

324

**Medición del impacto de los sistemas ADAS en la
tarificación del seguro del automóvil**

**Máster en Dirección de Entidades
Aseguradoras y Financieras**

324

**Medición del impacto de los sistemas ADAS en la
tarificación del seguro del automóvil**

Estudio realizado por: Ariadna Pérez Alcaraz
Tutor: Rafael Moyano Cámara

**Tesis del Máster en Dirección de Entidades
Aseguradoras y Financieras**

Curso 2022/2023

Cuadernos de Dirección Aseguradora es una colección de estudios que comprende las tesis realizadas por los alumnos del Máster en Dirección de Entidades Aseguradoras y Financieras de la Universidad de Barcelona desde su primera edición en el año 2003. La colección de estudios es una idea original del Dr. José Luis Pérez Torres, profesor honorífico de la Universidad de Barcelona y la Dra. Mercedes Ayuso Gutiérrez, catedrática de la misma Universidad, y cuenta con la coordinación del Sr. Ferran Rovira Isanda, profesor del Máster.

Esta tesis es propiedad del autor. No está permitida la reproducción total o parcial de este documento sin mencionar su fuente. El contenido de este documento es de exclusiva responsabilidad del autor, quien declara que no ha incurrido en plagio y que la totalidad de referencias a otros autores han sido expresadas en el texto.

Presentación y agradecimientos

En primer lugar, quiero dar las gracias al Grupo Catalana Occidente por darme la oportunidad de realizar este máster.

Quiero también agradecer a todas las personas que me han ayudado a realizar la tesis, en especial a Desirée García por sugerirme el tema y acompañarme durante todo el proceso y a Rafael Moyano por su asesoramiento.

A todos los profesores del Máster, que nos han aportado diferentes visiones de la dirección de compañías aseguradoras y a mis compañeros, con los que se han creado fuertes vínculos y sobre todo una gran amistad.

A Sergio, mi compañero de vida, por apoyarme y ayudarme en todo, sobre todo a cuidar del peque mientras realizaba la tesis. Y a mis padres porque sin ellos no sería quien soy.

Y por supuesto, a vosotros Mercedes y Ferran. Gracias por vuestra vocación, por vuestro tiempo y por el cariño que ponéis en todo lo que tiene que ver con la formación y mejora de las personas profesionalmente.

Resumen

El factor humano y las distracciones al volante son las principales causas que acaban provocando un accidente de tráfico. Los sistemas de ayuda a la conducción (ADAS) permiten reducir la probabilidad de sufrir un accidente, pudiendo ayudar o mitigar las consecuencias de los mismos.

En este estudio analizaremos cómo estos sistemas ADAS, concretamente ocho de ellos, impactan en la tarificación del seguro de automóviles en la garantía de Responsabilidad Civil (RC).

Palabras Clave: ADAS, seguridad, seguro de automóviles, tarificación, RC

Resum

El factor humà i les distraccions al volant són les principals causes que acaben provocant un accident de tràfic. Els sistemes d'ajuda a la conducció (ADAS) permeten reduir la probabilitat de patir un accident, podent ajudar o mitigar les conseqüències dels mateixos.

En aquest estudi analitzem com aquests sistemes ADAS, concretament vuit d'ells, impacten en la tarificació de l'assegurança d'automòbils en la garantia de Responsabilitat Civil (RC).

Paraules Clau: ADAS, seguridad, assegurança d'automòbils, tarificació, RC.

Summary

The human factor and distractions while driving are the main causes of traffic accidents. Advanced driving assistance systems (ADAS) reduce the probability of suffering an accident, at the same time as they help mitigate the consequences of such accidents. This study analyses how these ADAS – specifically eight such systems – influence the pricing of car insurance, particularly as they affect the civil liability guarantee.

Keywords: ADAS, safety, pricing, civil liability.

Índice

1. Introducción.....	9
1.1 Normativa UE 2019/2144	11
1.2 Grados de autonomía.....	11
1.3 Parque de automóviles en España	15
2. Estudio	17
2.1 Objetivo del estudio.....	17
2.2 Metodología	17
2.2.1 Datos de estudio	17
2.2.2 Periodo estudio	17
2.2.3 ADAS analizados	17
2.2.4 Estudio de la garantía de Responsabilidad Civil en las pólizas de automóviles.....	18
2.3 Tarificación.....	19
2.3.1 Cálculo de la prima	20
2.3.2 Modelos Lineales Generalizados	20
2.3.3 Diferentes conceptos de Emblem	22
2.4 Análisis de los ADAS.....	23
2.4.1 Sistema de Aviso de Colisión Frontal – FCW.....	23
2.4.2 Control de Crucero Adaptativo – ACC	26
2.4.3 Limitador de Velocidad – SL	30
2.4.4 Sistema de Mantenimiento de Carril – LKA.....	33
2.4.5 Sistema de Monitorización de Ángulos Muertos – BSW	37
2.4.6 Sistema de Advertencia de Somnolencia y Distracción – DDR.....	40
2.4.7 Iluminación Dinámica	44
2.4.8 Sistema de Ayuda al Aparcamiento	47
3. Conclusiones.....	51
Bibliografía	61
Anexos	65

Medición del impacto de los sistemas ADAS en la tarificación del seguro del automóvil

1. Introducción

Uno de los principales problemas del mundo es el número de accidentes de tráfico. Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS)¹ mueren 1,2 millones de personas y hasta 50 millones resultan heridas cada año.

En España, según datos provisionales publicados por la DGT², en el año 2022 perdieron la vida 1.145 personas en accidentes de tráfico en vías interurbanas, un 4% más respecto al año 2019 (año anterior a las restricciones de movilidad por la pandemia).

Gráfico 1. Evolución Accidentes con víctimas vs Fallecidos en España



Fuente: Dirección General de Tráfico

Si analizamos la evolución del número de accidentes y del número de víctimas mortales a lo largo de las últimas décadas, podemos ver una disminución muy significativa del 70% del número de fallecidos. Podemos decir que, junto a otros factores sociales como la mejora de infraestructuras, dispositivos de retención infantil, el carné por puntos y la concienciación de la población en concepto de seguridad vial, los sistemas de seguridad pasiva en los vehículos han logrado reducir la gravedad de los accidentes.

¹ OMS. Salve VIDAS – Paquete de medidas técnicas sobre seguridad vial. 2017.

² DGT. Siniestralidad mortal en vías interurbanas 2022. Enero 2023.

Los tres sistemas de seguridad pasiva más conocidos son:

- **Cinturón de seguridad:** es considerado el elemento de seguridad pasiva más importante porque es el que más vidas ha salvado desde que se inventó en 1959. Según datos de la DGT, el cinturón reduce en un 90% el riesgo de fallecimiento tras sufrir un accidente.
- **Airbags:** la función del airbag es absorber parte de la energía cinética del cuerpo, evitar el impacto contra elementos interiores del coche y así reducir el riesgo de heridas (los coches más modernos ya pueden incluir hasta siete tipos de airbag).
- **Reposacabezas:** la función del reposacabezas es evitar el latigazo cervical reduciendo las lesiones en el cuello a causa de una colisión.

En los últimos quince años la evolución más significativa la han sufrido los sistemas de seguridad activa, cuyo objetivo es prevenir el accidente antes de que suceda. Los más conocidos son:

- **Sistema antibloqueo de frenos (ABS):** impide el bloqueo de los frenos en una frenada fuerte.
- **Control de estabilidad (ESP):** mantiene la trayectoria en caso de riesgo de derrape.
- **Control de tracción:** evita que las ruedas pierdan adherencia y patinen.
- **Control de presión de neumáticos:** avisa al conductor cuando la presión es incorrecta.

La tecnología avanza a pasos agigantados y desde 2015 ha habido una explosión de sistemas de ayuda a la conducción, también conocidos como ADAS (del inglés, Advanced Driver Assistance Systems). Los ADAS son un conjunto de innovadoras soluciones tecnológicas que se integran en los vehículos para mejorar la seguridad tanto del conductor y pasajeros como de otros ocupantes de la vía, incluidos peatones y ciclistas, además de mejorar la experiencia al volante.

Según un estudio llevado a cabo por el Parlamento Europeo³ señala que estos sistemas permitirán evitar hasta 25.000 muertes y más de 140.000 heridos graves en Europa en los próximos 18 años.

³ TRL. Cost-effectiveness analysis of Policy Options for the mandatory implementation of different sets of vehicle safety measures – Review of the General Safety and Pedestrian Safety Regulations. Marzo 2018.

Desde la Unión Europea (UE) se aprobó el reglamento UE 2019/2144, que establece qué ADAS serán obligatorios en los vehículos de nueva homologación en toda Europa. La medida forma parte del programa “Visión Cero”⁴, con el que se quiere reducir a cero la siniestralidad grave en las carreteras de la UE en el año 2050. Hasta 2030, el objetivo es reducir el número de muertes y de lesiones graves en un 50%.

1.1 Normativa UE 2019/2144

Los nuevos sistemas de ayuda a la conducción pasarán a ser obligatorios a partir de 2022.

Estos sistemas ADAS se implementarán en función de la categoría de vehículo en dos fechas, una, la fecha a partir de la cual será obligatorio para la fabricación de nuevos modelos de vehículos, y otra, la de la matriculación de vehículos de modelos ya existentes (Anexo1).

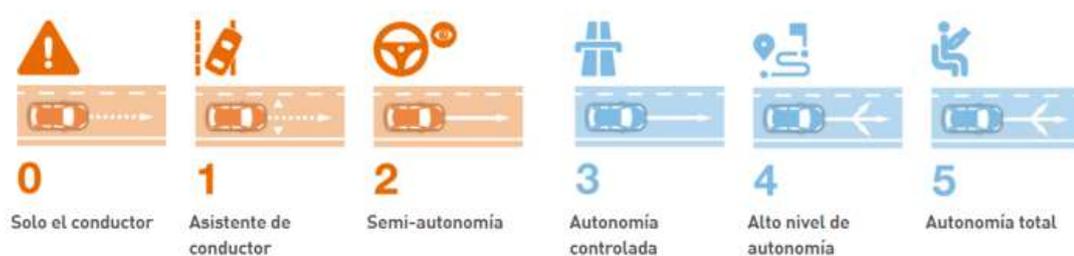
1.2 Grados de autonomía

Los sistemas de ayuda a la conducción (ADAS) actúan con distinto rango de autonomía respecto al conductor y son capaces de intervenir en diversos sistemas de nuestros vehículos: freno/acelerador, dirección, señalización...

Estos sistemas son el primer gran paso hacia la conducción autónoma.

La Sociedad de Ingenieros de Automoción (SAE) ha propuesto una clasificación de seis niveles de autonomía que puede llegar a tener un vehículo⁵:

Figura 1. Seis niveles de autonomía



Fuente: RACE

⁴ Parlamento Europeo. Informe sobre el Marco de la política de la Unión Europea en materia de seguridad vial para 2021-2030 – Recomendaciones sobre los próximos pasos hacia la «Visión Cero». Junio 2021.

⁵ SAE. Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles

https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/

- **Nivel 0 (sin automatización en la conducción):** no existe ningún tipo de automatización en el vehículo. El conductor depende de su propia conducción, ya que no va a tener ninguna ayuda por parte del coche. Estos son los coches de antaño, antes de llegar a la década de los 90 cuando la electrónica empezó a ser la protagonista.
- **Nivel 1 (asistencia en la conducción):** el coche empieza a dar alguna asistencia para que el conductor no tenga que realizar tantas tareas a la vez. En este nivel se incluye, por ejemplo, el control de velocidad o el asistente de mantenimiento de carril. Los sistemas gestionan de forma independiente el movimiento lateral o el longitudinal del vehículo (en ningún caso los dos a la vez). También se puede incluir en el nivel 1 el asistente de ayuda al aparcamiento (el conductor maneja solo los pedales, el coche se encarga del volante) o el aviso de colisión y peatones con función de frenado en ciudad. Todos son una ayuda para el conductor, aunque esto no quita que esté pendiente en todo momento de lo que haga el coche.
- **Nivel 2 (automatización parcial):** en este nivel el coche ya controla a la vez tanto los movimientos laterales como los longitudinales. Alguna tecnología que se puede incluir en este nivel es la ayuda al aparcamiento en la que el conductor ya no toca ni el volante, ni los pedales o un asistente de conducción para reducir el estrés en los atascos ya que el coche es capaz de acelerar o frenar manteniendo la distancia con el coche que le precede y manteniéndose en el carril. En este nivel, el papel del conductor todavía es muy importante.
- **Nivel 3 (automatización condicionada):** este nivel marca un punto de inflexión en la tecnología y aquí el coche ya es capaz de encargarse de prácticamente toda la conducción. El vehículo ya ve lo que tiene en su entorno y puede actuar en función de los elementos que le rodean. Es decir, la persona sentada en el puesto de conducción ya puede soltar el volante y los pedales para que el coche se conduzca él solo. No obstante, en este nivel todavía se requiere la supervisión de un humano por si el software no responde adecuadamente, por ejemplo, cuando hay alguna zona de obras que no está bien señalizada.
- **Nivel 4 (automatización elevada):** a partir de este nivel desaparece la figura del conductor. El coche es totalmente capaz de conducir por sí solo, sin actuación humana. Si tiene algún problema por condiciones climatológicas o geográficas no tiene que pedir ayuda, utilizará los protocolos necesarios para evitar el peligro por sí solo hasta ponerse a salvo. Si el humano requiere la conducción, el coche puede decidir si darle el control inmediatamente o esperar hasta que la cesión del manejo sea la idónea por seguridad.
- **Nivel 5 (conducción autónoma):** es el último nivel y, por tanto, la automatización total. Son coches que ya no tienen ni volante, ni pedales

porque ellos mismos se controlan sin necesidad de que una persona actúe en ningún momento.

Actualmente, ya se pueden ver vehículos de nivel 5 pero de forma experimental. Por ejemplo, en España se puede encontrar el primer autobús autónomo que circula en tráfico real y con pasajeros en el campus de Cantoblanco de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM).

Figura 2. Autobús autónomo campus Cantoblanco



Fuente: Dirección General de Tráfico

Los vehículos autónomos se enfrentan a diferentes retos, que son los que podrán ralentizar su implantación en las carreteras españolas:

1. Necesita una **infraestructura** que esté adaptada y preparada para el coche conectado por lo que es importantísima una inversión pública para ello.
2. **El precio**: toda la tecnología integrada tiene un elevado coste de producción y un alto coste de reparación.
3. Adaptación de la **legislación**:
 - 3.1. El Reglamento General de Circulación explica en el artículo 18 que el conductor debe tener una atención permanente a la conducción, algo que entra en conflicto con los niveles 3 y 4 de conducción autónoma. Además, de momento no está permitido por la Ley separar las manos del volante.
 - 3.2. Responsabilidad en caso de accidente: ¿el fabricante? ¿el conductor que no estaba prestando atención? ¿el instalador de los componentes del coche autónomo?
4. **Seguridad**: los coches autónomos necesitan estar conectados a la red. ¿Qué ocurre si alguien llega a piratear la unidad de control del vehículo?

