vidas

1

ESTUDIO DOCUMENTAL Y LEGISLATIVO SOBRE ADAS Y SEGURIDAD VIAL

Es un proyecto de:

BOSCH

FESVIAL
FUNDACIÓN PARA LA SEGURIDAD VIAL

Entidades:
- FESVIAL (Fundación para la Seguridad Vial)
- Bosch

Autores:
Por parte de FESVIAL
- Ignacio Lijarcio
- Cristina Catalá
- Javier Romaní
- Javier Llamazares
- Sergio Useche

Por parte de Bosch
- Ricardo Olalla
- Lorenzo Jiménez

© de los autores de Bosch y Fesvial

Informe Técnico: IN003/2021

ÍNDICE

1. Presentación **4**
2. Objetivo **4**
3. ADAS: Concepto, clasificación y principales sistemas de ayuda a la conducción **5**
4. Legislación Europea. El nuevo calendario de inclusión de los Sistemas ADAS **11**
5. Integración y uso de los ADAS en España **14**
6. Análisis de la capacidad de los ADAS para prevenir accidentes **16**
7. ¿Son los ADAS realmente eficaces para mejorar la seguridad vial? **17**
8. Grupos de riesgo: ¿quiénes se benefician más de los ADAS en términos de seguridad? **19**

8.1. Los conductores jóvenes: errores, sanciones y formación vial "fortalecida" por los ADAS **20**
8.2. Los conductores mayores: compensación de los déficits psicofísicos **23**

9. Regulaciones y estándares más importantes **24**
10. ¿El vehículo autónomo como quimera? **27**
11. Conclusiones **28**
12. Referencias **31**

Estudio documental y legislativo sobre ADAS y Seguridad Vial

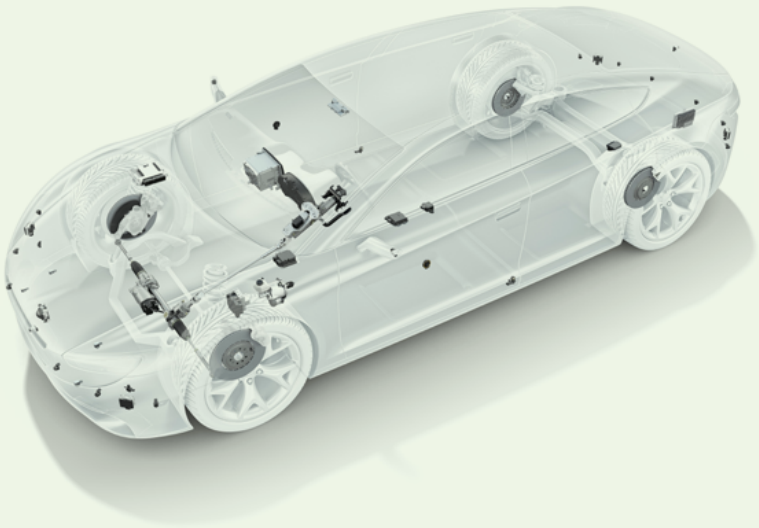
1. Presentación

La automatización de los vehículos constituye, en la actualidad, uno de los temas de mayor relevancia para la movilidad, la seguridad vial y el desarrollo sostenible de los países, y ofrece diferentes beneficios para el conductor y para el resto de usuarios de las vías, así como para la eficiencia y seguridad del tráfico (Bansal & Kockelman, 2017; Waldrop, 2015). Además, el desarrollo de nuevos avances en términos de automatización y conectividad para los vehículos parece hoy en día, cuando menos, imprescindible e inevitable (Mok et al., 2016; Merat & Lee, 2012), sobre todo si se considera la necesidad de minimizar el impacto de las conductas de riesgo del operador humano -cuyo margen de error es por definición mayor que el de la máquina- en su probabilidad de sufrir siniestros viales y sus efectos derivados en las esferas individual, sanitaria, social y económica.

2. Objetivo

El objetivo de este informe es investigar y conocer el estado del arte sobre estudios e investigaciones científicas publicados en la literatura internacional, así como documentos y directivas europeas que se encuentran relacionados con los sistemas ADAS y su relación con la seguridad vial.

Esta información servirá como punto de partida y posicionamiento para las fases posteriores del proyecto VIDAS. Para ello, se ha realizado una revisión exhaustiva de las principales contribuciones y evidencias contenidas en la literatura científica (limitada a revistas de alto impacto), para obtener una visión teórica y práctica sobre las diferentes aplicaciones de los ADAS a la mejora de la seguridad vial.



3. ADAS: Concepto, clasificación y principales sistemas de ayuda a la conducción

Los sistemas avanzados de asistencia al conductor **(ADAS, por sus siglas en inglés) son una red electrónica de sistemas de seguridad y confort activos y pasivos, que fusionan toda la información de los sensores de entorno (radar, vídeo y ultrasonidos) para ayudar al conductor a ser consciente e interpretar lo que sucede alrededor de su vehículo, para reconocer posibles situaciones peligrosas y para conducir en condiciones difíciles.**

Con los recientes avances tecnológicos, muchos ADAS utilizan cada día, en mayor o menor medida, la inteligencia artificial y "maching learning" como elementos de comunicación e interacción con el usuario del vehículo.

Además, los sistemas ADAS se han incluido dentro de las diversas mejoras de la Tecnología Inteligente de Vehículos (IVTs, por sus siglas en inglés), cuyo objetivo es mejorar la actividad de conducción y proteger a los usuarios de vehículos motorizados de riesgos y accidentes potencialmente evitables en la carretera (Souders, Best & Charness, 2017). Así, los diferentes beneficios de los ADAS, como las advertencias oportunas sobre riesgos en la carretera y su intervención autónoma en situaciones peligrosas constituyen, sin duda, una oportunidad para la mejora progresiva de la seguridad vial, a través de la reducción de la influencia de causas atribuibles.

Dependiendo de su funcionalidad y complejidad, los ADAS tienen diferentes clasificaciones, añadiendo la dificultad expresa de encontrar frecuentemente una lista de varios nombres para denominar un mismo sistema ADAS (American Automobile Association, 2019). Por ello, a continuación, la Tabla 1 presenta una síntesis de los ADAS de mayor difusión, comercialización y documentación en la actualidad, siguiendo la tipología sugerida por la Asociación Americana del Automóvil (AAA, 2019):

PRINCIPALES ADAS PRESENTES EN EL MERCADO, CONTENIDOS Y/O ESTUDIADOS EN LA LITERATURA CIENTÍFICA RECIENTE

ALERTAS DE COLISIÓN / RIESGO DE COLISIÓN

ALERTA DE COLISIÓN FRONTAL	Detecta, a través del análisis de movimiento del vehículo y del entorno vial próximo, una posible colisión (cercana o inminente) mientras el vehículo está en movimiento y alerta al conductor.
ADVERTENCIA DE SALIDA DE CARRIL	Supervisa la posición del vehículo dentro del carril de conducción y avisa al conductor cuando el vehículo se acerca o cruza los marcadores de carril.
DETECCIÓN DE PUNTO CIEGO/ MUERTO	Detecta vehículos que circulan en carriles adyacentes cuya visibilidad es limitada, y alerta al conductor sobre su presencia.
ADVERTENCIA DE COLISIÓN (PEATONES / CICLISTAS)	Detecta peatones, ciclistas y otros usuarios frente al vehículo, avisando al conductor sobre su presencia para realizar la maniobra de frenado.
CÁMARA TRASERA	Muestra los vehículos que se acercan por los lados y la parte trasera del vehículo mientras se circula marcha atrás.
MEDICIÓN DE DISTANCIA DE SEGURIDAD	Detecta automáticamente otros vehículos u obstáculos y, en base a una evaluación de campo automática, avisa al conductor para que se mantenga a una distancia mínima de seguridad.
SISTEMAS DE DETECCIÓN DE FATIGA	Ayuda a prevenir accidentes causados por la fatiga o somnolencia del conductor, al monitorizar sus patrones faciales, oculares y/u otros parámetros fisiológicos.

Medición de distancia de seguridad

Alerta de colisión frontal

Advertencia de colisión (peatones)

MITIGACIÓN DE LA COLISIÓN

FRENADO AUTOMÁTICO DE EMERGENCIA (AEB)	Detecta posibles colisiones con el vehículo en marcha, y realiza automáticamente la frenada para evitar o disminuir la gravedad del impacto.
FRENADO DE EMERGENCIA POST-COLISIÓN	Detiene automáticamente el vehículo inmediatamente después de un choque, con el objetivo de evitar un segundo impacto contra otro vehículo u obstáculo.

