



PRIORIZACIÓN DEL POTENCIAL EN SEGURIDAD DE LA CONDUCCIÓN AUTÓNOMA EN EUROPA

Área de Prevención y Seguridad Vial

Fundación
MAPFRE

E T S C
European Transport Safety Council

PRIORIZACIÓN DEL POTENCIAL EN
SEGURIDAD DE LA CONDUCCIÓN
AUTÓNOMA EN EUROPA

Fundación
MAPFRE



European Transport Safety Council

FECHA

Abril 2016

Autor:
European Transport Safety Council (ETSC)

Maquetación: Pilar Prieto, Fundación MAPFRE
Fotografía: European Transport Safety Council (ETSC)

© De los textos: sus autores

© De esta edición:
2016, Fundación MAPFRE
Pº de Recoletos, 23. 28004 Madrid
www.fundacionmapfre.org

El contenido de esta publicación puede ser utilizado o referido siempre que se cite la fuente del siguiente modo: *Priorización del potencial en seguridad de la conducción autónoma en Europa*. European Transport Safety Council (ETSC) y Fundación MAPFRE.

CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	4
1 ¿QUÉ ES LA CONDUCCIÓN AUTÓNOMA?	5
1.1 Rutas hacia la automatización	6
1.2 Las principales vías de implantación de la automatización	7
1.3 Conducción autónoma en Europa	9
1.4 Marco legislativo	10
2 ¿CUÁLES SON LAS VENTAJAS POTENCIALES EN SEGURIDAD?	12
2.1 Consecución de la visión de la UE de cero muertes en carretera para 2050	12
2.2 Menos oportunidades para que se produzcan errores humanos	12
2.3 Rápida adopción de las tecnologías de seguridad	14
2.4 Ayuda a la conducción para grupos de alto riesgo	15
3 ¿CUÁLES SON LOS DESAFÍOS POTENCIALES EN SEGURIDAD?	17
3.1 ¿La automatización da respuesta a los principales peligros en la carretera?	17
3.2 ¿Pruebas de menores índices de accidentes?	17
3.3 Etapa I de transición: vehículos automatizados y no automatizados	18
3.4 Etapa II de transición: vehículos automatizados y usuarios vulnerables de la vía	18
3.5 Infraestructura: carreteras y digitalización	19
3.6 Adaptación del comportamiento de los conductores	20
3.7 ¿Aceptación social?	21
3.8 Responsabilidad civil y protección de datos	21
4 RECOMENDACIONES DEL ETSC Y FUNDACIÓN MAPFRE	23
A nivel de Unión Europea	23
A nivel de Estados miembro	24

Introducción

Las tecnologías para la conducción autónoma ya previenen colisiones y muertes en nuestras carreteras. El Control Electrónico de Estabilidad (o ESC, por sus siglas en inglés) es de uso obligatorio en todos los vehículos nuevos comercializados en Europa. El Frenado Automático de Emergencia (o AEB, por sus siglas en inglés), el Asistente Inteligente para el control de la Velocidad (o ISA, por sus siglas en inglés) y los sistemas de alerta de cambio de carril son cada vez más habituales. Todos ellos hacen uso de la tecnología para compensar, hasta cierto punto, los errores humanos al suprimir parcialmente el control del conductor en determinadas circunstancias.

Sin embargo, en la actualidad estamos próximos a contemplar un panorama en el que este empleo de la tecnología cobrará una mayor magnitud. Los vehículos con autonomía plena podrían, en el futuro inmediato, transformar nuestro mundo. Vehículos que conducen solos podrían generar cambios radicales en términos de propiedad de los automóviles, transporte público, patrones laborales, negocios y desarrollo urbanístico.

Los beneficios teóricos en lo concerniente a la seguridad son inconmensurables. Los vehículos autónomos no beberán alcohol ni se distraerán con llamadas, el Facebook ni con los niños que vayan en el asiento trasero. Estarán programados para conducir a velocidades adecuadas dentro de los límites legales y permanecerán atentos a su entorno en un ángulo de 360 grados, millones de veces por segundo.

Estas tecnologías, sin lugar a dudas, mitigarán algunos riesgos, pero es posible que creen otros nuevos. Y, pese a los rápidos avances tecnológicos en los últimos años, Europa está muy lejos de dar respuesta a las múltiples preguntas relativas a la investigación y a la legislación que los vehículos parcial o totalmente autónomos presentan.