En 2014, un grupo de hackers chino tomó el control de algunos sistemas de seguridad de un Tesla Model S a través de la aplicación móvil del vehículo⁶.

5. Alto nivel de **mantenimiento**: utiliza gran número de sistemas y aparatos que deben revisarse cada cierto tiempo para que trabajen al cien por cien de su capacidad.
6. Pérdida de la **privacidad**: estos vehículos recogen datos de la localización del vehículo. Hay que esclarecer quién accede a esos datos y dónde pueden acabar, por lo que dejas de tener cierta privacidad en tus movimientos.
7. **Fallos en el sistema**: ¿El coche autónomo puede ser perfecto y no dar ningún tipo de problema?

En 2016, un hombre murió en un choque con un camión mientras usaba el piloto automático de su Tesla Model S en Florida. Ni él, ni el piloto automático lograron ver el tráiler de un camión cruzando la carretera, y el vehículo terminó debajo del tráiler.

Figura 3. Accidente Tesla Model S



Fuente: [Electrek. Tesla is under scrutiny from feds again over crash with semi truck](https://www.electrek.co/2016/07/20/tesla-model-s-crash-semi-truck/)

⁶ El País. Los ‘hackers’ de coches conectados podrán controlar tu vehículo.
https://elpais.com/tecnologia/2018/02/15/actualidad/1518693812_231345.html

1.3 Parque de automóviles en España⁷

Uno de los grandes problemas es el envejecimiento del parque automovilístico español:

Gráfico 2. Antigüedad media Parque automovilístico español



Fuente: Dirección General de Tráfico

En el año 2021 el parque automovilístico español estaba compuesto por un total de 29.875.896 (+0,6% respecto año anterior) de los cuales el 85% corresponden a turismos cuya edad media alcanzó los 13,49 años de antigüedad. España continúa teniendo uno de los parques más envejecidos de Europa superando la antigüedad media de los vehículos en los países europeos de 11,5 años, según los datos publicados por la Asociación Europea de Fabricantes de Automóviles (ACEA).

La crisis de los microchips y la incertidumbre económica y social derivada de la pandemia, han sido factores decisivos para condicionar el ritmo de recuperación del mercado, lo que se ha traducido en una ralentización todavía mayor de la renovación del parque. Aún sin datos del año 2022 se prevé que no habrá una recuperación ya que ha sido un año complicado para la venta de automóviles marcado por la guerra en Ucrania, el aumento de los costes energéticos y de carburantes, el incremento de la inflación y los tipos de interés y la incertidumbre de la población de no saber qué modelos de vehículos serán el futuro.

El 63,6% de los turismos que circulan por España tienen más de 10 años. Es un dato preocupante ya que la seguridad de los vehículos de más de 10 años es considerablemente inferior a la que se encuentra disponible hoy día en la mayoría de los vehículos. Hay que seguir impulsando el plan de achatarramiento para reducir la huella de carbono (economía más sostenible).

⁷ ANFAC. Informe Anual 2021

2. Estudio

2.1 Objetivo del estudio

Sabemos que el futuro es el coche autónomo, pero es un futuro que queda lejos, y actualmente el camino hacia él se centra en la incorporación de los diferentes sistemas de ayuda a la conducción (ADAS) de manera obligatoria en los vehículos.

El objetivo de esta tesis es demostrar numéricamente como los ADAS reducen el número de siniestros (frecuencia siniestral), la gravedad de los mismos (coste medio) y la relación de este hecho con la prima del seguro que debemos abonar.

Es un interés social que los vehículos incorporen el máximo número de ADAS por la seguridad de todos, y, además, que repercuta en un beneficio económico en la prima del seguro.

2.2 Metodología

2.2.1 Datos de estudio

El alcance del estudio se ha centrado en los tipos de vehículo Turismos, Todo Terrenos y Monovolúmenes cuya fecha de matriculación es posterior al año 2014 y con un valor del vehículo superior a 25.000€, dado que los primeros ADAS se instalaron a partir de dicha fecha en esta gama de vehículos. La fuente de datos se ha obtenido de una muestra real de vehículos asegurados en la entidad aseguradora Seguros Catalana Occidente.

2.2.2 Periodo estudio

Desde el ejercicio 2018 hasta el ejercicio 2022. No se ha tenido en cuenta el periodo COVID (desde Marzo 2020 hasta Marzo 2022) puesto que hubo restricciones de movilidad que afectaron de forma notable a la frecuencia siendo un periodo excepcional no proyectable.

Con esta selección y durante este periodo, el estudio se ha realizado sobre 68.913 pólizas.

2.2.3 ADAS analizados

Para la elaboración de este estudio, Centro Zaragoza, que es el instituto de investigación sobre vehículos participado por 19 entidades aseguradoras, nos ha proporcionado todos los sistemas de ayuda a la conducción que cada vehículo lleva de serie. Es decir, CZ nos envía todos los sistemas ADAS que se implementan en un modelo-marca determinado, independientemente del acabado seleccionado por el consumidor.

Los sistemas ADAS analizados en este estudio son los siguientes:

Nº	Sistema de ayuda a la conducción (ADAS)	Sigla
1	Sistema de aviso de colisión frontal	FCW
2	Control de crucero adaptativo	ACC
3	Limitador de velocidad	SL
4	Sistema de mantenimiento de carril	LKA
5	Sistema de monitorización de ángulos muertos	BSW
6	Sistema de advertencia de somnolencia y distracción	DDR
7	Iluminación dinámica	-
8	Sistemas de ayuda al aparcamiento	-

2.2.4 Estudio de la garantía de Responsabilidad Civil en las pólizas de automóviles

La ley obliga a que la póliza de automóviles incluya como mínimo la garantía de Responsabilidad Civil (RC) para poder circular en la carretera. Por lo que, la garantía de estudio es la RC.

La RC la definimos como la obligación que tiene una persona de reparar los daños y perjuicios ocasionados a un tercero en su persona o bienes por causa de una acción u omisión, propia o de un tercero por el que debe responderse con culpa o negligencia (Art. 1902 Código Civil). Por lo tanto, cuando hablamos de RC en la circulación de vehículos a motor, se entiende como que el conductor es responsable, en virtud del riesgo creado por la conducción de estos, de los daños causados a las personas o en los bienes con motivo de la circulación. (art. 1 RDL 8/2004, de 29 de octubre)

Dentro de la RC hay que separar dos tipos de daños:

- **Daños personales:** daños físicos provocados a una tercera persona en un siniestro (ya sean personas dentro de un vehículo o fuera de él, como peatones, ciclistas, patinetes, etc.). Dentro de estos daños se pueden diferenciar:
 - o **Asistencia sanitaria:** traslado a los hospitales y pago de la factura del hospital (ocupación de la cama, medicinas, tratamientos, material, etc.).
 - o **Lesiones:** todos los conceptos que están dentro del Baremo de automóviles⁸ (perjuicio básico, perjuicio estético, lucro cesante,

⁸ DGSFP. Tablas indemnizatorias baremo 2023

pérdida de calidad de vida, adaptación de la vivienda, fallecimiento, etc.).

- **Daños materiales:** son los daños materiales ocasionados a un tercero. Además de los daños ocasionados a un tercer vehículo, también se incluirían otros daños ocasionados, por ejemplo, la fachada de una casa o la farola.

Una de las cosas más importante es determinar qué vehículo es el responsable del siniestro, dado que su aseguradora será quien asuma los costes.

Es importante conocer que en España las entidades aseguradoras utilizan en el ámbito de los siniestros con daños materiales los convenios CIDE/ASCIDE (colisión directa entre dos vehículos) y SDM (colisión directa entre más de dos vehículos) cuyo objetivo es acelerar la tramitación y liquidación de los siniestros facilitando un mejor servicio a los clientes. Así pues, cada entidad repara el vehículo de su propio asegurado intercambiándose módulos acreedores o deudores entre ellas.

En el caso de siniestro con daños personales, la indemnización es asumida por la aseguradora del vehículo responsable del siniestro.

2.3 Tarificación

La tarificación es el proceso de determinación de la prima pura o prima de riesgo de tal forma que el importe total de prima pura se corresponda con el importe total de siniestros a pagar. Por ello, la tarificación constituye una actividad clave del negocio asegurador.

El objetivo de un sistema de tarificación es que las primas que se calculen sean equitativas a cada riesgo, teniendo en cuenta la solvencia y solidaridad entre los asegurados.

- **Equidad:** significa que cada asegurado debe pagar según el riesgo que representa, teniendo en cuenta los factores de riesgo más relevantes (aquellos que mejor expliquen la siniestralidad).
- **Solvencia:** implica que las primas sean suficientes para garantizar la rentabilidad a largo plazo de la compañía aseguradora.
- **Solidaridad:** implica un reparto del riesgo y de la prima total, de tal manera que los asegurados que presentan un menor riesgo paguen una cantidad

https://dgsfp.mineco.gob.es/es/Regulacion/DocumentosRegulacion/Tablas_indemnizatorias_Baremo_2023_JC%20-%20draft.pdf

mayor de lo que deberían y compensen una prima más baja para los que presentan un mayor riesgo.

2.3.1 Cálculo de la prima

Para el cálculo de las primas es esencial predecir el comportamiento del riesgo, basándose en la hipótesis de que se puede prever en función de los conocimientos del comportamiento del pasado y de su estabilidad en el tiempo utilizando estadísticas históricas de frecuencia y de intensidad de los siniestros.

El proceso de tarificación se basa en probabilidades y en la suposición de que se cumpla la “ley de los grandes números”, es decir, cuanto mayor sea el número de veces que se repita un experimento, más se acercarán los resultados a la probabilidad teórica.

El estudio de siniestralidad tiene como finalidad obtener la medición de los siniestros esperados en función de la información histórica, lo que resulta esencial para estimar con exactitud la probabilidad de que ocurran dichos siniestros.

En todos los estudios de siniestralidad se tienen en cuenta dos conceptos:

- **Frecuencia:** la probabilidad de tener un siniestro.
- **Coste:** la magnitud de los daños del siniestro.

El estudio de la frecuencia intenta responder preguntas que se refieran a la cuantificación de la posibilidad de que ocurra el siniestro (número de siniestros entre el total de pólizas). Por lo tanto, la variable de interés es el número de veces que pasa un tipo de siniestro en un tiempo determinado.

En el estudio del coste, la variable de interés es el valor económico asociado a cada siniestro ocurrido en un periodo de tiempo determinado. Si no hay siniestro no hay cuantía.

Para estudiar la siniestralidad en nuestro estudio utilizamos los Modelos Lineales Generalizados.

2.3.2 Modelos Lineales Generalizados

Los Modelos Lineales Generalizados, o también llamados GLM (del inglés Generalized Linear Model) son una extensión de los modelos lineales clásicos que incluyen, como caso particular: el modelo de regresión lineal, el modelo de Poisson, el modelo de regresión logística, los modelos de análisis de la varianza y algunos modelos de análisis de la supervivencia.

Los GLM se utilizan cuando se quiere modelizar el comportamiento de una variable dependiente en función de una combinación lineal de variables explicativas.

Las especificaciones de un GLM se realizan en tres partes:

1. **La componente aleatoria (Y):** es la variable dependiente que se quiere estudiar. Se supone que se comporta de manera aleatoria siguiendo las leyes de una distribución conocida. La media λ de la distribución depende de las variables independientes X .
2. **La componente sistemática, llamada también predictor lineal (X β):** es la combinación de los parámetros (β) y de los factores de riesgo (o variables independientes X) que influyen en la variable dependiente. Los factores de riesgo que se incluyen en el modelo han de ser fáciles de medir por la entidad aseguradora.
3. **La función de ligadura (o función link g(.)):** relaciona la esperanza matemática de la variable dependiente con el predictor lineal:

$$E(Y)=\lambda=g(\cdot)-1(X\beta)$$

Con una varianza:

$$\text{Var}(Y)=V(\lambda)=V(g(\cdot)-1(X\beta))$$

En nuestro caso, la variable dependiente que se quiere estudiar es el número de siniestros de la garantía de Responsabilidad Civil de una póliza. Nuestros datos siguen una distribución Binomial Negativa.

Para tener en cuenta el coste de los siniestros en el cálculo de la prima pura, habitualmente se multiplica la estimación del número esperado de siniestros por el coste medio del siniestro, que es una variable aleatoria, que en nuestro caso sigue una distribución Gamma.

En consecuencia, la esperanza de la siniestralidad, que sería la prima pura, la calcularíamos de la siguiente manera:

$$P=E[S]=E[Y]\cdot E[C]$$

donde Y sería la frecuencia de los siniestros y C su coste medio.

Los Modelos Lineales Generalizados nos permiten considerar todos los factores simultáneamente (análisis multivariante) y nos permiten especificar la naturaleza del error. Por lo tanto, introducimos todos los factores para estimar la frecuencia y el coste esperado de los siniestros y de aquí se obtiene la tarifa.

Una de las ventajas de la tarificación basada en la modelización es que se puede predecir la prima que un asegurado debería de pagar, aunque ningún individuo de la muestra tenga la misma combinación de características.

En nuestro modelo hemos incorporado tres tipos de factores:

- Factores geográficos como la provincia de circulación.

- Factores del vehículo como la marca del vehículo, la potencia del vehículo, el combustible.
- Factores de personas como la antigüedad de carné, la edad menor de las figuras.

El estudio lo hemos realizado con el software Emblem de Willis Tower Watson. Este programa hace que las técnicas de análisis multivariante sean accesibles tanto para expertos en estadística como para aquellos que no lo son. Es importante destacar que permite al usuario centrarse en el análisis en sí y aportar su experiencia para enriquecer el proceso estadístico.

¿Qué es un análisis multivariante?

El análisis multivariante se utiliza para analizar múltiples variables al mismo tiempo. En lugar de examinar las relaciones entre una variable independiente y una variable dependiente, el análisis multivariante examina las interacciones entre múltiples variables independientes y cómo afectan a la variable dependiente.

En resumen, el análisis multivariante es una herramienta útil para analizar múltiples variables, identificar relaciones y patrones, y predecir resultados. Es una técnica estadística avanzada que puede ser utilizada en diferentes campos para tomar mejores decisiones basadas en los datos.