TAREAS DE CONDUCCIÓN AUTOMATIZADAS

CONTROL DE CRUCERO ADAPTATIVO	Controla la aceleración y/o el frenado para mantener una distancia adecuada de seguridad con el vehículo precedente, modulando la velocidad si es necesario.
ASISTENTE DE MANTENIMIENTO DE CARRIL	Controla la dirección para mantener el vehículo dentro del mismo carril de conducción. Puede evitar que el vehículo salga del carril, o bien centrar continuamente el vehículo en este.
LIMITADOR DE VELOCIDAD	Informa al conductor sobre el límite de velocidad del tramo vial y -según una configuración previa proporcionada por el conductor-, limita automáticamente la velocidad de marcha del vehículo.
CONTROL DE DESCENSO EN PENDIENTES	Permite un descenso controlado en terrenos inclinados o irregulares sin necesidad de que el conductor opere los frenos, activándolos para desacelerar automáticamente el vehículo.

Frenado automático de emergencia

Asistente de mantenimiento de carril

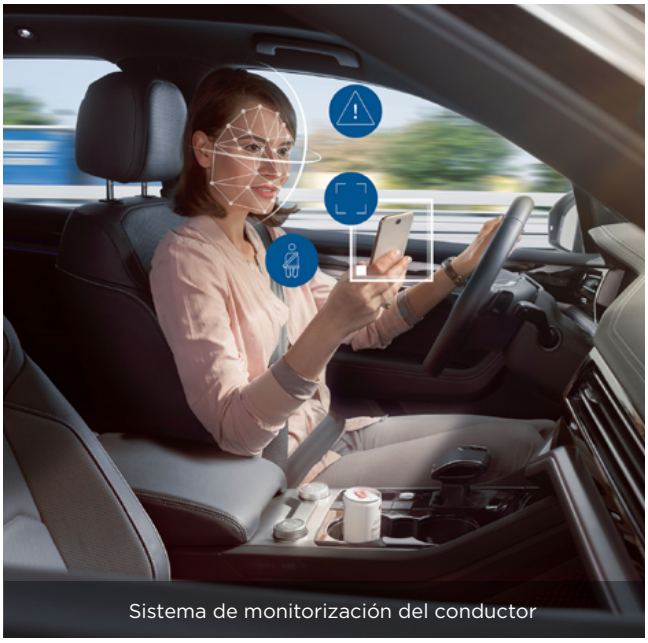
AYUDAS MISCELÁNEAS PARA LA CONDUCCIÓN

NAVEGACIÓN GPS	Proporciona indicaciones visuales y auditivas en tiempo real para la elección adecuada de rutas, y proporciona datos útiles sobre el tráfico para optimizar el tiempo y la seguridad del recorrido.
SISTEMA DE ESTACIONAMIENTO AUTOMÁTICO (MANOS LIBRES)	Ayuda al conductor a aparcar. En sistemas de alta complejidad (mayor automatización), realiza completamente la tarea de estacionamiento del vehículo.
DETECCIÓN DE OBSTÁCULOS LATERALES	Alerta al conductor sobre la presencia de posibles obstáculos u otros usuarios viales en el momento de abrir las puertas del vehículo.
E-CALL: LLAMADA DE EMERGENCIA Y ASISTENCIA LOCALIZADA	Realiza automáticamente una llamada de emergencia si el vehículo se ve involucrado en un accidente grave, a la vez que proporciona detalles específicos sobre su ubicación y la gravedad del incidente, para facilitar la ayuda y atención al conductor y/o los ocupantes.
CONTROL DE PRESIÓN DE NEUMÁTICOS	Monitoriza la presión de aire dentro de los neumáticos, alertando cuando las ruedas revientan o tienen un nivel de presión inadecuado.
ALERTAS INTELIGENTES PARA MANTENIMIENTO / COMPROBACIONES MECÁNICAS	Informan al conductor sobre posibles fallos o daños en el vehículo que deben revisarse, a través de una alerta basada en el autodiagnóstico.
SISTEMAS DE DETECCIÓN DE SEÑAL	También conocido como *Traffic Sign Recognition* (TSR, por sus siglas en inglés). Reconoce las señales de tráfico (p. ej., límites de velocidad, prohibiciones de adelantamientos o "stops") y muestra al conductor la información reconocida en un panel de visualización.

Sistema de detección de señal

Sistema de estacionamiento automático

› AYUDAS MISCELÁNEAS PARA LA CONDUCCIÓN (Cont.)	
CONTROL POR GESTOS	Facilita el uso de sistemas integrados a través de comandos basados en la voz y movimiento del conductor, reduciendo la probabilidad de causar un accidente relacionado con la distracción que implica una manipulación física mientras se conduce.
CONTROL POR VOZ	Permite activar con comandos orales algunas funciones del sistema multimedia, la radio, el teléfono móvil conectado a Bluetooth® o el sistema de navegación.
ILUMINACIÓN AUTOMÁTICA	Aumenta la visibilidad al encender los faros automáticamente cuando se detecta una escasa iluminación en la vía, por debajo de los mínimos óptimos para la conducción segura.
CONTROL INTELIGENTE DE ILUMINACIÓN	Atenúa automáticamente la iluminación en caso de tráfico en sentido contrario o por delante del vehículo, también es capaz de controlar verticalmente los faros en función de la distancia respecto a otros vehículos.
LUCES ANTINIEBLA DINÁMICAS	Proporcionan una iluminación adicional en las curvas. Cuando el conductor gira el volante o lo indica con el intermitente, la luz antiniebla delantera gira hacia esta dirección.
CONTROL DE LUZ ADAPTATIVO	Ayuda a los conductores a ver mejor y más lejos (con mayor profundidad) en la oscuridad. Permite que los faros giren para iluminar mejor la carretera en puntos críticos como curvas o terrenos inclinados.
SENSOR DE LLUVIA	Facilita la visión al detectar las gotas de agua en el parabrisas y activar automáticamente los limpiaparabrisas.


Sistema de monitorización del conductor

Control de crucero adaptativo

4. Legislación Europea. El nuevo calendario de inclusión de los Sistemas ADAS

Después de varios años, las instituciones de la UE han alcanzado un acuerdo político provisional sobre el Reglamento General de Seguridad y a partir de julio de 2022, será obligatorio que los vehículos europeos de nueva matriculación estén equipados con nuevas tecnologías y dispositivos de seguridad (ADAS) para proteger a pasajeros, peatones y ciclistas.

En mayo de 2018, la Comisión propuso la obligatoriedad de algunas de estas medidas de seguridad en los vehículos, incluyendo los sistemas que reducen el ángulo muerto o sistemas de alerta para el conductor en caso de somnolencia o distracción.

El acuerdo político alcanzado por el Parlamento Europeo, el Consejo y la Comisión en las denominadas negociaciones tripartitas ha sido aprobado por el Parlamento Europeo y el Consejo. Los nuevos dispositivos de seguridad pasarán a ser obligatorios a partir de 2022, excepto el sistema de visión directa para los camiones y autobuses y la ampliación de la zona de impacto en la cabeza en turismos y furgonetas, que se introducirán posteriormente debido a los cambios estructurales de diseño que se necesitan.

Comisión Europea

INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

Se espera que estas medidas contribuyan a salvar más de 25.000 vidas y eviten al menos 140.000 lesiones graves de aquí a 2038. Esto contribuirá al objetivo de la UE a largo plazo de aproximarse a cero víctimas mortales y heridos graves de aquí a 2050 («visión cero»).

Los nuevos dispositivos de seguridad obligatorios se presentan en la tabla 2, con dos fechas, una, la fecha a partir de la cual será obligatorio para la fabricación de nuevos vehículos, y otra, la de la matriculación del vehículo.

