for Intelligent Transportation System (ITS): A review. Recent trends in mechatronics towards industry 4.0: selected articles from iM3F 2020, Malaysia, 97-106.
- Lijarcio, I., Useche, S. A., Llamazares, J., & Montoro, L. (2019). Availability, demand, perceived constraints and disuse of ADAS technologies in Spain: Findings from a national study. IEEE Access, 7, 129862-129873.
- Nidamanuri, J., Nibhanupudi, C., Assfalg, R., & Venkataraman, H. (2021). A progressive review: Emerging technologies for ADAS driven solutions. IEEE Transactions on Intelligent Vehicles, 7(2), 326-341.
- Ress, C., & Wiecker, M. (2016). V2X communication for road safety and efficiency. Auto Tech Review, 5(2), 36-41.
- Spyropoulou, I., Penttinen, M., Karlaftis, M., Vaa, T., & Golias, J. (2008). ITS solutions and accident risks: Prospective and limitations. Transport reviews, 28(5), 549-572.
- Sumithra, G., Swaathy, K. M., Vaishali, M., & Basha, S. M. (2019). Real Time Fog Removal with Improved Quality and Accident Prevention Using V2X Communication. International Journal of Advances in Engineering and Emerging Technology, 10(1), 36-45.