2.3.3 Diferentes conceptos de Emblem

Gráfico 3. Variable Combustible Vehículo en el modelo de frecuencia de RC



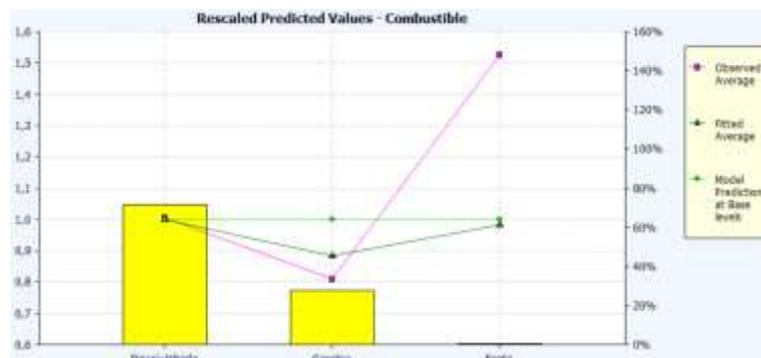
Fuente: Elaboración propia

- Barras amarillas: número de pólizas para cada segmento. La suma de los segmentos ha de ser el 100% de la muestra.
- Línea rosa: son los datos observados, es decir, el análisis univariante de cada variable. El segmento que más observaciones contiene se le denomina base y se le da un valor de 1. En este caso se interpretaría que los coches gasolina tienen una frecuencia un 20% inferior a los diésel e

híbridos. En cambio, el resto tienen una frecuencia un 50% superior al segmento base.

- Línea verde oscuro: son los datos ajustados de la variable a estudiar, es decir, cómo se comporta esta variable con las variables introducidas en el modelo. Si el modelo ajusta bien, la línea rosa y la línea verde oscuro están lo más cerca posible.
- Línea verde claro: representa el peso de esta variable en el modelo (análisis multivariante). Cuando la variable no está introducida dentro del modelo se representa como una línea continua:

Gráfico 4. Variable Combustible Vehículo en el modelo de frecuencia de RC



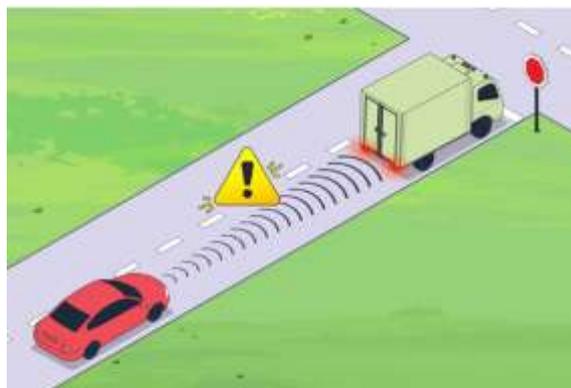
Fuente: Elaboración propia

2.4 Análisis de los ADAS

Para cada ADAS que hemos estudiado veremos su funcionalidad, su disponibilidad en los vehículos puestos a la venta en España, su normativa europea que regula su obligatoriedad y si es explicativa o no en frecuencia, en coste medio y finalmente cómo afecta en la prima pura.

2.4.1 Sistema de Aviso de Colisión Frontal – FCW

Figura 4. Al detectar los sensores del automóvil un camión detenido, se emite una señal de aviso



Fuente: Gobierno de Canadá

¿Cómo funciona?

El sistema de aviso de colisión frontal, conocido como FCW (del inglés, Frontal Collision Warning), alerta al conductor sobre la existencia de un vehículo u obstáculo en el camino del vehículo. Estos sistemas de advertencia pueden detectar tráfico lento o parado por delante. Algunos sistemas más avanzados también pueden detectar peatones, ciclistas o animales grandes.

Para lograr su cometido, este sistema se apoya en cámaras, radares y sensores para después emitir la alerta (puede ser visual, sonora o de vibración) con la que el conductor debe decidir si baja la velocidad, frena o cambia de carril para evitar el encuentro con el otro vehículo. En caso de que el conductor no reaccione de manera rápida a estas alertas, entraría en función el sistema de frenado de emergencia (AEB, del inglés Autonomous Emergency Braking) para reducir la velocidad del vehículo o pararlo.

Sistemas detección	Ubicación	Alcance	Inconvenientes
Sensores radar de largo alcance	detrás del parachoques frontal	hasta 250 m	puede llegar a desactivarse en condiciones muy adversas
Cámaras	detrás de la luna parabrisas	hasta 80 m	condicionado a la climatología y a la suciedad que tenga el cristal.

Normativa

No hay una normativa específica para el sistema de Aviso de Colisión Frontal, pero sí que existe un reglamento que regula el sistema de asistencia al frenado de emergencia (AEB) que incorpora el FCW y que existe desde noviembre de 2012.

El reglamento europeo 2019/2144 obliga a todos los vehículos a disponer de serie el sistema AEB en las siguientes fechas:

- A partir del 6 de julio de 2022 → en la fabricación de nuevos modelos de vehículos.
- A partir del 7 de julio de 2024 → en la matriculación de vehículos de modelos ya existentes.

Disponibilidad en el mercado

Según datos elaborados por Centro Zaragoza procedentes de los fabricantes de vehículos, en 2021 en España, el 67% del total de vehículos nuevos disponibles a la venta de categoría Turismo, venían equipados de serie con este sistema ADAS.

Efectividad

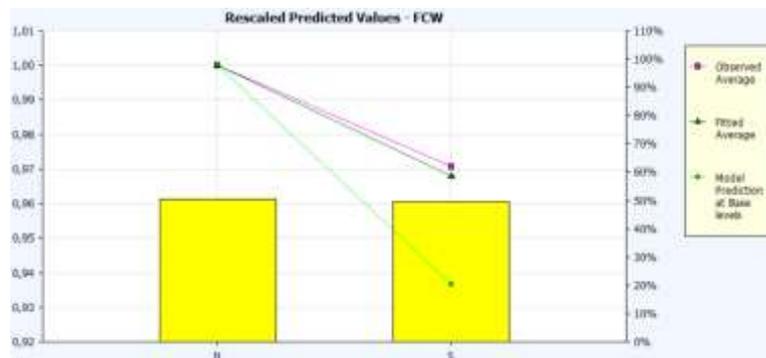
A partir de un exhaustivo análisis realizado por Centro Zaragoza, el sistema de aviso de colisión frontal consigue reducir los accidentes por alcance (frontal contra parte trasera) en un 27% y más en concreto los alcances con lesionados los reduce un 20%. Son datos que Centro Zaragoza ha extraído del Instituto de Datos de Pérdidas en Carretera (HLDI) en Estados Unidos⁹.

Análisis del sistema ADAS en la tarificación

El 52,6% de las pólizas del estudio llevan de serie el sistema FCW.

❖ Análisis de Frecuencia de la garantía de RC:

Gráfico 5. Variable FCW en el modelo de frecuencia de RC



Fuente: Elaboración propia

Se ha incorporado esta funcionalidad ADAS en el modelo de frecuencia de la RC ya que es una variable estadísticamente significativa y, por lo tanto, nos explica mejor el modelo.

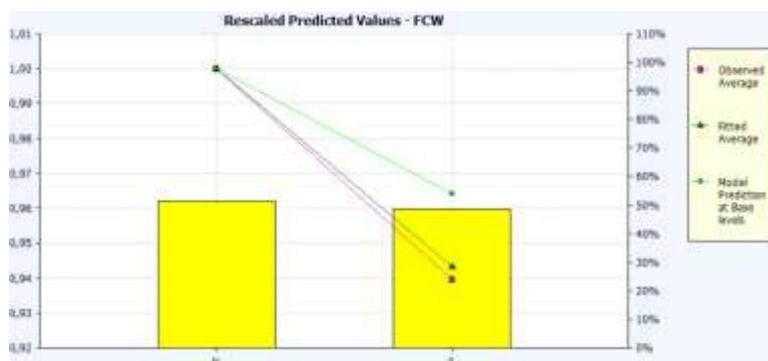
Podemos observar cómo tener esta funcionalidad de serie en el vehículo hace reducir la frecuencia un -6,4% (de manera multivariante).

Gracias a incorporar en el vehículo esta funcionalidad, los asegurados de la compañía tienen un -12,1% menos de accidentes en los que ellos son los culpables. En cambio, se ha podido observar cómo los accidentes donde el culpable es el vehículo que va detrás de él se incrementan un +3,4% ya que como nuestro asegurado tiene incorporado este ADAS de serie, al vehículo contrario no le da tiempo a reaccionar y evitar el choque frontal.

❖ Análisis de Coste Medio de la garantía de RC:

⁹ HLDI. "Compendium of HLDI collision avoidance research". Diciembre 2020

Gráfico 6. Variable FCW en el modelo de coste medio de RC



Fuente: Elaboración propia

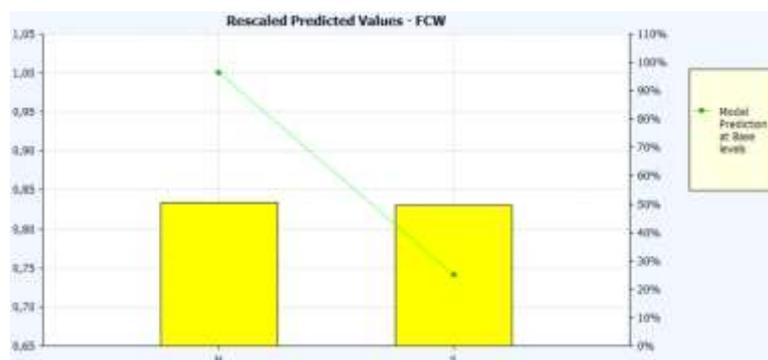
Esta funcionalidad ADAS ha sido incorporada en el modelo de coste medio de la RC.

Se ve como el coste medio de los siniestros es un -3,6% inferior si llevas de serie el sistema de aviso de colisión frontal. Pero ¿cómo es posible que el coste medio sea menor si este sistema lleva incorporados dispositivos que al tener un accidente es más caro repararlo que si no tuvieras este ADAS?

La explicación viene porque este sistema hace que haya más siniestros donde el culpable es el vehículo contrario por lo que la compañía asegurada recobra más módulos.

❖ Análisis de Prima Pura de la garantía de RC:

Gráfico 7. Variable FCW en el modelo de Prima Pura de RC



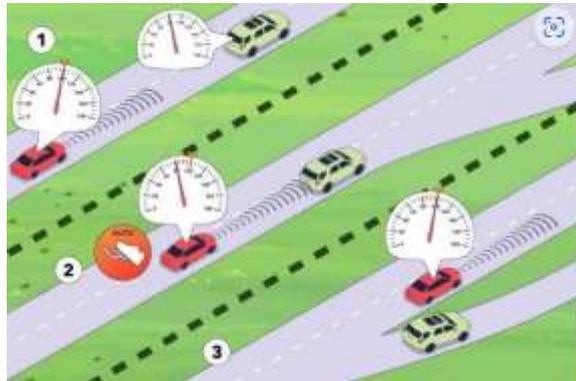
Fuente: Elaboración propia

Combinando los modelos de frecuencia y coste medio de la garantía de RC, los vehículos que incorporen el sistema de aviso de colisión frontal (FCW) les hará reducir la prima pura un -26%.

2.4.2 Control de Crucero Adaptativo – ACC

Figura 5. En el momento 1 el automóvil utiliza sensores para medir su distancia con el vehículo delantero, que va más lento (detección). En el momento 2 ajusta su velocidad

para coincidir con la velocidad del otro vehículo (desaceleración). En el momento 3 el vehículo más lento sale de la carretera y el automóvil vuelve a la velocidad de origen (control crucero).



Fuente: Gobierno de Canadá

¿Cómo funciona?

El control de crucero adaptativo, conocido como ACC (del inglés, Adaptive Cruise Control), es un sistema de control de crucero avanzado que frena y acelera automáticamente para seguir el ritmo del vehículo que va delante.

Un sensor en la parte delantera del vehículo monitorea la distancia y la velocidad relativa de un vehículo que va delante. Luego, el sistema ACC ajusta la velocidad del vehículo para mantener una velocidad de crucero seleccionada por el conductor y una distancia mínima de seguimiento. Si el sistema ACC detecta que el vehículo de delante está disminuyendo la velocidad o si otro vehículo cambia de carril delante de éste, el sistema ajusta la velocidad para coincidir con la velocidad del vehículo que le precede y puede alertar al conductor con una luz o sonido de advertencia. Cuando no sigue a un vehículo, el ACC acelera automáticamente el vehículo a la velocidad que el conductor ha elegido.

Esta función está presente en vehículos que incorporan el sistema de Aviso de Colisión Frontal (FCW) o el sistema de Frenada Autónoma de Emergencia (AEB).

Los sensores que más se utilizan son tres:

- Radar: emite ondas de radio que "rebotan" en el vehículo que le precede.
- Lidar: es similar al radar, pero emite rayos de luz láser infrarroja.
- Cámaras: procesan las imágenes para extraer información de la distancia a la que se encuentran el vehículo que le precede.

Los líderes tecnológicos como General Motors, Waymo y Mercedes-Benz confían en los sensores (radar/lidar), en cambio Tesla ha cambiado su enfoque basado únicamente en la cámara¹⁰.

Estos sensores tienen limitaciones de funcionamiento en condiciones meteorológicas adversas, como la nieve, la lluvia o la niebla, y también en tramos con curvas cerradas o túneles. Incluso los Lidar no son capaces de detectar a los vehículos, si éstos están sucios.

Normativa

No es obligatorio y no hay reglamento que lo regule.

Disponibilidad en el mercado

Según datos elaborados por Centro Zaragoza procedentes de los fabricantes de vehículos, en 2021 en España, el 39% del total de vehículos nuevos disponibles a la venta de categoría Turismo, venían equipados de serie con este sistema ADAS.

Efectividad

Un estudio realizado en 2005 por el Instituto de Economía del Transporte¹¹ de la Universidad de Colonia estimaba que el sistema ACC podría reducir alrededor de un 25% el número de accidentes por colisión trasera o alcance.

Centro Zaragoza estimó que el sistema ADAS podría reducir el número de accidentes totales en torno a un 2% en España.

Análisis del sistema ADAS en la tarificación

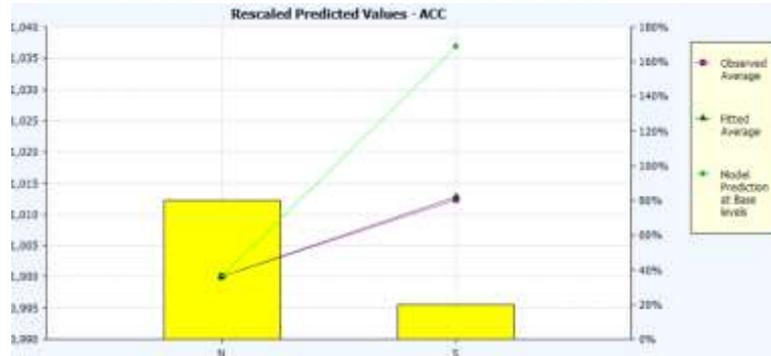
El 19,9% de las pólizas del estudio llevan de serie el sistema ACC.