› ADAS Y CALENDARIO DE ADQUISICIÓN

ADAS	OBLIGACIÓN PARA NUEVOS VEHÍCULOS		NO SE MATRICULARÁN SIN ADAS A PARTIR DE	
	Categoría vehículos	**Fecha**	**Categoría vehículos**	**Fecha**
CONTROL DE LA PRESIÓN DE LOS NEUMÁTICOS	M2, M3, N2, N3, O3 y O4	06/07/2022	M1 y N1	06/07/2022
			M2, M3, N2, N3, O3 y O4	07/07/2024
ASISTENTE DE VELOCIDAD INTELIGENTE	M1, M2, M3, N1, N2 y N3	06/07/2022	M1, M2, M3, N1, N2 y N3	07/07/2024
INTERFAZ PARA LA INSTALACIÓN DE ALCOHOLÍMETRO ANTIARRANQUE	M1, M2, M3, N1, N2 y N3	06/07/2022	M1, M2, M3, N1, N2 y N3	07/07/2024
SISTEMA DE ADVERTENCIA DE SOMNOLENCIA Y PÉRDIDA DE ATENCIÓN DE CONDUCTOR	M1, M2, M3, N1, N2 y N3	06/07/2022	M1, M2, M3, N1, N2 y N3	07/07/2024
SISTEMA AVANZADO DE ADVERTENCIA DE DISTRACCIONES DEL CONDUCTOR	M1, M2, M3, N1, N2 y N3	07/07/2024	M1, M2, M3, N1, N2 y N3	07/07/2026
SEÑAL DE FRENADO DE EMERGENCIA	M1, M2, M3, N1, N2 y N3	06/07/2022	M1, M2, M3, N1, N2 y N3	07/07/2024
DETECTOR DE MARCHA ATRÁS	M1, M2, M3, N1, N2 y N3	06/07/2022	M1, M2, M3, N1, N2 y N3	07/07/2024
REGISTRADOR DE DATOS DE INCIDENCIAS	M1 y N1	06/07/2022	M1 y N1	07/07/2024
	M2, M3, N2 y N3	07/01/2026	M2, M3, N2 y N3	07/01/2029
SISTEMA AVANZADO DE FRENADO DE EMERGENCIA	M1 y N1	06/07/2022	M1 y N1	07/07/2024
			M2, M3, N2 y N3	06/07/2022
SISTEMA DE ADVERTENCIA DE ABANDONO DEL CARRIL	-	-	M2, M3, N2 y N3	06/07/2022
ADVERTENCIA DE COLISIÓN CON PEATONES Y CICLISTAS	M2, M3, N2 y N3	06/07/2022	M2, M3, N2 y N3	06/07/2022
SISTEMA DE INFORMACIÓN SOBRE ÁNGULOS MUERTOS	M2, M3, N2 y N3	06/07/2022	M2, M3, N2 y N3	06/07/2022
FRENADO DE EMERGENCIA AVANZADO PARA PEATONES Y CICLISTAS	M1 y N1	07/07/2024	M1 y N1	07/07/2026
ZONA AMPLIADA DE PROTECCIÓN FRENTE A IMPACTOS EN LA CABEZA	M1 y N1	07/07/2024	M1 y N1	07/07/2026

CATEGORÍAS DE VEHÍCULOS

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.

5. Integración y uso de los ADAS en España

En el mercado español, y de manera similar a otros países europeos y/o economías industrializadas, existe una oferta de sistemas ADAS bastante diversificada, sobre todo cuando se compara con los mercados de otras regiones del mundo, en especial las del sudeste asiático, gran parte de América Latina y África. Aún más, se espera que para finales del año 2020, Europa sea el mercado más grande del mundo para los sistemas avanzados de ayuda a la conducción, seguido por Norteamérica y la región Asia-Pacífico (ADAS Market, 2020).

Esta disparidad a nivel de mercado se puede explicar no solo porque existe una mayor demanda del consumidor (basada en un mayor poder adquisitivo del cliente potencial, su conocimiento de los sistemas ADAS y la apreciación de sus ventajas para la seguridad vial), sino también por los estándares de seguridad de los vehículos presentes en los países industrializados (generalmente más estrictos que los observables en los países en vía de desarrollo), lo cual ha facilitado su normalización dentro de la oferta de vehículos nuevos (BusinessWire, 2018). Asimismo, estos países cuentan con procesos más avanzados de automatización (niveles SAE) tanto en los vehículos como en las infraestructuras, es decir, las carreteras también se adaptan con mayor rapidez para el uso de tecnologías de transporte inteligente (ITS, por sus siglas en inglés), que permitirán integrar casi completamente un vehículo altamente automatizado dentro del entorno vial a lo largo de los próximos diez años.

Concretamente en el contexto español, un estudio reciente de cobertura nacional ha permitido determinar cuáles son algunos de los sistemas ADAS con mayor presencia en los vehículos motorizados españoles, y cuáles son los ADAS (mayormente aquellos de carácter misceláneo) que se encuentran en la actualidad disponibles con menor frecuencia a bordo de los vehículos a nivel nacional (Lijarcio, Useche, Llamazares & Montoro, 2019a), como se presenta en la Tabla 3.

PRINCIPALES ADAS PRESENTES EN EL MERCADO ESPAÑOL AL AÑO 2019

SISTEMAS ADAS	Porcentaje de conductores que tienen vehículos con los siguientes ADAS
DISPONIBLES CON MAYOR FRECUENCIA	
NAVEGACIÓN GPS	40.0%
ILUMINACIÓN AUTOMÁTICA	39.2%
LIMITADOR DE VELOCIDAD	38.5%
SENSOR DE LLUVIA	34.7%
CONTROL DE PRESIÓN DE NEUMÁTICOS	32.4%
CONTROL DE CRUCERO	25.5%
DISPONIBLES CON MENOR FRECUENCIA	
DETECCIÓN DE OBSTÁCULOS LATERALES (PUERTA)	8.9%
CONTROL POR GESTOS	8.7%
ASISTENTE DE MANTENIMIENTO DE CARRIL	7.1%
SISTEMA PROACTIVO DE PROTECCIÓN DE OCUPANTES	7.1%
ADVERTENCIA DE COLISIÓN (PEATONES /CICLISTAS)	5.7%
APERTURA AUTOMÁTICA DE PUERTAS (POR TELÉFONO INTELIGENTE)	5.1%

Detección de obstáculos laterales (puerta)

Advertencia de colisión (peatones/ciclistas)

6. Análisis de la capacidad de los ADAS para prevenir accidentes

El valor de los ADAS para la seguridad vial es, hoy en día, incuestionable, pero a la vez difícilmente calculable. Esta última afirmación se basa en que para ello aún hacen falta evidencias suficientes que contribuyan a cuantificar el patente impacto real de dichos sistemas en la mejora de la seguridad vial en cada contexto, en consideración de sus condiciones particulares.

No obstante, y remitiéndonos a los números, algunos estudios recientes realizados en Norteamérica señalan que, si existiese una disponibilidad generalizada (en todos los vehículos) de los ADAS, estos sistemas tendrían el potencial de ayudar a prevenir -o mitigar- aproximadamente el 40% de todos los accidentes que sufren los conductores o pasajeros de los vehículos, el 37% de todas las lesiones de consideración y el 29% de todas las muertes relacionadas con los siniestros viales (Benson, Tefft, Svancara & Horrey, 2018).

Asimismo, otro estudio reciente -también realizado en los Estados Unidos- calcula que en este país se podrían salvar hasta 10.000 vidas al año si los ADAS disponibles actualmente, como la frenada automática de emergencia, la advertencia de cambio de carril y los sistemas de detección de puntos ciegos, fuesen completamente efectivos y estuviesen equipados y plenamente funcionales en todos los vehículos que circulan diariamente por las vías (Ecola, Popper, Silberglitt & Fraade-Blanar, 2018).

Dentro del ámbito “preventivo” de la aplicación de los sistemas avanzados de ayuda a la conducción, es posible identificar en la literatura científica reciente, tres problemas fundamentales de actuación dentro de la seguridad vial: las distracciones (o falta de atención), la fatiga y la somnolencia, esta dos últimas estrechamente relacionadas.

Los sistemas ADAS tendrían el potencial de ayudar a prevenir -o mitigar- aproximadamente el 40% de todos los accidentes que sufren los conductores o pasajeros de los vehículos, el 37% de todas las lesiones de consideración y el 29% de todas las muertes relacionadas con los siniestros viales.

7. ¿Son los ADAS realmente eficaces para mejorar la seguridad vial?

Aunque esta pregunta pueda parecer trivial -o su respuesta bastante simple-, las pocas evidencias empíricas que han estudiado el impacto objetivo de los sistemas avanzados de ayuda a la conducción en la reducción de accidentes sugieren que, aparte de la necesidad de nuevos desarrollos tecnológicos, la interacción con el usuario es una asignatura pendiente para incrementar el potencial de la automatización del vehículo (incluyendo los ADAS) como elemento de seguridad vial (Montoro et al., 2019).

Dentro de los estudios disponibles actualmente, sin embargo, los hallazgos obtenidos en este respecto sustentan una amplia y positiva potencialidad de los ADAS para la mejora de la seguridad vial, especialmente en los países industrializados, en los cuales su implementación y naturalización en la conducción diaria son sustancialmente altos, si se ofrecen ya equipados de serie en el momento de la adquisición de un vehículo (Collet & Musicant, 2019).

En general, **los estudios aplicados han llegado a estimar que los ADAS (de acuerdo con su clasificación y utilidad) pueden reducir sustancialmente la probabilidad de (i) sufrir un accidente de tráfico, y (ii) sufrir heridas graves, o la muerte, una vez se ha producido un siniestro vial.** Por ejemplo, en un estudio reciente se encontró que, en puntos críticos de intersección en la efectividad de los ADAS (de alerta del conductor y frenada automática de emergencia) para prevenir heridas a conductores y/u ocupantes variaba en función de su tipología, como se muestra en la Tabla 3 (Bareiss, Scanlon, Sherony & Gabler, 2019).

INTERVALOS DE REDUCCIÓN DE LESIONES POR ACCIDENTES DE TRÁFICO EN INTERSECCIONES, ESTIMADOS SEGÚN TIPO DE ADAS (BASADO EN BAREISS ET AL., 2019)

TIPOLOGÍA	INTERVALO	DESCRIPCIÓN	
		PEOR ESCENARIO	MEJOR ESCENARIO
SISTEMAS ADAS DE ALERTA AL CONDUCTOR	Reducción de entre el 1% - 37% de pasajeros heridos.	Alguno de los vehículos no está equipado con sistemas ADAS de alerta de colisión; el sistema de alerta puede fallar en alertar oportunamente a alguno de los conductores; y/o el conductor puede no responder adecuadamente a la alerta para prevenir el accidente.	Ambos vehículos están equipados con sistemas alerta al conductor, avisándoles de una situación peligrosa, en la cual 1 de cada 3 veces, aproximadamente, será posible evitar un accidente con mayor incidencia en pasajeros.
SISTEMAS ADAS DE FRENADA AUTOMÁTICA DE EMERGENCIA	Reducción de entre el 18% - 84% de pasajeros heridos.	Alguno de los vehículos no está equipado con sistemas ADAS de frenada automática; alguno de los ADAS puede no detectar el riesgo de colisión inminente; y/o la frenada de emergencia puede no ser lo suficientemente efectiva para prevenir o minimizar las consecuencias del choque.	Ambos vehículos están equipados con sistemas de frenada automática que previenen el accidente en caso de que aún sea evitable o reducen la velocidad de colisión, dados los parámetros viales particulares y los patrones de movimiento de los vehículos, previniendo hasta el 84% de pasajeros heridos.

Un aspecto especialmente interesante de estos estudios es la recolección de evidencias que demuestran que los sistemas de seguridad activa basados en ADAS (por ej., frenada automática de emergencia y control de crucero adaptativo) resultan de amplia eficacia para reducir sustancialmente el riesgo de accidente (Bareiss et al., 2019; Edwards, nathanson & Wisch, 2018; Li et al., 2017), sobre todo si se comparan con los denominados ADAS "informativos" (que alertan del riesgo), dado que la efectividad de estos últimos -aunque también imprescindibles- dependen en gran medida de las capacidades y destrezas del conductor (Hubele & Kennedy, 2018; Braitman, McCartt, Zuby & Singer, 2010).

Adicionalmente, la literatura científica más reciente en este ámbito sugiere el interés que tendría la identificación de "grupos clave" de conductores (como por ejemplo las personas mayores o con determinados problemas) a los cuales debe dirigirse una mayor atención y cantidad de esfuerzos para desarrollar sistemas de asistencia a la conducción, dado que su implementación en estos grupos puede representar especiales mejoras para su seguridad al conducir y para su calidad de vida en general, por el uso seguro de vehículos (Collet & Musicant, 2019; Wali et al., 2019; Dotzauer et al., 2015).

8. Grupos de riesgo: ¿quiénes se benefician más de los ADAS en términos de seguridad?

Uno de los aspectos críticos relevante de los ADAS para la seguridad en el tráfico, está relacionado con la prevención de los siniestros viales en grupos de conductores considerados "de alto riesgo". Los datos estadísticos indican de manera clara que, como consecuencia de la influencia de diferentes factores humanos (biológicos, psicológicos y sociales), ciertos segmentos de la población conductora se encuentran sobre-representados en las estadísticas de accidentes, siendo especialmente destacable el caso de los conductores jóvenes (menores de 25 años) y los conductores mayores (Dotzauer et al., 2015).

Para el caso de los **conductores jóvenes**, existe una importante relación entre los factores psico-sociales, -como la baja percepción de riesgo, la búsqueda de sensaciones o el consumo de drogas y alcohol- con el comportamiento de riesgo, que dan lugar a una mayor probabilidad de cometer errores y/o violaciones de tráfico al conducir, lo que a su vez puede derivar en la ocurrencia de accidentes de tráfico.

En cuanto a los **conductores de mayor edad**, especialmente aquellos que son mayores de 65 años, los factores de riesgo están especialmente relacionados con la esfera psico-biológica. En otras palabras, a pesar de que la percepción de riesgo de los adultos mayores tiende a ser alta y hay menores índices de exposición voluntaria al riesgo, la pérdida de funciones y aptitudes físicas (por ej., visión, audición, motricidad) y psicológicas (por ej., memoria, concentración, rapidez en el procesamiento de información) dan lugar a una gran cantidad de accidentes en los cuales se ven involucrados, con sus respectivas lesiones y/o letalidad.

Precisamente, los sistemas avanzados de ayuda a la conducción (ADAS) pueden desempeñar un rol fundamental en la prevención de los accidentes de tráfico que afectan a estos dos grupos "críticos" de conductores, de la siguiente manera:

8.1. Los conductores jóvenes: errores, sanciones y formación vial "fortalecida" por los ADAS

Pese a que hasta el momento actual se ha llevado a cabo una investigación relativamente limitada sobre los ADAS y los conductores jóvenes, en términos de cantidad, alcance y profundidad, este segmento poblacional constituye uno de los grupos con mayores probabilidades de beneficiarse de dichos sistemas (Hannan et al., 2018). Dentro de las potencialidades de la implementación adecuada de los ADAS en los conductores menores de 25 años, es especialmente necesario mencionar la posible mejora en el comportamiento de conducción en lo que se refiere, no sólo a las infracciones deliberadas de la normativa de tráfico, sino -dada su menor experiencia y adaptación como conductores- a la prevención-rectificación de los errores al volante.

Como se mencionaba anteriormente, los sistemas ADAS tienen una gran utilidad para reducir la siniestralidad vial en los segmentos de menor edad de la población conductora, dado que contribuyen a disminuir y actuar sobre las posibles infracciones de la norma de tráfico.

Por ejemplo, a través de la supervisión y control de la velocidad del vehículo, algo que se irá consolidando a lo largo de los próximos diez años, conforme los niveles de automatización vehicular (SAE) sean implementados de manera más generalizada y se lleguen a alcanzar los niveles 4-5 de alta y completa automatización (Montoro et al., 2019; Deloitte, 2018; Ecola, Popper, Silberglitt & Fraade-Blanar, 2018).

En otras palabras, los sistemas avanzados de ayuda a la conducción pueden ejercer una función de fortalecimiento del cumplimiento de la normativa de tráfico en grupos en los cuales se observan con mayor frecuencia comportamientos deliberados como el speeding (exceso de velocidad), la conducción temeraria o imprudente, o el no respetar las señales de tráfico (Scanlon, Sherony & Gabkler, 2016). Igualmente, y en consideración de los riesgos comportamentales "no deliberados", **la literatura científica empírica respalda la idea de**

Sunshine
will make this morning
PURRFECT!
68

que los ADAS representan una solución intermedia -que no exime al operador humano de desarrollar competencias adecuadas para la conducción de vehículos- para la reducción de la siniestralidad relacionada con fallos en el factor humano, muy frecuentes en conductores con poca experiencia o baja adaptación al contexto vial (Gershon et al., 2019).