¹⁰ Makeuseof. Why Doesn't Tesla Care About Using Sensors for Autonomous Driving?
<https://www.makeuseof.com/tesla-self-driving-no-sensors/>

¹¹ VDI/VDE/IT. "Exploratory Study on the potential socio-economic impact of the introduction of Intelligent Safety Systems in Road Vehicles".

❖ Análisis de Frecuencia de la garantía de RC:

Gráfico 8. Variable ACC en el modelo de frecuencia de RC



Fuente: Elaboración propia

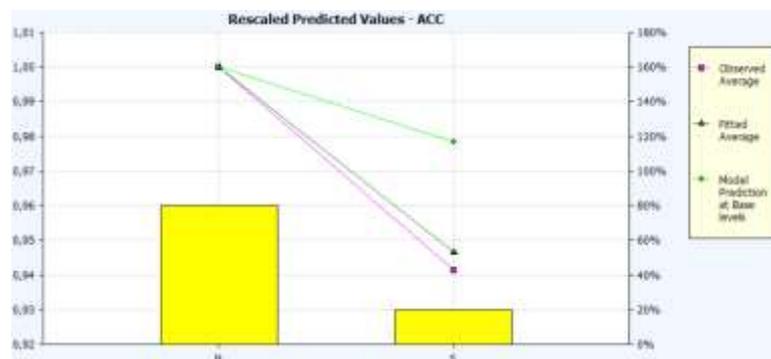
Se ha incorporado esta funcionalidad ADAS en el modelo de frecuencia de la RC ya que es una variable estadísticamente significativa y, por lo tanto, nos explica mejor el modelo.

Podemos observar cómo tener esta funcionalidad de serie en el vehículo, hace subir la frecuencia un +3,7% (de manera multivariante), efecto contrario al sistema de aviso de colisión frontal (FCW).

Disponer del sistema de control de crucero adaptativo (ACC) hace que los asegurados de la compañía tengan un +8,1% más de siniestros donde el vehículo que circula detrás del asegurado con ADAS es el culpable ya que como pasa con el FCW el vehículo de atrás no es capaz de reaccionar al ajuste de velocidad del vehículo asegurado y así evitar el accidente.

❖ Análisis de Coste Medio de la garantía de RC:

Gráfico 9. Variable ACC en el modelo de coste medio de RC



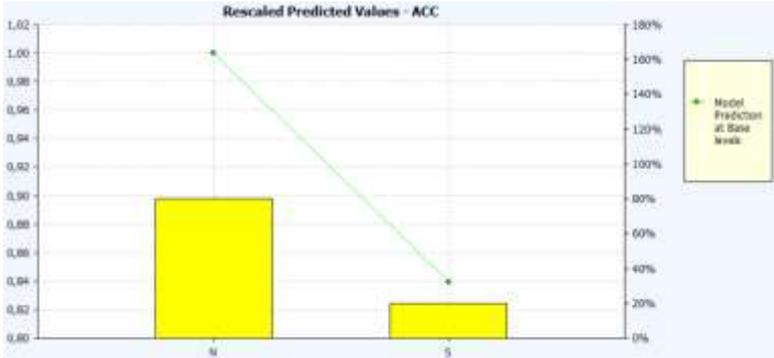
Fuente: Elaboración propia

Esta funcionalidad ADAS ha sido incorporada en el modelo de coste medio de la RC.

Se ve cómo el coste medio de los siniestros es un -2,2% inferior si llevas de serie el sistema control de crucero adaptativo. Como hemos explicado en el modelo de frecuencia, disponer del sistema de control de crucero adaptativo (ACC) hace tener más accidentes culpa contrario y por consiguiente la compañía recobra más módulos.

❖ Análisis de Prima Pura de la garantía de RC:

Gráfico 10. Variable ACC en el modelo de Prima Pura de RC



Fuente: Elaboración propia

Combinando los modelos de frecuencia y coste medio de la garantía de RC, los vehículos que incorporen el sistema de control de crucero adaptativo (ACC) les hará reducir la prima pura un -16,1%.

2.4.3 Limitador de Velocidad – SL

Figura 6. Se le advierte al conductor cuando el sistema detecta que excede de la velocidad máxima fijada



Fuente: Gobierno de Canadá

¿Cómo funciona?

El limitador de velocidad es un sistema que permite al conductor establecer una velocidad máxima para evitar sobrepasarla mientras conduce.

A través de un comando ubicado en la maneta izquierda o en el volante, el conductor fija el límite deseado. Si se supera este límite, el sistema emite una señal de alarma (sistema pasivo) o el vehículo no le deja pasar de ese máximo establecido, aunque el conductor quiera acelerar (sistema activo).

Se recomienda usarlo en autovías y autopistas.

En la actualidad, existe el sistema ISA (Intelligent Speed Adaptation) o Adaptación Inteligente de Velocidad que detecta cual es la velocidad máxima de la vía y ayuda al conductor a mantenerse dentro de los límites de velocidad. Este sistema no se ha analizado en nuestro estudio porque no tenemos vehículos con este sistema ADAS de serie.

Normativa

El reglamento europeo 2019/2144 obliga a todos los vehículos a disponer de serie el sistema de Adaptación Inteligente de Velocidad (ISA) en las siguientes fechas:

- A partir del 6 de julio de 2022 → en la fabricación de nuevos modelos de vehículos.
- A partir del 7 de julio de 2024 → en la matriculación de vehículos de modelos ya existentes.

Disponibilidad en el mercado

Sólo se dispone de información del sistema de adaptación inteligente de velocidad (ISA). Según datos elaborados por Centro Zaragoza procedentes de los fabricantes de vehículos, en 2021 en España, el 12% del total de vehículos nuevos disponibles a la venta de categoría Turismo, venían equipados de serie con este sistema ADAS.

Efectividad

Sólo se dispone de información del sistema ISA. Un estudio realizado en 2020 con datos de iMobility¹² reveló que podrían reducirse las muertes y lesiones en carretera entre un 2% y un 7%.

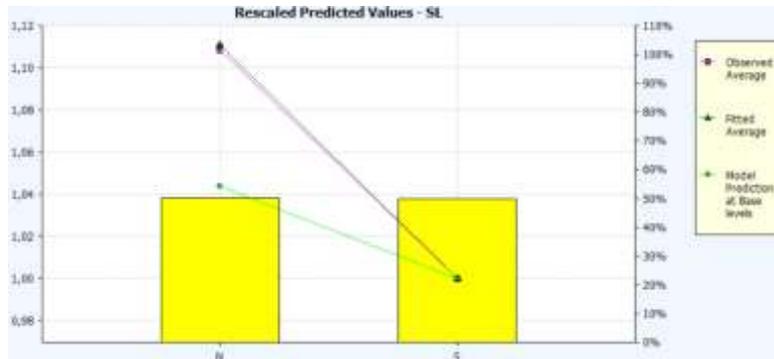
Análisis del sistema ADAS en la tarificación

¹² European Commission. “Study on the feasibility, costs and benefits of retrofitting advanced driver assistance to improve road safety”. Febrero 2020.

El 49,8% de las pólizas del estudio llevan de serie el limitador de velocidad.

❖ Análisis de Frecuencia de la garantía de RC:

Gráfico 11. Variable SL en el modelo de frecuencia de RC



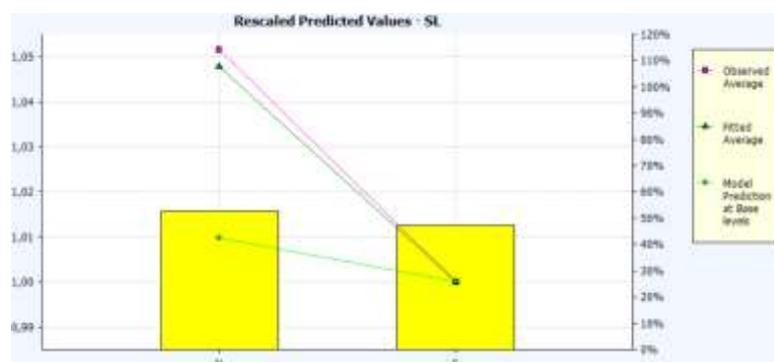
Fuente: Elaboración propia

Se ha incorporado esta funcionalidad ADAS en el modelo de frecuencia de la RC ya que es una variable estadísticamente significativa y, por lo tanto, nos explica mejor el modelo.

Podemos observar cómo de manera multivariante el tener el limitador de velocidad reduce un -4,4% la probabilidad de sufrir un accidente puesto que la velocidad es uno de los factores de riesgo más importantes en los accidentes de tráfico. La velocidad disminuye el tiempo de reacción y disminuye el campo de visión (de normal una persona sana tiene un campo de visión de 180°, a 130 km/h sólo es de 30°).

❖ Análisis de Coste Medio de la garantía de RC:

Gráfico 12. Variable SL en el modelo de coste medio de RC



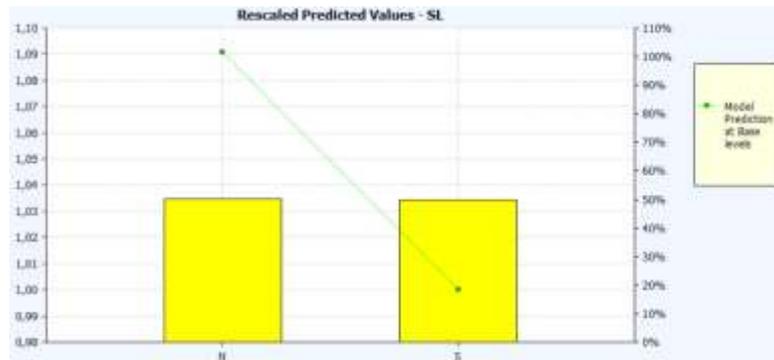
Fuente: Elaboración propia

Esta funcionalidad ADAS ha sido incorporada en el modelo de coste medio de la RC.

Se ve como el coste medio de los siniestros es un -1% inferior si el vehículo lleva de serie el limitador de velocidad. Un informe publicado por la OMS en el marco de la campaña “Salve Vidas” señala que el aumento de tan sólo 1 km/h en la velocidad media de un vehículo se traduce en un incremento del 3 por ciento en la probabilidad de sufrir un accidente con consecuencias fatales, y hasta un 5 por ciento en la probabilidad de perder la vida tras un percance.

❖ Análisis de Prima Pura de la garantía de RC:

Gráfico 13. Variable SL en el modelo de Prima Pura de RC



Fuente: Elaboración propia

Combinando los modelos de frecuencia y coste medio de la garantía de RC, los vehículos que incorporen el limitador de velocidad (SL) les hará reducir la prima pura un -9,1%.

2.4.4 Sistema de Mantenimiento de Carril – LKA

Figura 7. Los sensores del vehículo controlan la posición de las marcas del carril frente a él para que el conductor mantenga su vehículo circulando por su carril



Fuente: Gobierno de Canadá

¿Cómo funciona?

El sistema de mantenimiento de carril, conocido como LKA (del inglés, Lane Keeping Assist), es un sistema de ayuda al conductor para mantener el vehículo circulando centrado por su carril.

Este sistema ADAS siempre viene de la mano del sistema LDW (Aviso de salida del carril) cuya función es avisar al conductor mediante un sonido o una vibración cuando el vehículo se desvía de su carril de circulación o lo abandona sin haber utilizado el intermitente.

Por lo tanto, se podría decir que el ADAS LKA es un sistema, que además del aviso de salida del carril (LDW), añade una nueva función que es actuar suavemente sobre el volante para tratar de redirigir el vehículo de forma automática al centro del carril.

Algunos vehículos combinan los sistemas de mantenimiento de carril con el control de crucero adaptativo (ACC) para proporcionar una seguridad adicional. Se podría decir que los vehículos que combinan estas tres funcionalidades son vehículos semiautónomos ya que se requiere que el conductor mantenga el control del vehículo mientras está circulando.

El sensor más utilizado en este sistema de ayuda a la conducción es la cámara, pero tiene bastantes limitaciones, como, por ejemplo, no detectar las marcas de carril si están desgastadas, en condiciones meteorológicas adversas y si se conduce a una velocidad inferior a 70 km/h.

Cabe destacar que este sistema ADAS se puede desactivar.

Normativa

El reglamento europeo 2019/2144 obliga a los Turismos y Furgonetas a disponer de serie el sistema de mantenimiento de carril (LKA) en las siguientes fechas:

- A partir del 6 de julio de 2022 → en la fabricación de nuevos modelos de vehículos.
- A partir del 7 de julio de 2024 → en la matriculación de vehículos de modelos ya existentes.

Disponibilidad en el mercado

Un estudio del mercado automovilístico europeo¹³ apunta que, en el 2017, el 31% de los vehículos de categoría Turismo de nueva homologación llevaba de serie u opcional el sistema LDW o el sistema LKA.

Según datos elaborados por Centro Zaragoza procedentes de los fabricantes de vehículos, en 2021 en España, el 53% del total de vehículos nuevos disponibles a la venta de categoría Turismo, venían equipados de serie con este sistema ADAS.

Efectividad

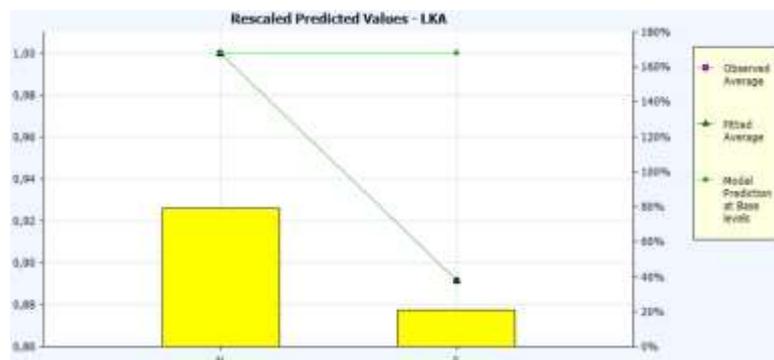
Centro Zaragoza estima que se podría alcanzar una reducción de entre el 6% y el 21% del número de accidentes mortales y una reducción de entre el 4% y el 13% del número de accidentes de lesionados según diferentes estudios revisados.

Análisis del sistema ADAS en la tarificación

El 20,8% de las pólizas del estudio llevan de serie el sistema LKA.

❖ Análisis de Frecuencia de la garantía de RC:

Gráfico 14. Variable LKA en el modelo de frecuencia de RC



Fuente: Elaboración propia

El sistema de mantenimiento de carril no es estadísticamente significativo por lo que no lo incorporamos en el modelo ya que las variables introducidas son capaces de explicar este sistema de ayuda a la conducción.