Además, a medida que se van documentando nuevas evidencias empíricas, la literatura científica ha enfatizado a lo largo de los últimos años la existencia de una potencialidad "adicional" para los ADAS, en el caso de la seguridad de los conductores noveles o de menor edad: **la optimización de la formación vial.** En estudios precedentes al desarrollo de la mayoría de los sistemas ADAS de mayor comercialización en la actualidad, se resaltaba la potencialidad de la asociación entre los recursos y avances tecnológicos y el entrenamiento de conductores (Fisher, Pollastek & Pradhan, 2006). Una década después, algunos estudios han constatado ya no sólo la utilidad, sino también la necesidad de incluir los sistemas avanzados de ayuda a la conducción en los programas de formación de conductores.

Se ha comprobado que un conductor que ha interactuado con los ADAS durante su etapa de formación vial, puede aprender a usarlos de manera óptima, sin sobreestimar su funcionalidad y reconocer sus limitaciones (Panou, Bekiaris & Touliou, 2010).

Más allá de generar una mayor familiaridad con los desarrollos tecnológicos incluidos en los vehículos (Sezgin & Lin, 2019), se ha comprobado que un conductor que ha interactuado con los ADAS durante su etapa de formación vial, puede aprender a usarlos de manera óptima, sin sobreestimar su funcionalidad y reconocer sus limitaciones (Panou, Bekiaris & Touliou, 2010), algo de extraordinaria importancia para la seguridad en la conducción. Asimismo, se ha demostrado que los conductores que reciben formación en el manejo y la maximización del potencial de seguridad de los ADAS, tienden a incorporarlos en mayor grado en diversos contextos de conducción, siendo este aprendizaje considerablemente significativo para ambos sexos -mujeres y hombres-, pero presentando los últimos algunas ventajas funcionales de interacción con dichos sistemas, en lo que se refiere a una mayor frecuencia y rapidez de uso por aprendizaje (Zahabi et al., 2020).

Sin embargo, es importante también destacar que la viabilidad de la aplicación de los ADAS en poblaciones de conductores jóvenes, cuenta con algunas limitaciones y barreras que actualmente están pendientes de ser superadas. En especial, es importante resaltar que la "aceptación" de los sistemas avanzados de ayuda a la conducción tiende a ser mucho menor entre los conductores de edades tempranas en comparación con conductores de edades medias y/o adultos mayores: los jóvenes estarían dispuestos a pagar cantidades significativamente inferiores que los mayores por sistemas ADAS, como se ha documentado en estudios recientes (Souders, Best & Charness, 2017). Además, los conductores jóvenes (en comparación con los mayores) tienden a confiar en mayor medida en sus propias capacidades para conducir frente a los sistemas automatizados de ayuda a la conducción (Lijarcio, Useche, Llamazares & Montoro, 2019a; Mynttinen et al., 2009) y también perciben que existe una mayor probabilidad de que los ADAS presenten fallos funcionales y de estabilidad (Montoro et al., 2019; Hannan et al., 2018; Weiss et al., 2018).

8.2.Los conductores mayores: compensación de los déficits psicofísicos

Uno de los aspectos funcionales más importantes de los ADAS es reducir la probabilidad de cometer errores de conducción (o actuar sobre ellos) por parte del conductor del vehículo, bien sea, por ejemplo, a través de avisos y alertas en tiempo real (Lester et al., 2015), o de acciones autónomas activas del vehículo que corrigen errores o déficits operativos del conductor (Reimer, 2014; Dotzauer, Caljouw, de Waard & Brouwer, 2013), especialmente en poblaciones en las que las limitaciones psicofísicas son habituales y se producen de manera considerablemente homogénea (Bauer et al., 2019; Ando, Mimura, Nishihori & Yang, 2018).

Las ayudas informativas y de reacción automatizada resultan de gran utilidad para la reducción del riesgo vial de los adultos mayores, proporcionando información en tiempo real y asistencia para la operación-respuesta del vehículo en situaciones críticas que pueden comprometer su seguridad y la de los demás usuarios de la vía (Classen et al., 2019; Aksan et al, 2015).

Así, la literatura científica respalda la idea de que, para el caso de los conductores de mayor edad, los ADAS de una especial utilidad y proyección son aquellos que brindan asistencia y ayuda en las situaciones críticas de conducción suscitadas por sus limitaciones o "debilidades" psicofisiológicas (Guo et al., 2010; Davidse, 2006), así como en el caso "especial" de conductores mayores con algunas condiciones médicas específicas (Dotzauer, Caljouw, De Waard & Brouwer, 2015). En concreto, **las ayudas informativas y de reacción automatizada resultan de gran utilidad para la reducción del riesgo vial de los adultos mayores, proporcionando información en tiempo real y asistencia para la operación-respuesta del vehículo en situaciones críticas que pueden comprometer su seguridad y la de los demás usuarios de la vía (Classen et al., 2019; Aksan et al, 2015).** En este sentido, las funcionalidades más relevantes contenidas en estudios "clave" en el área (Davidse, 2006) según sea su tipología y funcionalidad, se presentan a continuación en la Tabla 5.

› TIPOS DE ADAS Y FUNCIONALIDADES "CLAVE" PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS VIALES EN CONDUCTORES MAYORES.

TIPO DE SISTEMAS DE APOYO (ADAS)	FUNCIONALIDAD
SISTEMAS DE AVISO/ALERTA DE COLISIÓN EN CRUCES E INTERSECCIONES	Mantener activa la atención al integrarse al tráfico
SISTEMAS DE APOYO PARA EL CAMBIO DE CARRIL E INTEGRACIÓN AL FLUJO VEHICULAR	
SISTEMAS DE APOYO PARA EL CAMBIO DE CARRIL E INTEGRACIÓN AL FLUJO VEHICULAR	Suplir la falta de visibilidad o "puntos ciegos" del vehículo
SISTEMAS DE DETECCIÓN DE PUNTOS CIEGOS/ MUERTOS Y OBSTÁCULOS	
SISTEMAS DE CONTROL DE CRUCERO ADAPTATIVO	Asistir al conductor en el direccionamiento de la atención a la información relevante de la vía.
SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN A BORDO (P. EJ., SISTEMAS DE ALERTA DE RIESGO DE COLISIÓN)	
SISTEMAS DE INFORMACIÓN SOBRE CONDICIONES DE LA VÍA Y PUNTOS "CRÍTICOS"	Proveer información anticipada sobre potenciales condiciones o riesgos en la vía que requieren atención.

Respecto de los hallazgos relacionados con la viabilidad de la implementación de los ADAS en conductores de mayor edad, cabe destacar distintos hallazgos recientes que pueden entenderse como "positivos" (Braun et al., 2019; Lester et al., 2015), dado que enfatizan la existencia de una alta aceptación de los sistemas de ayuda a la conducción en este segmento de la población conductora. Esto se debe en gran medida a que, en general, **los conductores mayores identifican la utilidad y potencialidad de los ADAS como elemento de seguridad vial y prevención de potenciales siniestros en los que se pueden fácilmente ver involucrados** (Montoro et al., 2020; Liang, Lau, Baker & Antin, 2020; Souders, Charness, Pham & Roque, 2018; Karthaus & Falkenstein, 2016).

Sin embargo, varios estudios realizados recientemente han encontrado también que aún existen en este colectivo importantes preocupaciones latentes con respecto al funcionamiento, la complejidad y la facilidad de uso de estos sistemas (Lijarcio, Useche, Llamazares & Montoro, 2019a y 2019b; Eby et al., 2016; McDonald et al., 2016).

Existe una clara necesidad de llevar a cabo acciones de diseño, divulgación y formación, que sirvan para aumentar en los conductores mayores las ventajas percibidas de estas tecnologías ADAS, haciendo explícitos tanto sus beneficios como su utilidad (Liang, Lau, Baker & Antin, 2020; Classen et al., 2019).

Por ello, es preciso señalar que existe una clara necesidad de llevar a cabo acciones de diseño, divulgación y formación, que sirvan para aumentar en los conductores mayores las ventajas percibidas de estas tecnologías ADAS, haciendo explícitos tanto sus beneficios como su utilidad (Liang, Lau, Baker & Antin, 2020; Classen et al., 2019). En este contexto, varios estudios sobre la aceptación de los ADAS y la conducción automatizada, han encontrado que una mayor información y/o contacto de estas u otras tecnologías similares ("conectadas"), aumenta su aceptación, mejora la percepción de sus potencialidades, y facilita las actitudes favorables a adquirir vehículos que dispongan de ellas (Lijarcio, Useche, Llamazares & Montoro, 2019b; Crump et al., 2016; Lahausse, Fildes, Page & Fitzharris, 2008).

9. Regulaciones y estándares más importantes

Las diferentes funciones relacionadas con la protección, tanto de ocupantes como de otros usuarios (en especial usuarios viales vulnerables o no-motorizados), han sido abordadas por el programa Euro NCAP en su versión más actualizada, en la cual se ofrecen lineamientos de diseño y evaluación para la protección de estos usuarios, con los nuevos estándares de automatización vehicular (Euro NCAP, 2020). Euro NCAP puntúa la asistencia a la seguridad de los vehículos a partir de pruebas a las tecnologías de asistencia a la conducción más importantes del mercado como la frenada automática de emergencia (AEB), sistemas del control del estado del conductor, sistemas de control de crucero, y sistemas de permanencia de carril. En estas pruebas, el sistema Euro NCAP comprueba tanto el rendimiento como la funcionalidad en las situaciones de conducción normales y en los accidentes típicos.

10. ¿El vehículo autónomo como quimera?

Cuestiones como la legislación y la normativa de circulación, la adaptación de las vías, la convivencia del vehículo autónomo con el vehículo convencional, etc., son temas relevantes a los que hay que dar solución para que el vehículo autónomo sea una realidad cotidiana.

Muchos expertos apuntan a que el Nivel 5 del vehículo autónomo es un momento que, a día de hoy, es imposible predecir cuándo se producirá. La tecnología necesaria para que un vehículo funcione de manera totalmente autónoma es muy probable que ya exista o estemos a las puertas de alcanzar ese nivel total de autonomía. Sin embargo, existen otra serie de impedimentos que limitan la conducción real de un vehículo autónomo. **Cuestiones como la legislación y la normativa de circulación, la adaptación de las vías, la convivencia del vehículo autónomo con el vehículo convencional, etc., son temas relevantes a los que hay que dar solución para que el vehículo autónomo sea una realidad cotidiana**. No obstante, esa meta es la que incentiva a desarrollar nuevos ADAS que permitan automatizaciones en las operativas de conducción en entornos convencionales (normativa, vías y resto de vehículos).

Y no solo en lo que afecta a la tecnología, sino también en lo referente a la normativa. En este sentido, hacer mención a que más de 50 países, entre ellos los miembros de la Unión Europea, Japón y Corea, aunque no EEUU, acaban de firmar en la Organización de Naciones Unidas un reglamento que limitará el uso y funcionamiento de los vehículos que dispongan de sistemas de conducción automatizada (Foro Mundial para la Armonización de las Reglamentaciones sobre Vehículos de la Comisión Económica de las Naciones Unidas).

Este reglamento establece que el sistema de conducción autónoma solo podrá activarse en vías específicas, en las que esté prohibida la circulación de peatones y ciclistas y que exista una barrera física que separe los dos sentidos de circulación, siendo la velocidad máxima admitida (en modo automatizado) no superior a los 60 km/h. Además, el reglamento establece la obligatoriedad de que los vehículos dispongan de "caja negra", y que los sistemas ajenos a la conducción, como Internet, juegos, vídeos, tv, etc., se desconecten cuando el conductor retome el control, o que el propio vehículo compruebe que el conductor está debidamente posicionado en el asiento, con el cinturón de seguridad puesto.

En consecuencia, se puede afirmar que el sector automovilístico y los gobiernos están dando los pasos para que el vehículo autónomo sea una realidad, pero una realidad a día de hoy todavía lejana.

11. Conclusiones

La literatura científica indica que los ADAS son sistemas de gran utilidad que facilitan la conducción y la hacen más segura, contribuyendo a evitar que se produzcan accidentes y víctimas de tráfico.

La UE ha aprobado un listado con dispositivos ADAS que deberán ser instalados obligatoriamente en los vehículos europeos de nueva matriculación a partir de julio de 2022, aunque ya existe una oferta de sistemas ADAS en España como en otros países europeos. En nuestro país los que con mayor frecuencia están disponibles son: navegación GPS, iluminación automática y limitador de velocidad.

Los estudios estiman que si todos los vehículos tuvieran instalados **sistemas ADAS se podrían prevenir -o mitigar- aproximadamente el 40% de todos los accidentes que sufren los conductores o pasajeros de los vehículos, el 37% de todas las lesiones de consideración y el 29% de todas las muertes relacionadas con los siniestros viales.**

Dentro del ámbito preventivo los ADAS fundamentalmente actúan sobre tres problemas de seguridad vial: las distracciones, la fatiga y la somnolencia, y diferentes estudios aplicados han llegado a estimar que pueden reducir sustancialmente la probabilidad de sufrir un accidente, así como lesiones graves o la muerte.

Hay determinados grupos clave de conductores vulnerables (sobre todo personas mayores y jóvenes), sobre los que habría que focalizar los esfuerzos en desarrollar sistemas de ayuda a la conducción, ya que pueden contribuir considerablemente a mejorar su seguridad y reducir los riesgos en la conducción de vehículos.

En el caso de los jóvenes:

- **Los ADAS contribuyen al cumplimiento de la norma:** la literatura científica señala que los sistemas avanzados de ayuda a la conducción pueden contribuir a fortalecer en los jóvenes el cumplimiento de la normativa de tráfico. Los jóvenes

conductores son más propensos a adquirir comportamientos de riesgo como el exceso de velocidad, la conducción temeraria o imprudente, o no respetar las señales de tráfico.

- **La formación en utilización de ADAS mejora su manejo:** la formación e interacción con los ADAS cuando se accede al permiso de conducir favorece su utilización óptima, sin sobreestimar su funcionalidad y reconociendo sus limitaciones.
- **Existe una baja aceptación en general de estos sistemas:** los jóvenes tienen menor nivel de aceptación de los ADAS en comparación con conductores de edades medias y/o adultos mayores. Están dispuestos a pagar cantidades menores que los conductores mayores por sistemas ADAS. Además, los conductores jóvenes tienden a confiar en mayor medida en sus propias capacidades para conducir frente a los sistemas automatizados de ayuda a la conducción.
- **Es importante fortalecer la imagen de utilidad/seguridad percibidas de estas tecnologías:** se debe mostrar que estos sistemas son un conjunto de avances tecnológicos experimentados y orientados a la mejora general de la seguridad vial.

En el caso de los mayores:

- **Son sistemas de mayor utilidad:** debido al deterioro físico y cognitivo que los conductores mayores van sufriendo, los ADAS de mayor utilidad para este segmento de edad son los que proporcionan asistencia y ayuda en las situaciones críticas de conducción.
- **Tienen una alta aceptación:** los conductores mayores identifican la utilidad y potencialidad de los ADAS como elemento de seguridad vial y prevención de potenciales siniestros en los que se pueden ver involucrados, aunque tienen importantes preocupaciones respecto al funcionamiento, la complejidad y el uso de estos sistemas.
- **Promover acciones de divulgación y formación,** en los conductores mayores sobre el uso y características de los ADAS, servirá para aumentar las ventajas percibidas de estas tecnologías.

A pesar de todos los avances y bonanzas descritas anteriormente a día de hoy todavía **existen limitaciones sobre los sistemas ADAS y la evolución en el vehículo autónomo.** Elementos y variables como la legislación y la normativa de circulación, la adaptación de las vías, la convivencia del vehículo autónomo con el vehículo convencional, etc., son temas relevantes a los que hay que dar solución para que el vehículo autónomo sea una realidad cotidiana. Esa meta es la que incentiva a desarrollar nuevos ADAS que permitan automatizaciones en las operativas de conducción en entornos convencionales (normativa, vías y resto de vehículos).

De la misma manera para los vehículos con sistemas de conducción automatizada se ha dispuesto de un **reglamento uso y funcionamiento impulsado por Naciones Unidas,** donde específicamente se establece que el sistema de conducción autónoma solo podrá activarse en vías específicas, en las que esté prohibida la circulación de peatones y ciclistas y donde exista una barrera física que separe los dos sentidos de circulación, siendo la velocidad máxima admitida (en modo automatizado) no superior a los 60 km/h. Además, establece la obligatoriedad de que los vehículos dispongan de “caja negra” y que cualquier sistema de entretenimiento que esté siendo utilizado (televisión, videojuegos, etc.) se desconecte automáticamente cuando el conductor retome el control o cuando el propio vehículo compruebe que el conductor está debidamente posicionado en el asiento, con el cinturón de seguridad puesto.

Desde Bosch y FESVIAL, a través del proyecto VIDAS seguiremos impulsando y apoyando al sector automovilístico y los gobiernos para continuar avanzando para que el vehículo autónomo sea una realidad, y a la ciudadanía le facilitaremos la compresión y la mejor usabilidad de los mismos para que los utilicen con las máximas garantías.