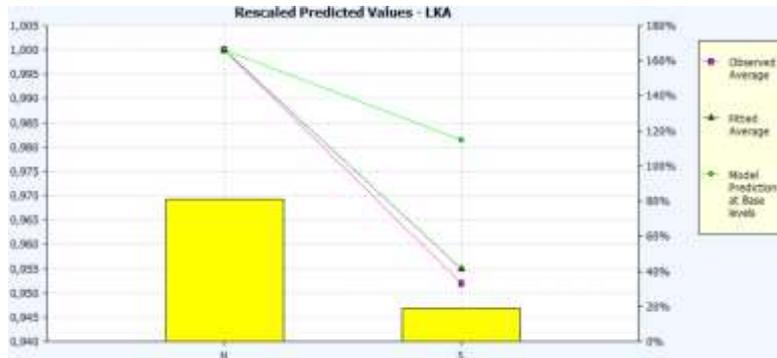
De manera univariante tener el sistema de mantenimiento de carril hace reducir los siniestros un -11,1%. Disponer de este ADAS hace que los asegurados de

¹³ Luke E. Riexinger, Rini Sherony y Hampton C. Residual road departure crashes after full deployment of LDW and LDP systems. 2019

la compañía tengan menos accidentes de cualquier tipología de RC, pero sobre todo los siniestros de daños personales (reducción del 23,7%).

❖ Análisis de Coste Medio de la garantía de RC:

Gráfico 15. Variable LKA en el modelo de coste medio de RC



Fuente: Elaboración propia

Esta funcionalidad ADAS ha sido incorporada en el modelo de coste medio de la RC.

Se ve cómo el coste medio de los siniestros es un -1,9% inferior si llevas de serie el sistema de mantenimiento de carril (mismo efecto que el sistema de aviso de colisión frontal). Esta reducción del coste medio se explica porque este sistema de ayuda a la conducción hace reducir tanto el número de siniestros de Responsabilidad Civil (sobre todo el de daños personales) que por consiguiente mitiga el coste de estos.

❖ Análisis de Prima Pura de la garantía de RC:

Gráfico 16. Variable LKA en el modelo de Prima Pura de RC



Fuente: Elaboración propia

Combinando los modelos de frecuencia y coste medio de la garantía de RC, los vehículos que incorporen el sistema de mantenimiento de carril (LKA) les hará reducir la prima pura un -13,5%.

2.4.5 Sistema de Monitorización de Ángulos Muertos – BSW

Figura 8. Se enciende una señal luminosa en la esquina del espejo retrovisor alertando al conductor de que hay un vehículo acercándose, cuando éste quiere cambiar de carril



Fuente: Gobierno de Canadá

¿Cómo funciona?

El sistema de monitorización de ángulos muertos, conocido como BSW (del inglés, Blind Spot Warning), es un sistema que avisa al conductor cuando detecta algún vehículo en las zonas de puntos ciegos.

Pero ¿qué es el ángulo muerto de un vehículo? Es la parte trasera del coche que el conductor no puede ver a través de los retrovisores del vehículo debido a la estructura propia del automóvil o a la incorrecta orientación de los espejos.

Mediante sensores y cámaras situadas en la parte trasera y lateral del coche el sistema detecta los objetos cercanos y notifica al conductor en qué lado se encuentran mediante una señal luminosa en el espejo retrovisor para avisarle del peligro y evitar que realice una maniobra que pueda provocar un accidente.

Hay un sistema más evolucionado llamado Asistente de Cambio de Carril (LAC, del inglés Lane Change Assist) que además de advertir al conductor, es capaz de actuar sobre la dirección y los frenos del vehículo para oponer cierta resistencia al cambio de carril e intentar evitar una colisión.

Los inconvenientes del sistema de monitorización de ángulos muertos son:

- Puede dar falsos positivos, por ejemplo, en rotondas muy congestionadas.
- Puede no detectar motocicletas o ciclomotores que circulen a alta velocidad.
- Dependiendo del fabricante pueden activarse a partir de una cierta velocidad de circulación.
- Puede desactivarse si el conductor lo desea.

Normativa

El reglamento europeo 2019/2144 obliga a todos los vehículos a disponer de serie el sistema de ángulos muertos (BSW) en las siguientes fechas:

- A partir del 6 de julio de 2022 → en la fabricación de nuevos modelos de vehículos.
- A partir del 7 de julio de 2024 → en la matriculación de vehículos de modelos ya existentes.

Disponibilidad en el mercado

Según datos elaborados por Centro Zaragoza procedentes de los fabricantes de vehículos, en 2021 en España, el 25% del total de vehículos nuevos disponibles a la venta de categoría Turismo, venían equipados de serie con este sistema ADAS.

Efectividad

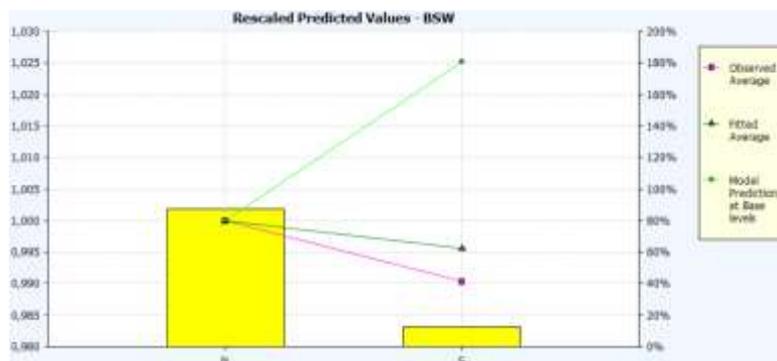
En 2020, el Highway Loss Data Institute (HLDI)¹⁴ realizó un estudio basado en datos reales de accidentes registrados en atestados policiales y partes de siniestros de diversas aseguradoras norteamericanas de automóviles. El estudio concluyó que la tecnología de monitorización de ángulo muerto reducía en un 14% las colisiones al cambiar de carril y en un 23% las colisiones con lesionados en este tipo de maniobras.

Análisis del sistema ADAS en la tarificación

El 12,7% de las pólizas del estudio llevan de serie el sistema de ángulos muertos.

❖ Análisis de Frecuencia de la garantía de RC:

Gráfico 17. Variable BSW en el modelo de frecuencia de RC



Fuente: Elaboración propia

¹⁴ HLDI. "Compendium of HLDI collision avoidance research". Diciembre 2020.

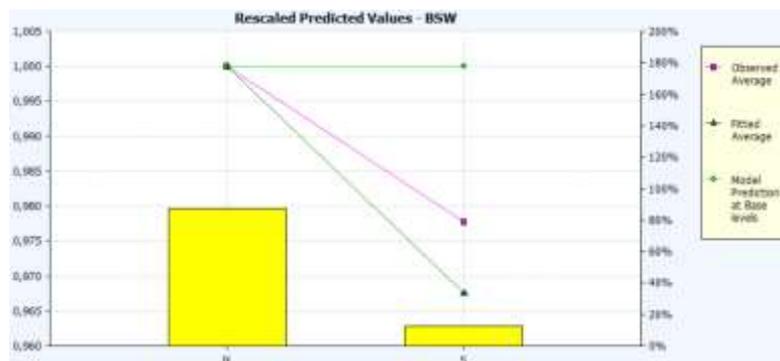
Se ha incorporado esta funcionalidad ADAS en el modelo de frecuencia de la RC ya que es una variable estadísticamente significativa y, por lo tanto, nos explica mejor el modelo.

Podemos observar cómo tener esta funcionalidad de serie en el vehículo, hace subir la frecuencia un +2,5% (de manera multivariante), aunque de manera univariante se reduzca la frecuencia un -1%. ¿Por qué pasa esto?

Analizando la base de datos hemos podido comprobar que esta funcionalidad siempre viene acompañada del sistema de mantenimiento de carril (LKA) y del del sistema de aviso de colisión frontal (FCW). Como hemos visto anteriormente esta última funcionalidad hace reducir la frecuencia un -6,4% pero si el vehículo tiene incorporado el sistema BSW no la hace reducir tanto.

❖ Análisis de Coste Medio de la garantía de RC:

Gráfico 18. Variable BSW en el modelo de coste medio de RC



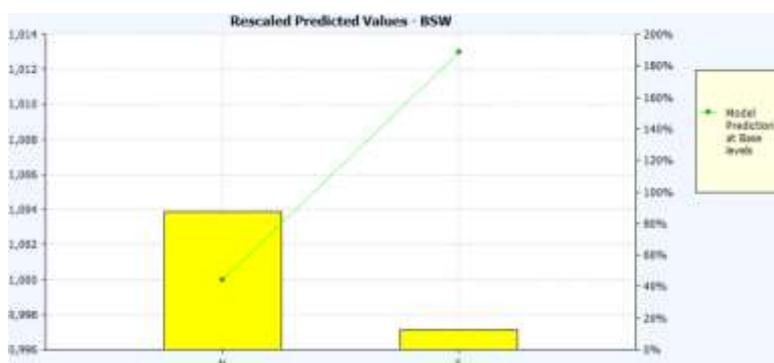
Fuente: Elaboración propia

Este sistema ADAS no es estadísticamente significativo en el estudio del coste medio y por lo tanto no se ha incorporado en el modelo.

El sistema de ángulos muertos hace reducir los costes de los siniestros un -2,3% (de manera univariante). Esta reducción del coste medio se explica porque este sistema de ayuda a la conducción hace reducir un -11,5% los siniestros de daños personales por lo que mitiga el coste de estos. Mismo efecto que el sistema de mantenimiento de carril (LKA).

❖ Análisis de Prima Pura de la garantía de RC:

Gráfico 19. Variable BSW en el modelo de Prima Pura de RC



Fuente: Elaboración propia

Combinando los modelos de frecuencia y coste medio de la garantía de RC, los vehículos que incorporen el sistema ángulos muertos (BSW) les penalizará la prima pura un 1,3%.

2.4.6 Sistema de Advertencia de Somnolencia y Distracción – DDR

Figura 9. Se le muestra un icono visual al conductor cuando el sistema detecta que está cansado



Fuente: Gobierno de Canadá

¿Cómo funciona?

El sistema de advertencia de somnolencia y distracción, conocido como DDR (del inglés, Driver Distraction and Drowsiness Recognition), evalúa el estado de alerta del conductor y le ayuda a mantener su atención mientras conduce.

Algunos sistemas utilizan cámaras para vigilar la posición del vehículo en la carretera comparándolo con las marcas viales. Cuando el sistema detecta un amplio rango en el rendimiento de mantenimiento de carril, el sistema ilumina

una pantalla visual en el cuadro de mando (generalmente un símbolo de taza de café) y suena una señal de advertencia.

Otros sistemas hacen un seguimiento de algunas variables de conducción como la velocidad, la aceleración y el uso de intermitentes para poder determinar sus patrones de conducción durante los primeros minutos de cada viaje. Si detecta un cambio en el comportamiento, se le alertará con una señal acústica o visual.

Además, algunos sistemas cuentan con una cámara que observa la atención del conductor mientras circula. Si el sistema encuentra que su atención está lejos de la carretera durante demasiado tiempo o sus ojos están cerrados más tiempo que un parpadeo, se le alertará con una señal acústica o visual.

Además de señales acústicas y visuales también se utilizan alertas tácticas como la vibración en el asiento o incluso pulsar el freno.

Un estudio de la Universidad de Alcalá de Henares¹⁵ demuestra que:

- Si el conductor está alerta, realiza pequeñas correcciones en el volante, En cambio, si el conductor está somnoliento, realiza giros bruscos de vez en cuando para corregir la trayectoria indicando así que el conductor tiene algunos problemas para mantener la dirección del carril.
- Si el conductor está alerta, se anticipa a las curvas en la carretera. En cambio, si el conductor está somnoliento, la anticipación a las curvas es menor.

Normativa

El reglamento europeo 2019/2144 obliga a todos los vehículos a disponer de serie el sistema de advertencia de somnolencia y distracción (DDR) en las siguientes fechas:

- A partir del 6 de julio de 2022→ en la fabricación de nuevos modelos de vehículos.
- A partir del 7 de julio de 2024→ en la matriculación de vehículos de modelos ya existentes.

¹⁵ Ivan G. Daza, Luis M. Bergasa, Sebastián Bronte, J. Javier Yebes, Javier Almazán, Roberto Arroyo. Fusion of Optimized Indicators from Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) for Driver Drowsiness Detection. 2014

Disponibilidad en el mercado

Este sistema de monitorización del conductor fue introducido por primera vez por Toyota en 2006.

Según datos elaborados por Centro Zaragoza procedentes de los fabricantes de vehículos, en 2021 en España, el 45% del total de vehículos nuevos disponibles a la venta de categoría Turismo, venían equipados de serie con este sistema ADAS.

Efectividad

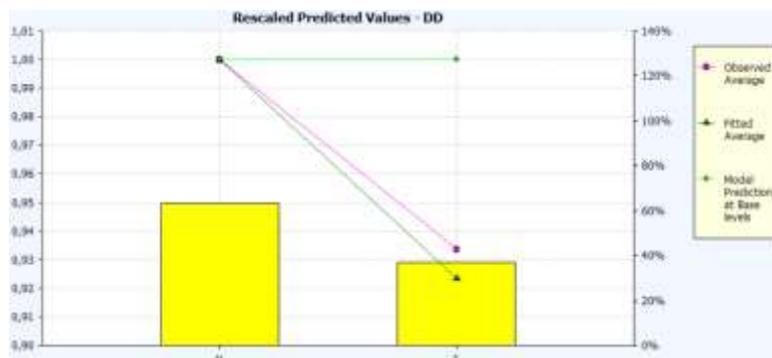
A partir de un exhaustivo análisis realizado por Centro Zaragoza, el control y la alerta de la somnolencia y las distracciones del conductor podrían estar evitando entre el 1,5% y el 10% de los accidentes de tráfico mortales y entre el 1% y el 5% de las lesiones producidas por accidentes en carretera.

Análisis del sistema ADAS en la tarificación

El 36,9% de las pólizas del estudio llevan de serie el sistema de advertencia de somnolencia y distracción.

❖ Análisis de Frecuencia de la garantía de RC:

Gráfico 20. Variable DDR en el modelo de frecuencia de RC



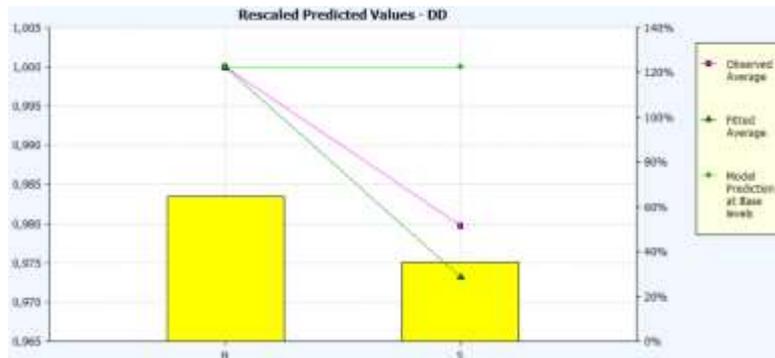
Fuente: Elaboración propia

Este sistema ADAS no es estadísticamente significativo, por lo que las variables incorporadas en el modelo son capaces de explicar este sistema de ayuda a la conducción.