12. Referencias

ADAS Market (2020). ADAS Market by System (ACC, DMS, IPA, PDS, TJA, FCW, CTA, RSR, LDW, AEB, & BSD), Component (Radar, LiDAR, Ultrasonic, & Camera Unit), Vehicle (PC, LCV, Bus, & Truck), Level of Autonomy (L1, L2&3, L4, L5), Offering, EV, and Region - Global Forecast to 2030. Disponible en la web: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/driver-assistance-systems-market-1201.html

Aksan, N., Sager, L., Lester, B., Hacker, S., Dawson, J., Anderson, S.W., & Rizzo, M. (2015). Effectiveness of a heads-up adaptive lane deviation warning system for middle-aged & older adults. Proceedings of the International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training, and Vehicle Design, 2015, 422–428. https://doi.org/10.17077/drivingassessment.1604

American Automobile Association (AAA) (2019). "Advanced Driver Assistance Technology Names: AAA's recommendation for common naming of advanced safety systems". Disponible en la web: https://www.aaa.com/AAA/common/AAR/files/ADAS-Technology-Names-Research-Report.pdf

Ando, R., Mimura, Y., Nishihori, Y., & Yang, J. (2018). Effects of Advanced Driver Assistance System for Elderly's Safe Transportation. Smart Accessibility, 2018, 36-41.

Bansal, P., & Kockelman, K.M. (2017). Forecasting Americans' long-term adoption of connected and autonomous vehicle technologies. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 95, 49-63. https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.10.013

Bareiss, M., Scanlon, J., Sherony, R., & Gabler, H. C. (2019). Crash and injury prevention estimates for intersection driver assistance systems in left turn across path/opposite direction crashes in the United States. Traffic Injury Prevention, 20(sup1), S133–S138. https://doi.org/10.1080/15389588.2019.1610945

Benson, A., Tefft, B.C., Svancara, A.M. & Horrey, W.J. (2018). Potential Reduction in Crashes, Injuries and Deaths from Large-Scale Deployment of Advanced Driver Assistance Systems. AAA Foundation for Traffic Safety. Disponible en la web: https://aaafoundation.org/wp-content/uploads/2018/09/18-0567_AAAFTS-ADAS-Potential-Benefits-Brief_v2.pdf

Braitman, K.A., McCartt, A.T., Zuby, D.S., & Singer, J. (2010). Volvo and Infiniti drivers' experiences with select crash avoidance technologies. Traffic Injury Prevention, 11(3), 270–278. https://doi.org/10.1080/15389581003735600

Braun, H., Gaertner, M., Trösterer, S., Akkermans, L., Seinen, M., Meschtscherjakov, A., & Tscheligi, M. (2019). Advanced Driver Assistance Systems for Aging Drivers: Insights on 65+ Drivers' Acceptance of and Intention to Use ADAS. Proceedings of the 11th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. September, 2019, 123–133. https://doi.org/10.1145/3342197.3344517

BusinessWire (2018). Analysis on Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) in the European Market (2018-2023) - Higher Adoption in Small Cars to Boost Growth - ResearchAndMarkets.com. Disponible en la web: https://www.businesswire.com/news/home/20181120005329/en/Analysis-Advanced-Driver-Assistance-Systems-ADAS-European

Classen, S., Jeghers, M., Morgan-Daniel, J., Winter, S., King, L., & Struckmeyer, L. (2019). Smart In-Vehicle Technologies and Older Drivers: A Scoping Review. OTJR: Occupation, Participation and Health, 39(2), 97–107. https://doi.org/10.1177/1539449219830376

Collet, C., & Musicant, O. (2019). Associating Vehicles Automation With Drivers Functional State Assessment Systems: A Challenge for Road Safety in the Future. Frontiers in Human Neuroscience, 13, 131. https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00131

Crump, C., Cades, D., Lester, B., Reed, S., Barakat, B., Milan, L., & Young, D. (2016). Differing Perceptions of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS). Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting, 60(1), 861–865. https://doi.org/10.1177/1541931213601197

Davidse, R.J. (2006). Older Drivers and ADAS: Which Systems Improve Road Safety?. IATSS Research, 30(1), 6-20. https://doi.org/10.1016/S0386-1112(14)60151-5

Deloitte (2018). Fleet management in Europe - Growing importance in a world of changing mobility. Disponible en la web: https://www.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cz/Documents/consumer-and-industrial/cz- fleet-management-in-europe.pdf

Dotzauer, M., Caljouw, S. R., De Waard, D., & Brouwer, W. H. (2015). Longer-term effects of ADAS use on speed and headway control in drivers diagnosed with Parkinson's disease. Traffic Injury Prevention, 16(1), 10–16. https://doi.org/10.1080/15389588.2014.909037

Dotzauer, M., Caljouw, S.R., de Waard, D., & Brouwer, W.H. (2013). Intersection assistance: a safe solution for older drivers?. Accident Analysis & Prevention, 59, 522–528. https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.07.024

Dotzauer, M., de Waard, D., Caljouw, S.R., Pöhler, G., & Brouwer, W.H. (2015). Behavioral adaptation of young and older drivers to an intersection crossing advisory system. Accident Analysis & Prevention, 74, 24–32. https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.09.030

Eby, D.W., Molnar, L.J., Zhang, L., St Louis, R.M., Zanier, N., Kostyniuk, L.P., & Stanciu, S. (2016). Use, perceptions, and benefits of automotive technologies among aging drivers. Injury Epidemiology, 3(1), 28. https://doi.org/10.1186/s40621-016-0093-4

Ecola, L., Popper, S.W., Silberglitt, R., & Fraade-Blanar, L. (2018). The Road to Zero: A Vision for Achieving Zero Roadway Deaths by 2050. Rand Health Quarterly, 8(2), 11.

Edwards, M., Nathanson, A., & Wisch, M. (2014). Estimate of potential benefit for Europe of fitting Autonomous Emergency Braking (AEB) systems for pedestrian protection to passenger cars. Traffic Injury Prevention, 15 (Suppl 1), S173–S182. https://doi.org/10.1080/15389588.2014.931579

Euro NCAP (2020). European new car assessment programme: assessment protocol – vulnerable road user protection. Disponible en la web: https://cdn.euroncap.com/media/58230/euro-ncap-assessment-protocol-vru-v1003.pdf

Fisher, D.L., Pollatsek, A.P., & Pradhan, A. (2006). Can novice drivers be trained to scan for information that will reduce their likelihood of a crash?. Injury Prevention, 12 Suppl 1(Suppl 1), i25–i29. https://doi.org/10.1136/ip.2006.012021

Guo, A.W., Brake, J.F., Edwards, S.J., Blythe, P.T., & Fairchild, R.G. (2010). The application of in-vehicle systems for elderly drivers. European Transport Research Review, 2 165–174. https://doi.org/10.1007/s12544-010-0037-y

Hannan, C., Palumbo, A.J., Fisher Thiel, M.C., Weiss, E., & Seacrist, T. (2018). Advanced driver assistance systems for teen drivers: A national survey of teen and parent perceptions. Traffic Injury Prevention, 19(sup2), S84–S90. https://doi.org/10.1080/15389588.2018.1494383

Hubele, N., & Kennedy, K. (2018). Forward collision warning system impact. Traffic Injury Prevention, 19(Supl2), S78–S83. https://doi.org/10.1080/15389588.2018.1490020

Karthaus, M., & Falkenstein, M. (2016). Functional Changes and Driving Performance in Older Drivers: Assessment and Interventions. Geriatrics (Basel, Switzerland), 1(2), 12. https://doi.org/10.3390/geriatrics1020012

Lahausse, J.A., Fildes, B.N., Page, Y., & Fitzharris, M.P. (2008). The potential for automatic crash notification systems to reduce road fatalities. Annals of advances in automotive medicine. Association for the Advancement of Automotive Medicine. Annual Scientific Conference, 52, 85–92.