De manera univariante tener el sistema de advertencia de somnolencia y distracción hace reducir los siniestros un -6,7%. Este sistema ADAS es muy efectivo para reducir siniestros de daños personales.

❖ Análisis de Coste Medio de la garantía de RC:

Gráfico 21. Variable DDR en el modelo de coste medio de RC



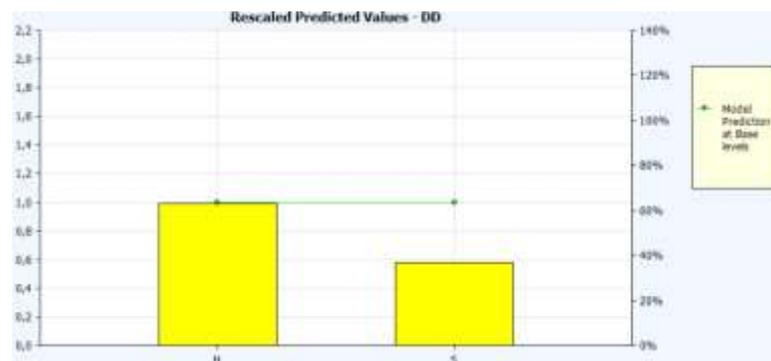
Fuente: Elaboración propia

Como ha pasado en el modelo de frecuencia, este sistema ADAS no es estadísticamente significativo y por lo tanto no se ha incorporado en el modelo de coste medio de la RC.

De manera univariante tener el sistema de advertencia de somnolencia y distracción hace reducir los costes de los siniestros un -2,1%. Esta reducción del coste medio se explica porque este sistema de ayuda a la conducción hace reducir tanto el número de siniestros de Responsabilidad Civil (sobre todo el de daños personales) que por consiguiente mitiga el coste de estos.

❖ Análisis de Prima Pura de la garantía de RC:

Gráfico 22. Variable DDR en el modelo de Prima Pura de RC



Fuente: Elaboración propia

Al no ser el sistema de advertencia de somnolencia y distracción estadísticamente significativo en ninguno de los dos modelos, disponer de este sistema de ayuda a la conducción no influirá a la hora de calcular la prima pura.

2.4.7 Iluminación Dinámica

¿Cómo funciona?

Dentro de la iluminación dinámica incluimos todos aquellos sistemas de iluminación que adecuan y ajustan el haz de luz emitido por el vehículo en función de las circunstancias del tráfico y del entorno. Su función es aumentar la visibilidad del conductor sin perjudicar a los demás conductores.

Existen diferentes tipos de sistemas avanzados de iluminación:

- Luz de carretera automática – AHB (del inglés, Active High Beam): cambia automáticamente de luz de carretera a cruce cuando el sistema detecta las luces de un vehículo que se aproxima. Algunos de estos sistemas también detectan el alumbrado público y cambia a luz de cruce si la iluminación es suficiente.

Figura 10. Las luces son tenues cuando detecta que se aproxima un vehículo. Cuando el vehículo ya ha pasado se vuelven a activar las luces de carretera



Fuente: Gobierno de Canadá

- Iluminación en curva: este sistema de iluminación ajusta automáticamente los faros principales para seguir el ángulo que marca la dirección del vehículo y así iluminar la carretera de manera más efectiva.

Figura 11. La iluminación se ajusta perfectamente en una curva

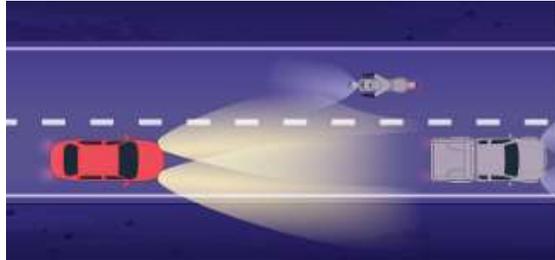


Fuente: Gobierno de Canadá

- Iluminación adaptativa: Este sistema adapta de manera continua la luz del vehículo en su ancho, longitud e intensidad, dependiendo del tipo de

carretera por la que se esté conduciendo y del tráfico que haya. Gracias a este sistema, se distribuye la cantidad exacta de luz para ver con la máxima claridad y evitar el deslumbramiento de otros usuarios.

Figura 12. Parte del faro derecho del automóvil se atenúa al pasar un vehículo que se aproxima para evitar cegar al conductor que se aproxima



Fuente: Gobierno de Canadá

Hay que ir con cuidado al conducir de noche o cuando la visibilidad es limitada. Incluso con sistemas de iluminación avanzados, puede ser difícil detectar a los usuarios vulnerables de la carretera y saber las velocidades y distancias de los otros vehículos.

Normativa

Es necesaria la homologación conjunta de la lámpara y la óptica.

Disponibilidad en el mercado

No se tienen datos de disponibilidad sobre estos sistemas de iluminación en el mercado europeo ni en el nacional.

Efectividad

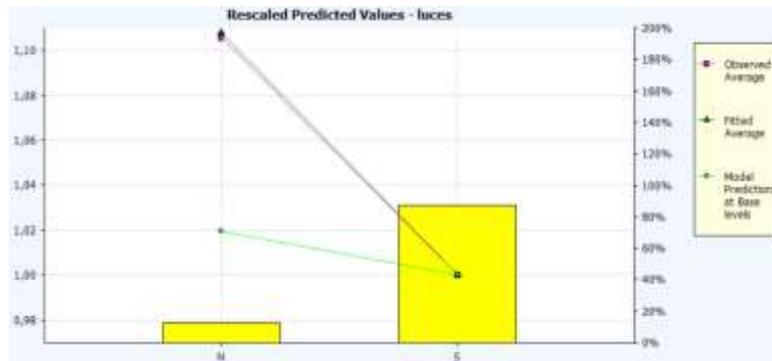
No existen estudios que hayan analizado la efectividad en la reducción de accidentes de tráfico, pero según datos de la DGT, el 40% de los accidentes de tráfico con víctimas son por la noche por lo que el sistema de iluminación dinámica ofrece un buen potencial de seguridad.

Análisis del sistema ADAS en la tarificación

El 87,5% de las pólizas del estudio llevan de serie el sistema iluminación dinámica.

❖ Análisis de Frecuencia de la garantía de RC:

Gráfico 23. Variable Iluminación Dinámica en el modelo de frecuencia de RC



Fuente: Elaboración propia

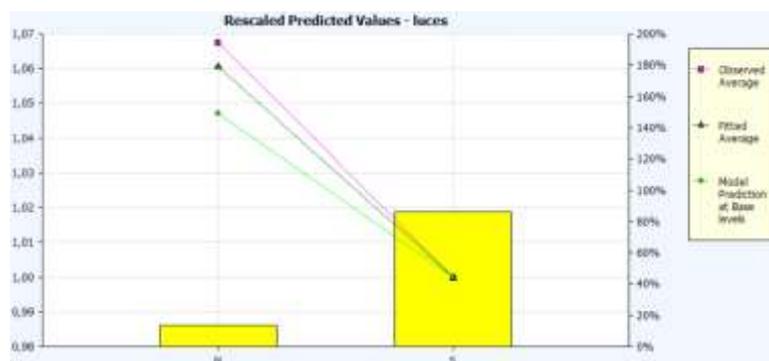
Se ha incorporado esta funcionalidad ADAS en el modelo de frecuencia de la RC ya que es una variable estadísticamente significativa y, por lo tanto, nos explica mejor el modelo.

Podemos observar cómo tener esta funcionalidad de serie en el vehículo, hace reducir la frecuencia un -2% (de manera multivariante).

Gracias a incorporar en el vehículo esta funcionalidad, los asegurados de la compañía tienen un -21,4% menos de accidentes en los que ellos son los culpables.

❖ Análisis de Coste Medio de la garantía de RC:

Gráfico 24. Variable Iluminación Dinámica en el modelo de coste medio de RC



Fuente: Elaboración propia

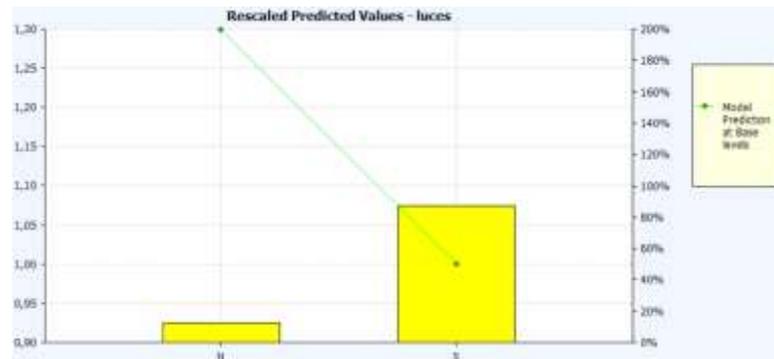
Esta funcionalidad ADAS ha sido incorporada en el modelo de coste medio de la RC.

Se ve como el coste medio de los siniestros es un -4,7% inferior si llevas de serie el sistema de iluminación dinámica. Esta reducción del coste medio se

explica porque este sistema de ayuda a la conducción hace reducir tanto el número de siniestros de Responsabilidad Civil, sobre todo los siniestros culpa asegurado, que por consiguiente mitiga el coste de estos gracias al juego de los convenios CIDE/ASCIDE y SDM.

❖ Análisis de Prima Pura de la garantía de RC:

Gráfico 25. Variable Iluminación Dinámica en el modelo de Prima Pura de RC



Fuente: Elaboración propia

Combinando los modelos de frecuencia y coste medio de la garantía de RC, los vehículos que incorporen el sistema de iluminación dinámica se les reducirá la prima pura un -29,9%.

2.4.8 Sistema de Ayuda al Aparcamiento

Figura 13. Cámara trasera que ayuda al conductor a estacionar el vehículo



Fuente: Gobierno de Canadá

¿Cómo funciona?

Son sistemas que ayudan al conductor a la hora de estacionar el coche.

Hay que diferenciar dos tipos de ayudas:

Las no automáticas: son las más frecuentes.

- Asistente de aparcamiento sonoro (sensores): hay vehículos que sólo disponen de sensores en la parte trasera y hay los que disponen de ellos tanto en el frontal como atrás.
- Asistente de aparcamiento con luces: en algunos modelos, el asistente cuenta con una pequeña pantalla que muestra varios leds de colores que pasan del verde al rojo a medida que nos acercamos al obstáculo.
- Asistente de aparcamiento con cámara: los más básicos cuentan con una cámara en la parte trasera, mientras que los más complejos disponen de visión 360º e incluso líneas activas de maniobra que nos indican la trayectoria que seguirá el vehículo en función de la posición de las ruedas.

En muchas ocasiones se combinan varias de ellas.

Las automáticas:

- Asistentes de aparcamiento completamente automático: sólo están disponibles en modelos con cambio automático. Al activar el asistente, éste rastrea un hueco lo bastante amplio como para que quepa el coche y nos lo indica con una alerta sonora y visual para que detengamos el vehículo en un punto concreto. Una vez ahí nos pedirá una confirmación y a continuación ejecutará la maniobra de estacionamiento de forma completamente automática. Una vez finalizada, una nueva alerta sonora y visual nos indicará el fin de la maniobra.
- Asistentes de aparcamiento semi automático: este asistente está disponible desde hace varios años en el mercado. Se ofrecen tanto en modelos de cambio manual como automático. La diferencia con los asistentes de aparcamiento completamente automáticos es que en estos deberemos ser nosotros quienes seleccionemos la marcha atrás o la primera para mover el coche. El sistema mueve el volante de forma automática y nos indica que debemos hacer con el cambio, que retrocedamos, que paremos, que vayamos hacia delante, etc.

Gracias a esta nueva tecnología aparcar en curvas y en espacios muy ajustados ya no será un imposible.

Normativa

No es obligatorio y no hay reglamento que lo regule.

Disponibilidad en el mercado

No se dispone de información.

Efectividad

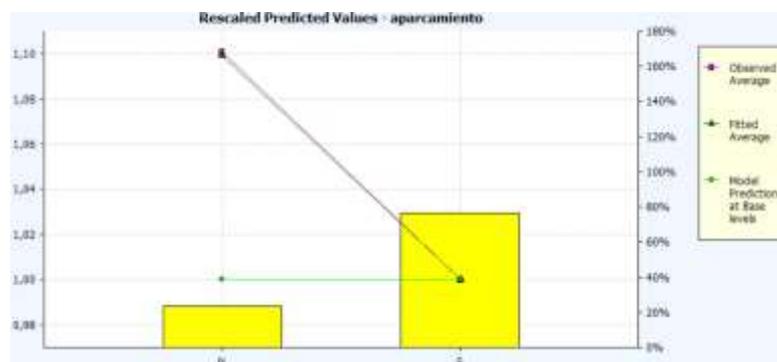
No se han encontrado estudios.

Análisis del sistema ADAS en la tarificación

El 76,4% de las pólizas del estudio llevan de serie algún sistema de ayuda al aparcamiento.

❖ Análisis de Frecuencia de la garantía de RC:

Gráfico 26. Variable Ayuda Aparcamiento en el modelo de frecuencia de RC



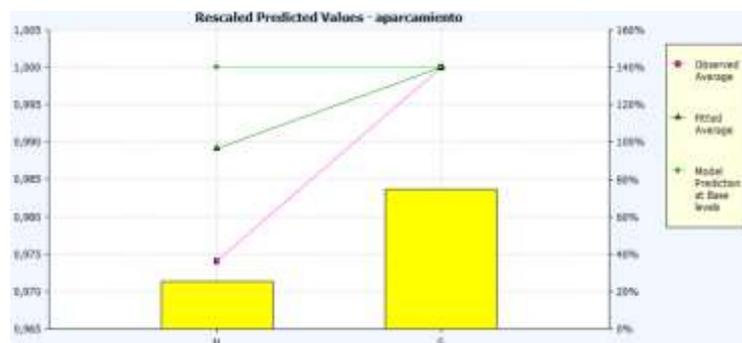
Fuente: Elaboración propia

Este sistema ADAS no es estadísticamente significativo, por lo que las variables incorporadas en el modelo son capaces de explicar este sistema de ayuda a la conducción.

De manera univariante tener algún sistema de ayuda al aparcamiento hace reducir los siniestros un -10%.

❖ Análisis de Coste Medio de la garantía de RC:

Gráfico 27. Variable Ayuda Aparcamiento en el modelo de coste medio de RC



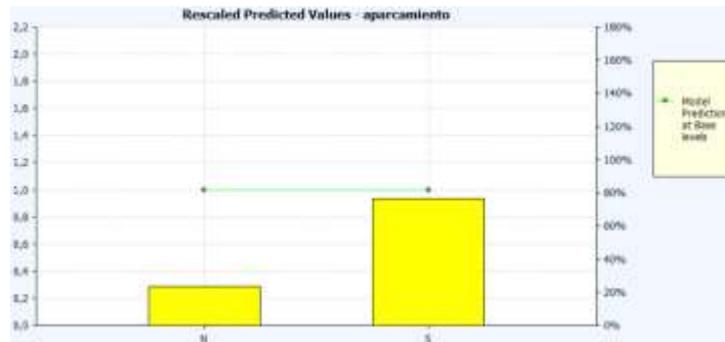
Fuente: Elaboración propia

Este sistema ADAS no es estadísticamente significativo y por lo tanto no se ha incorporado en el modelo de coste medio de la RC.

De manera univariante tener algún sistema de ayuda al aparcamiento hace aumentar los costes de los siniestros un +2,4%, ya que estos sistemas de ayuda a la conducción llevan dispositivos que a la hora de repararlos son más caros.

❖ Análisis de Prima Pura de la garantía de RC:

Gráfico 28. Variable Ayuda Aparcamiento en el modelo de Prima Pura de RC



Fuente: Elaboración propia

Al no ser los sistemas de ayuda al aparcamiento estadísticamente significativo en ninguno de los dos modelos, disponer de este sistema de ayuda a la conducción no influirá a la hora de calcular la prima pura.

3. Conclusiones

Se ha podido comprobar en multitud de estudios, que incorporar en el vehículo sistemas de ayuda a la conducción se traduce en una reducción de la siniestralidad vial. Lo que implica menos accidentes graves (menos lesiones).

La finalidad de estos sistemas ADAS es mitigar las consecuencias del error humano. Un estudio elaborado por la Dirección General de Tráfico (DGT)¹⁶ pone de manifiesto la importancia que tienen estos sistemas según los grupos de edad del conductor:

- En los conductores noveles (con menor experiencia), los sistemas ayudan a la interpretación de la vía y sus condiciones.
- En los conductores senior (cuyas facultades de atención y reacción van disminuyendo con el paso del tiempo), los sistemas les permiten identificar los riesgos con mayor facilidad y con tiempo suficiente para su reacción.
- En el resto de los conductores los sistemas actúan principalmente en distracciones y pérdidas de atención a la vía puesto que tienen una conducción más rutinaria.

Estos sistemas ADAS también tienen sus desventajas, como, por ejemplo:

- Limitaciones: relacionadas con agentes meteorológicos o el estado de la vía.
- Desconocimiento por parte de los conductores sobre qué ADAS tienen incorporados sus vehículos y su funcionalidad. Un estudio elaborado por la Universidad de Iowa¹⁷ en el que se analizó el conocimiento de los ADAS entre conductores que habían adquirido recientemente un vehículo con estas tecnologías concluyó que:
 - El 80% de los conductores que poseían coches con detección de ángulo muerto creían que este sistema podía detectar con precisión a vehículos o bicicletas que pasan a velocidades muy altas.
 - Casi el 40 % creía que el sistema de aviso de colisión frontal podría aplicar los frenos en caso de emergencia, cuando esta tecnología sólo alerta.

¹⁶ DGT. Informe y análisis sobre influencia de los sistemas de ayuda a la conducción en la seguridad vial y su aplicación para la clasificación de vehículos. Octubre 2016.

¹⁷ Foundation for Traffic Safety. Vehicle Owner's Experiences with and reactions to Advanced Driver Assistance Systems, Septiembre 2018.

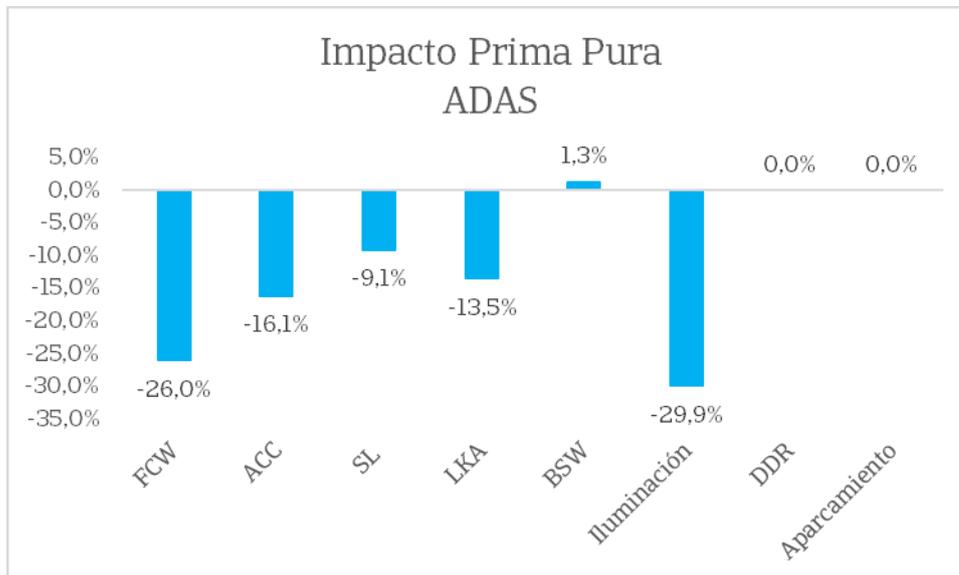
- El 25% de los conductores reconocía que con la detección de ángulo muerto dejaban de realizar verificaciones visuales complementarias.
- Y el 25% admitía que se sentían cómodos al realizar otras tareas mientras conducían, por el hecho de disponer del sistema de advertencia de colisión frontal o de cambio de carril.

En la página web de la Dirección General de Tráfico (DGT) se pueden encontrar una serie de vídeos explicativos de algunos sistemas ADAS para que los usuarios conozcan su correcto funcionamiento.

Una vez vista la parte de la seguridad de los ADAS nos centramos en cómo afectan en la prima pura de la garantía de Responsabilidad Civil.

En este estudio se ha observado que disponer en el vehículo de los ADAS analizados, hace reducir la prima pura de la garantía de Responsabilidad Civil, pero no todos los sistemas de ayuda a la conducción influyen de la misma manera en la prima:

Gráfico 29. Impacto en Prima Pura de la garantía de RC de los ADAS analizados

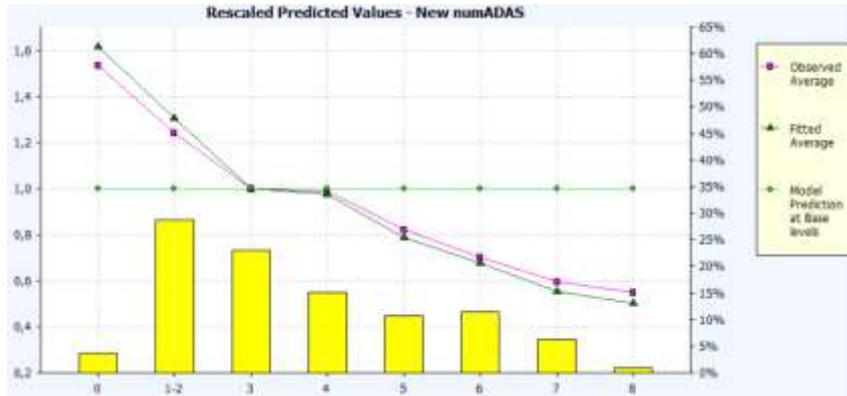


Fuente: Elaboración propia

El sistema de ayuda al aparcamiento y de advertencia de somnolencia y distracción (DDR) no influyen en la prima puesto que no son estadísticamente significativos.

También se observa que a más ADAS incorporados en el vehículo más se reduce la prima pura de RC:

Gráfico 30. Variable Número ADAS en el modelo de Prima Pura de RC



Fuente: Elaboración propia

Nuestra base de datos se distribuye de la siguiente manera:

Tabla 1. Distribución de pólizas por número de ADAS

Número de ADAS	N. Pólizas	% Pólizas
0	2.475	3,6%
1	5.406	7,8%
2	14.448	21,0%
3	15.906	23,1%
4	10.420	15,1%
5	7.349	10,7%
6	7.912	11,5%
7	4.323	6,3%
8	675	1,0%

Fuente: Elaboración propia

El 96,4% de los vehículos tienen incorporados algún sistema ADAS de los ocho analizados: la gran mayoría tienen entre 2 y 4 sistemas ADAS.

- 5.406 pólizas tienen sólo 1 sistema ADAS incorporado:

Tabla 2. Distribución por sistema ADAS incorporados

Sistema ADAS	N. Pólizas	% Pólizas
FCW	715	13,2%
ACC	0	0,0%
SL	346	6,4%
LKA	155	2,9%
BSW	0	0,0%
Iluminación	2.835	52,4%
DD	113	2,1%
Aparcamiento	1.242	23,0%

Fuente: Elaboración propia

El sistema de iluminación dinámica se encuentra en el 52,4% de las pólizas, seguido del sistema de ayuda al aparcamiento en el 23% de ellas.

Los sistemas ACC y BSW siempre van acompañados de otros ADAS, por tanto, en este segmento no hay ninguna póliza.

Las pólizas que tienen incorporados los sistemas de ayuda al aparcamiento y de advertencia de somnolencia y distracción la prima no les variará porque estos dos sistemas no son estadísticamente significativos.

Uno de los modelos que se encuentra con 1 ADAS es el VOLVO XC60 D3 KINETIC. Este modelo incorpora de serie el sistema de aviso de colisión frontal (FCW). Si se tuvieran en cuenta los ADAS a la hora de tarificar pagaría un 26% menos de prima:

- Prima Pura sin tener en cuenta los ADAS: 167,54€.
- Prima Pura teniendo en cuenta los ADAS: 124,01€.

- 14.448 pólizas tienen 2 sistemas ADAS incorporados:

El 68,3% de los vehículos tienen incorporados el sistema de iluminación dinámica junto con la ayuda al aparcamiento (aparcamiento variable no significativa). La siguiente combinación es la iluminación dinámica junto con el aviso de colisión frontal (FCW) en el 8,1% de las pólizas y le sigue

con un 6,3% la iluminación dinámica junto con el limitador de velocidad (SL).

Tabla 3. Distribución por sistema ADAS incorporados

Sistema ADAS	N. Pólizas	% Pólizas
DD + Aparcamiento	386	2,7%
SL + Aparcamiento	616	4,3%
FCW + Aparcamiento	492	3,4%
FCW + SL	222	1,5%
Iluminación + Aparcamiento	9.872	68,3%
Iluminación + DD	768	5,3%
Iluminación + SL	916	6,3%
Iluminación + FCW	1.176	8,1%

Fuente: Elaboración propia

Uno de los modelos que se encuentra con 2 ADAS es el SEAT LEON STYLE. Este modelo incorpora de serie el sistema de aviso de colisión frontal (FCW) y la iluminación dinámica. Si se tuvieran en cuenta los ADAS a la hora de tarificar pagaría un 43% menos de prima:

- Prima Pura sin tener en cuenta los ADAS: 268,47€.
 - Prima Pura teniendo en cuenta los ADAS: 152,96€.
- 15.906 pólizas tienen 3 sistemas ADAS incorporados:

Tabla 4. Distribución por sistema ADAS incorporados

Sistema ADAS	N. Pólizas	% Pólizas
Iluminación + SL + Aparcamiento	6.136	38,6%
Iluminación + FCW + DDR	3.649	22,9%
Iluminación + DD + Aparcamiento	2.137	13,4%
Iluminación + FCW + Aparcamiento	1.866	11,7%
Iluminación + ACC + SL	530	3,3%
FCW + SL + DDR	341	2,1%
Iluminación + SL + DDR	303	1,9%
LKA + DDR + Aparcamiento	248	1,6%
Iluminación + LKA + FCW	165	1,0%
ACC + SL + Aparcamiento	138	0,9%
Resto Combinaciones	391	2,5%

Fuente: Elaboración propia

El 94,1% de los vehículos tienen incorporados el sistema de iluminación dinámica y el 69,5% el sistema de ayuda al aparcamiento. La combinación que más se repite es la iluminación dinámica junto con el límite de velocidad (SL) y la ayuda al aparcamiento.

Uno de los modelos que se encuentra con 3 ADAS es el BMW X3 F25 XDRIVE. Este modelo incorpora de serie el sistema de control de crucero adaptativo (ACC), la iluminación dinámica y el límite de velocidad (SL). Si se tuvieran en cuenta los ADAS a la hora de tarificar pagaría un 30% menos de prima:

- Prima Pura sin tener en cuenta los ADAS: 322,50€.
- Prima Pura teniendo en cuenta los ADAS: 225,76€.

▪ 10.420 pólizas tienen 4 sistemas ADAS incorporados:

A partir de 3 ADAS ya empieza a aparecer el sistema de ángulos muertos (BSW).

La combinación que más se repite es la iluminación dinámica junto con el aviso de colisión frontal (FCW), el sistema de advertencia de somnolencia y distracción (DDR) y la ayuda al aparcamiento.

Tabla 5. Distribución por sistema ADAS incorporados

Sistema ADAS	N. Pólizas	% Pólizas
Iluminación + FCW + DDR + Aparcamiento	1.967	18,8%
Iluminación + LKA + SL + Aparcamiento	1.429	13,6%
Iluminación + ACC + SL + Aparcamiento	1.226	11,7%
Iluminación + DDR + SL + Aparcamiento	1.180	11,3%
Iluminación + FCW + SL + Aparcamiento	1.149	11,0%
Iluminación + LKA + FCW + DDR	716	6,8%
Iluminación + LKA + FCW + Aparcamiento	743	7,1%
Iluminación + BSW + FCW + Aparcamiento	898	8,6%
ACC+ FCW + SL + Aparcamiento	305	2,9%
Iluminación + LKA + DDR + Aparcamiento	234	2,2%
FCW + SL + DDR + Aparcamiento	163	1,6%
Iluminación + LKA + DDR + Aparcamiento	157	1,5%
Resto Combinaciones	315	3,0%

Fuente: Elaboración propia

Uno de los modelos que se encuentra con 4 ADAS es el MAZDA CX-5 BLACK TECH EDITION. Este modelo lleva de serie el sistema de aviso de colisión frontal (FCW), la iluminación dinámica, el sistema de ángulos muertos (BSW) y la ayuda al aparcamiento. Si se tuvieran en cuenta los ADAS a la hora de tarificar pagaría un 23,5% menos de prima:

- Prima Pura sin tener en cuenta los ADAS: 337,14€.
- Prima Pura teniendo en cuenta los ADAS: 257,78€.