Lester, B.D., Sager, L.N., Dawson, J., Hacker, S.D., Aksan, N., Rizzo, M., & Kitazaki, S. (2015). Pilot results on forward collision warning system effectiveness in older drivers. Proceedings of the International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training, and Vehicle Design, 2015, 345–351. https://doi.org/10.17077/drivingassessment.1593

Liang, D., Lau, N., Baker, S. A., & Antin, J. F. (2020). Examining Senior Drivers‘ Attitudes Toward Advanced Driver Assistance Systems After Naturalistic Exposure. Innovation in aging, 4(3), igaa017. https://doi.org/10.1093/geroni/igaa017

Lijarcio, I., Useche, S.A., Llamazares, J., & Montoro, L. (2019). Availability, Demand, Perceived Constraints and Disuse of ADAS Technologies in Spain: Findings from a National Study. IEEE Access, 7(1), 129862-129873. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2939302

Lijarcio, I., Useche, S.A., Llamazares, J., & Montoro, L. (2019). Perceived benefits and constraints in vehicle automation: Data to assess the relationship between driver's features and their attitudes towards autonomous vehicles. Data in Brief, 27, 104662. https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104662

Liu, H., Wei, H., Zuo, T., Li, Z., & Yang, Y.J. (2017). Fine-tuning ADAS algorithm parameters for optimizing traffic safety and mobility in connected vehicle environment. Transportation research. Part C, Emerging Technologies, 76, 132–149. https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.01.003

McDonald, A.B., McGehee, D.V., Chrysler, S.T., Askelson, N.M., Angell, L.S., & Seppelt, B.D. (2016). National survey identifying gaps in consumer knowledge of advanced vehicle safety systems. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2559(1), 1-6. https://doi.org/10.3141/2559-01

Merat, N., & Lee, J.D. (2012). Preface to the special section on human factors and automation in vehicles: designing highly automated vehicles with the driver in mind. Human Factors, 54(5), 681–686. https://doi.org/10.1177/0018720812461374

Mok, B., Johns, M., Gowda, N., Sibi, S., & Ju, W. (2016). Take the wheel: Effects of available modalities on driver intervention. IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), Gothenburg, 1358-1365, https://doi.org/10.1109/IVS.2016.7535567

Montoro, L., Useche, S.A., Alonso, F., Lijarcio, I., Bosó-Seguí, P., & Martí-Belda, A. (2019). Perceived safety and attributed value as predictors of the intention to use autonomous vehicles: A national study with Spanish drivers. Safety Science, 120, 865-876. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2019.07.041

Panou, M.C., Bekiaris, E.D., & Touliou, A.A. (2010). ADAS Module in Driving Simulation for Training Young Drivers. 13th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Funchal, 2010, 1582-1587, https://doi.org/10.1109/ITSC.2010.5624986

Reimer, B. (2014). Driver Assistance Systems and the Transition to Automated Vehicles: A Path to Increase Older Adult Safety and Mobility?, Public Policy & Aging Report, 24(1), 27–31, https://doi.org/10.1093/ppar/prt006

Rosique, F., Navarro, P. J., Fernández, C., & Padilla, A. (2019). A Systematic Review of Perception System and Simulators for Autonomous Vehicles Research. Sensors (Basel, Switzerland), 19(3), 648. https://doi.org/10.3390/s19030648

Scanlon, J.M., Sherony, R., & Gabler, H.C. (2016). Predicting crash-relevant violations at stop sign-controlled intersections for the development of an intersection driver assistance system. Traffic Injury Prevention, 17(Suppl 1), 59–65. https://doi.org/10.1080/15389588.2016.1190963

Sezgin, E., & Lin, S. (2019). Technology-Based Interventions, Assessments, and Solutions for Safe Driving Training for Adolescents: Rapid Review. JMIR mHealth and uHealth, 7(1), e11942. https://doi.org/10.2196/11942

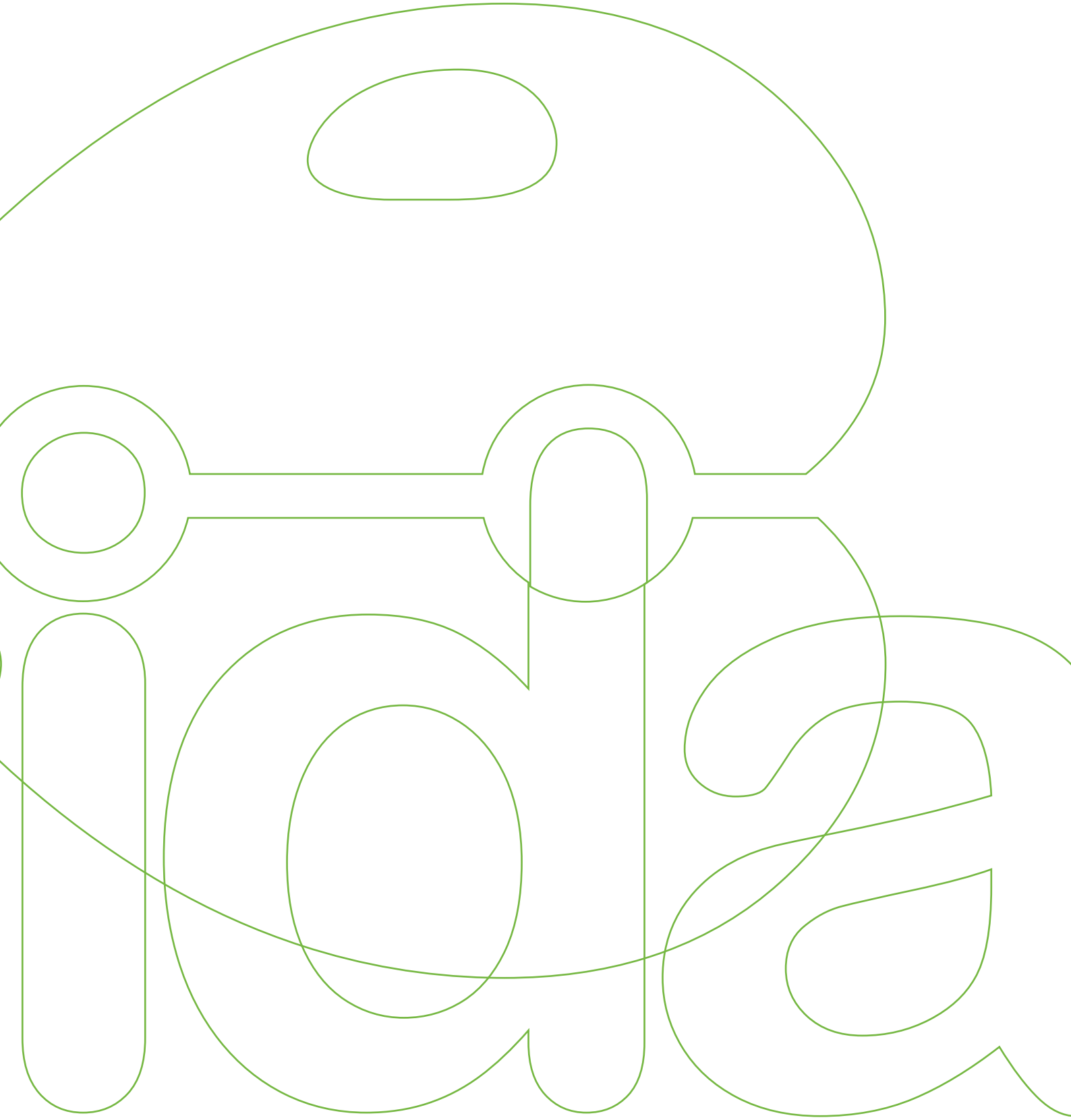
Souders, D.J., Best, R., & Charness, N. (2017). Valuation of active blind spot detection systems by younger and older adults. Accident Analysis and Prevention, 106, 505–514. https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.08.020

Souders, D.J., Charness, N., Pham, H., & Roque, N. (2018). Older drivers' acceptance of longitudinal and lateral vehicle warning systems. Innovation in Aging, 2(Suppl 1), 972. https://doi.org/10.1093/geroni/igy031.3601

Waldrop M.M. (2015). Autonomous vehicles: No drivers required. Nature, 518(7537), 20–23. https://doi.org/10.1038/518020a

Weiss, E., Fisher Thiel, M., Sultana, N., Hannan, C., & Seacrist, T. (2018). Advanced driver assistance systems for teen drivers: Teen and parent impressions, perceived need, and intervention preferences. Traffic Injury Prevention, 19(sup1), S120–S124. https://doi.org/10.1080/15389588.2017.1401220

Zahabi, M., Abdul Razak, A. M., Shortz, A. E., Mehta, R. K., & Manser, M. (2020). Evaluating advanced driver-assistance system trainings using driver performance, attention allocation, and neural efficiency measures. Applied Ergonomics, 84, 103036. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.103036



vidas