- 7.349 pólizas tienen 5 sistemas ADAS incorporados:

El 91,1% de las pólizas llevan el aviso de colisión frontal (FCW) junto la iluminación dinámica.

Casi el 40% de la muestra tiene incorporado la iluminación dinámica junto con el aviso de colisión frontal (FCW), el sistema de control de cruceo adaptativo (ACC), el limitador de velocidad (SL) y la ayuda al aparcamiento.

Tabla 6. Distribución por sistema ADAS incorporados

Sistema ADAS	N. Pólizas	% Pólizas
Iluminación + ACC + FCW + SL + Aparcamiento	2.834	39%
Iluminación + DDR + FCW + SL + Aparcamiento	1.079	15%
Iluminación + DDR + FCW + LKA + Aparcamiento	911	12%
Iluminación + BSW + FCW + SL + Aparcamiento	815	11%
Iluminación + ACC + FCW + SL + DDR	492	7%
Iluminación + LKA + DDR + SL + Aparcamiento	312	4%
Iluminación + BSW + FCW + DDR + Aparcamiento	299	4%
Iluminación + LKA + FCW + SL + Aparcamiento	151	2%
LKA + FCW + SL + DDR + Aparcamiento	139	2%
Iluminación + LKA + BSW + FCW + DDR	83	1%
Iluminación + LKA + ACC + SL + Aparcamiento	76	1%
Resto Combinaciones	157	2%

Fuente: Elaboración propia

Uno de los modelos que se encuentra con 5 ADAS es el MERCEDES V (638-639-447) 220 CDI L. Este modelo lleva de serie el sistema de aviso de colisión frontal (FCW), la iluminación dinámica, el sistema de ángulos muertos (BSW), el sistema de mantenimiento de carril (LKA) y el sistema de advertencia de somnolencia y distracción (DDR). Si se tuvieran en cuenta los ADAS a la hora de tarificar pagaría un 50% menos de prima:

- Prima Pura sin tener en cuenta los ADAS: 498,73€.
- Prima Pura teniendo en cuenta los ADAS: 248,98€.

▪ 7.912 pólizas tienen 6 sistemas ADAS incorporados:

Las cinco primeras combinaciones, que representan el 86% de las pólizas, llevan incorporadas los siguientes ADAS: iluminación dinámica, aviso de colisión frontal (FCW), el limitador de velocidad (SL) y la ayuda al aparcamiento.

Tabla 7. Distribución por sistema ADAS incorporados

Sistema ADAS	N. Pólizas	% Pólizas
Iluminación + LKA + FCW + SL + DDR + Aparcamiento	2.219	28%
Iluminación + BSW + FCW + SL + DDR + Aparcamiento	1.990	25%
Iluminación + ACC + FCW + SL + DDR + Aparcamiento	1.219	15%
Iluminación + ACC + BSW + FCW + SL + Aparcamiento	711	9%
Iluminación + ACC + LKA + FCW + SL + Aparcamiento	632	8%
Iluminación + BSW + LKA + FCW + DDR + Aparcamiento	586	7%
Iluminación + BSW + LKA + FCW + SL + Aparcamiento	130	2%
LKA + BSW + FCW + SL + DDR + Aparcamiento	118	1%
Resto Combinaciones	307	4%

Fuente: Elaboración propia

Uno de los modelos que se encuentra con 6 ADAS es el SEAT ATECA ECOMOTI STYLE. Este modelo lleva de serie todos los sistemas de la primera combinación. Si se tuvieran en cuenta los ADAS a la hora de tarificar pagaría un 55% menos de prima:

- Prima Pura sin tener en cuenta los ADAS: 185,56€.
- Prima Pura teniendo en cuenta los ADAS: 83,83€.

▪ 4.323 pólizas tienen 7 sistemas ADAS incorporados:

Tabla 8. Distribución por sistema ADAS incorporados

Sistema ADAS	N. Pólizas	% Pólizas
Todos excepto BSW	2.420	56,0%
Todos excepto DD	1.516	35,1%
Todos excepto LKA	358	8,3%
Todos excepto ACC	29	0,7%

Fuente: Elaboración propia

A más de la mitad de la muestra les falta el sistema BSW para tener incorporados los ocho sistemas estudiados.

Uno de los modelos que se encuentra con 7 ADAS es el VOLKSWAGEN TIGUAN SPORT. Este modelo lleva de serie todos los sistemas excepto el de ángulos muertos (BSW). Si se tuvieran en cuenta los ADAS a la hora de tarificar pagaría un 62% menos de prima:

- Prima Pura sin tener en cuenta los ADAS: 610,68€.
 - Prima Pura teniendo en cuenta los ADAS: 231,49€.
- 675 pólizas tienen los 8 sistemas ADAS incorporados:

Uno de los modelos que se encuentra con 8 ADAS es el SUZUKI VITARA GLX. Si se tuvieran en cuenta los ADAS a la hora de tarificar pagaría un 62% menos de prima:

- Prima Pura sin tener en cuenta los ADAS: 328,42€.
- Prima Pura teniendo en cuenta los ADAS: 126,11€.

En resumen, podemos concluir que:

1. Los sistemas ADAS ayudan a la reducción de la siniestralidad.
2. No todos los ADAS ayudan de la misma manera.
3. A mayor número de ADAS incorporados, mayor es la mejora.

Por lo que un vehículo más seguro reduce la probabilidad de tener un accidente y por lo tanto tendrá un seguro básico más económico.

Quedaría comprobar qué pasa con la prima pura de la garantía de daños propios ya que los costes de reparación son más altos porque la tecnología asociada a los ADAS es actualmente más cara de reparar. Cabe destacar que cuando la tecnología avanza y se convierte en un elemento obligatorio en un vehículo, su coste de reparación suele abarataarse.

Hay que remarcar que de nada sirve incorporar sistemas de ayuda a la conducción si el parque automovilístico en España está muy envejecido. Hay que buscar herramientas para renovar la flota y que, de esta manera todos los conductores tengan más accesible beneficiarse de una mayor seguridad a una prima de seguro más económica. Está claro que con vehículos que tienen ADAS instalados, ganaremos todos.

Bibliografía

Artículos:

Bosch y Fesvial. Estudio documental y legislativo sobre ADAS y seguridad vial. 2021.

Cicchino. Effects of blind spot monitoring systems on police-reported lane-change crashes. 2018.

Foundation for Traffic Safety. Vehicle Owner's Experiences with and reactions to Advanced Driver Assistance Systems, Septiembre 2018.

HLDI. "Compendium of HLDI collision avoidance research". Diciembre 2020.

TRL. Cost-effectiveness analysis of Policy Options for the mandatory implementation of different sets of vehicle safety measures – Review of the General Safety and Pedestrian Safety Regulations. Marzo 2018.

VDI/VDE/IT. "Exploratory Study on the potential socio-economic impact of the introduction of Intelligent Safety Systems in Road Vehicles".

Informes:

ANFAC. Informe Anual 2021.

Centro Zaragoza. Estudio sobre la efectividad de los sistemas de seguridad en los distintos vehículos sobre el riesgo de accidentes o lesión. 2021.

DGT. Informe y análisis sobre influencia de los sistemas de ayuda a la conducción en la seguridad vial y su aplicación para la clasificación de vehículos. Octubre 2016.

DGT. Siniestralidad mortal en vías interurbanas 2022. Enero 2023.

European Commission. "Study on the feasibility, costs and benefits of retrofitting advanced driver assistance to improve road safety". Febrero 2020.

Eva Boj del Val, M. Mercè Claramunt Bielsa, Teresa Costa Cor. Tarificación y provisiones. Marzo 2018.

Ivan G. Daza, Luis M. Bergasa, Sebastián Bronte, J. Javier Yebes, Javier Almazán, Roberto Arroyo. Fusion of Optimized Indicators from Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) for Driver Drowsiness Detection. 2014.

Luke E. Riexinger, Rini Sherony y Hampton C. Residual road departure crashes after full deployment of LDW and LDP systems. 2019.

M. Ayuso, M. Guillén. Fundamentos Técnicos del Seguro No Vida: Tarificación.

OMS. Salve VIDAS – Paquete de medidas técnicas sobre seguridad vial. 2017.

Parlamento Europeo. Informe sobre el Marco de la política de la Unión Europea en materia de seguridad vial para 2021-2030 – Recomendaciones sobre los próximos pasos hacia la «Visión Cero». Junio 2021.

Fuentes de internet:

DGT. Series históricas de accidentes con víctimas, fallecidos 30 días, heridos hospitalizados y heridos no hospitalizados 2021.
<https://www.dgt.es/menusecundario/dgt-en-cifras/dgt-en-cifras-resultados/dgt-en-cifras-detalle/?id=00836>

DGT. Sistemas avanzados de ayuda a la conducción (ADAS).
<https://www.dgt.es/muevete-con-seguridad/conviertete-en-un-buen-conductor/Sistemas-avanzados-de-ayuda-a-la-conduccion-ADAS/>

DGSFP. Tablas indemnizatorias baremo 2023.
https://dgsfp.mineco.gob.es/es/Regulacion/DocumentosRegulacion/Tablas_indemnizatorias_Baremo_2023_JC%20-%20draft.pdf

Electrek. Tesla is under scrutiny from feds again over crash with semi truck.
<https://electrek.co/2021/03/16/tesla-under-scrutiny-feds-again-over-crash-semi-truck/>

El País. Los 'hackers' de coches conectados podrán controlar tu vehículo.
https://elpais.com/tecnologia/2018/02/15/actualidad/1518693812_231345.html

Government of Canada. What you need to know about driver assistance technologies.
<https://tc.canada.ca/en/road-transportation/what-you-need-know-about-driver-assistance-technologies>

Makeuseof. Why Doesn't Tesla Care About Using Sensors for Autonomous Driving?
<https://www.makeuseof.com/tesla-self-driving-no-sensors/>

MITMA (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana). Programa de transformación de flotas de vehículos pesados de transporte profesional por Carretera.
<https://www.mitma.gob.es/ministerio/proyectos-singulares/prtr/transporte/ayudas-empresas-transporte>

RACE. Así son los cinco niveles de la conducción autónoma.
<https://www.race.es/niveles-conduccion-autonoma>

SAE. Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles.
https://www.sae.org/standards/content/j3016_202104/

Fuentes Oficiales:

REAL DECRETO LEGISLATIVO 8/2004 por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre responsabilidad civil y seguro en la circulación de vehículos a motor (BOE de 5 de octubre de 2004).

CODIGO CIVIL Libro IV. de las obligaciones y contratos. Artículo 1902

Anexos

Anexo1:

	OBLIGACIÓN PARA NUEVOS VEHÍCULOS		NO SE MATRICULARÁN SIN ADAS A PARTIR DE	
ADAS	Categoría Vehículo	Fecha	Categoría Vehículo	Fecha
Control Presión Neumáticos	M2,M3,N2,N3,O3 y O4	07/22	M1 y N1 M2,M3,N2,N3,O3 y O4	07/22 07/24
Asistente Inteligente Velocidad	M1,M2,M3,N1,N2 y N3	07/22	M1,M2,M3,N1,N2 y N3	07/24
Interfaz Alcoholímetro de arranque	M1,M2,M3,N1,N2 y N3	07/22	M1,M2,M3,N1,N2 y N3	07/24
Advertencia Somnolencia conductor	M1,M2,M3,N1,N2 y N3	07/22	M1,M2,M3,N1,N2 y N3	07/24
Advertencia Distracciones conductor	M1,M2,M3,N1,N2 y N3	07/24	M1,M2,M3,N1,N2 y N3	07/26
Señal Frenado Emergencia	M1,M2,M3,N1,N2 y N3	07/22	M1,M2,M3,N1,N2 y N3	07/24
Detector Marcha Atrás	M1,M2,M3,N1,N2 y N3	07/22	M1,M2,M3,N1,N2 y N3	07/24
Registrador de Datos	M1 y N1 M2,M3,N2 y N3	07/22 01/26	M1 y N1 M2,M3,N2 y N3	07/24 01/19
Frenado de Emergencia	M1 y N1	07/22	M1 y N1 M2,M3,N2 y N3	07/24 07/22
Advertencia Abandono Carril	-	-	M2,M3,N2 y N3	07/22
Advertencia Colisión Peatones/Ciclistas	M2,M3,N2 y N3	07/22	M2,M3,N2 y N3	07/22
Ángulos Muertos	M2,M3,N2 y N3	07/22	M2,M3,N2 y N3	07/22
Frenada de Emergencia para Peatones/Ciclistas	M1 y N1	07/24	M1 y N1	07/26

Categorías de vehículo:

- Categoría M: vehículos de motor fabricados para el transporte de personas y su equipaje. Dentro de esta categoría se lleva a cabo la siguiente diferenciación:
 - M1: vehículos para el transporte de personas que cuentan con nueve plazas, incluida la del conductor.
 - M2: vehículos para el transporte de personas con más de nueve plazas, contando la del conductor, y que su masa máxima no supere las 5 toneladas de peso.
 - M3: vehículos para el transporte de personas que cuenten con más de nueve plazas, incluyendo la del conductor, y que supere las 5 toneladas de masa máxima.
- Categoría N: vehículos de motor destinados para el transporte de mercancías. A su vez, se dividen en las siguientes categorías en función de la cantidad de masa máxima:
 - N1: vehículos para el transporte de mercancías con una masa máxima que no supere las 3,5 toneladas.
 - N2: vehículos para el transporte de mercancías con una masa máxima que supere las 3,5 toneladas, pero no las 12 toneladas.
 - N3: vehículos destinados para el transporte de mercancías que su masa máxima supere las 12 toneladas.
- Categoría O: remolques utilizados tanto para el transporte de personas como el de mercancías, así como los que se utilizan para alojar personas. Estos vehículos cuentan con una distinción en función del peso de su masa máxima:
 - O1: remolques con una masa máxima que no supere las 0,75 toneladas.
 - O2: remolques con una masa máxima que supera las 0,75 toneladas, pero no las 3,5 toneladas.
 - O3: remolques con una masa máxima que supera las 3,5 toneladas, pero no las 10 toneladas.
 - O4: remolques con una masa superior a las 10 toneladas.

Ariadna Pérez Alcaraz

Nacida en Barcelona el 23 de junio de 1987.

Diplomada en Estadística y licenciada en Ciencias Actuariales y Finanzas en la Universidad de Barcelona en los años 2008 y 2010.

Empecé mi carrera como becaria en el Grupo Catalana Occidente en 2009, antes de licenciarme, en el cual continué trabajando tras ello, y donde permanezco hoy en día. He desarrollado mi carrera en el departamento de autos, en el que día a día he ido enriqueciéndome y formándome. Me satisface y me motiva poder trabajar en este ámbito.