Nos enfrentamos a un futuro a medio y largo plazo en el que los vehículos autónomos interactuarán con un gran número de vehículos no autónomos. ¿Que impacto tendrá esto en la seguridad?

Otros usuarios de la vía pública, como los ciclistas y los peatones, no serán autónomos. ¿Cómo responderán en un mundo en el que ya no será posible establecer contacto visual con los conductores antes de cruzar la carretera?

¿Cómo garantizarán los legisladores que los sistemas autónomos se han testeado y aprobado de acuerdo con una normativa estándar, particularmente en un mundo en el que los vehículos reciben actualizaciones inalámbricas de software que afectan al rendimiento de la seguridad, como la última actualización del piloto automático de Tesla?

En resumen, existe una necesidad urgente de aplicar determinados requisitos previos antes de la comercialización generalizada de vehículos autónomos en Europa.

La finalidad de este informe no es dar respuesta a todas esas cuestiones. Su finalidad es ofrecer una perspectiva general de la conducción autónoma, identificar las principales ventajas de seguridad y ofrecer algunas recomendaciones clave para el futuro inmediato a la UE y sus Estados miembro con el fin de crear un marco legal que dé prioridad a la seguridad.

1. ¿Qué es la conducción autónoma?

La conducción autónoma incluye una amplia gama de tecnologías e infraestructuras, capacidades y contextos, casos de uso y casos empresariales, así como productos y servicios¹. La conducción autónoma también debería valorarse dentro del contexto más amplio de los nuevos desarrollos en automatización y conectividad facilitados por las nuevas tecnologías y sistemas de movilidad, así como de otros ámbitos.

Los vehículos autónomos son aquellos en los que al menos algún aspecto de una función de seguridad crítica (por ejemplo, el manejo del volante, la aceleración o el frenado) se ejecuta sin la intervención directa del conductor². Los vehículos autónomos pueden emplear sensores a bordo, cámaras, GPS y telecomunicaciones para obtener información con el fin de adoptar sus propias decisiones relativas a situaciones de seguridad críticas³. Un vehículo autónomo es aquel que puede, al menos en parte, realizar una tarea de conducción sin necesidad de la intervención de un conductor humano.

La palabra autónomo, por otra parte, hace referencia a la capacidad de un vehículo automatizado para operar de manera independiente y sin la presencia de un conductor en un entorno de tráfico dinámico, valiéndose de los propios sistemas del vehículo y sin comunicarse con otros vehículos o infraestructuras⁴.

La Asociación Internacional de Ingenieros Automovilísticos (SAE, por sus siglas en inglés) ha adoptado las directrices “Niveles de automatización en la conducción”, que recogen la descripción consensuada más habitual a este respecto. Los diferentes niveles identifican el modo en que la “tarea de la conducción dinámica” se reparte entre el hombre y la máquina. En el nivel 0, esta se realiza en su totalidad por un conductor humano (sin automatización) y, en el nivel 5, por un sistema de conducción autónomo (automatización total)⁵. El nivel 0 cada vez resulta más irrelevante ya que la mayoría de los vehículos nuevos en el mercado ofrecen tecnologías que los sitúan en el nivel 1. Los niveles 0 y 1 ayudarán a los desarrolladores a alcanzar el nivel 5, puesto que los sistemas de seguridad que se usan en estos dos niveles también allanarán el camino para el nivel 5 y, potencialmente, aportarán mayores beneficios de seguridad.

Por ejemplo, los sistemas de aparcamiento autónomo a baja velocidad podrían considerarse como precursores de la conducción autónoma a velocidades más rápidas⁶. En su conjunto, estos sistemas proporcionan una plataforma que podría favorecer la introducción de vehículos con altos niveles de autonomía en los que no es necesario que el conductor controle constantemente el vehículo ni el tráfico de su entorno⁷.

¹ OCDE/ITF (2015) Automated and Autonomous Driving: Regulation under Uncertainty (La conducción automática y autónoma: regulación bajo incertidumbre).

² NHTSA (2013) Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles (Declaración preliminar de política sobre los vehículos autónomos).

³ Ibid

⁴ Ministerio de Transporte y Comunicaciones, (2015) Finlandia, Robots on land, in water and in the air (Robots por tierra, agua y aire).

⁵ OCDE/ITF (2015) Automated and Autonomous Driving: Regulation under Uncertainty (La conducción automática y autónoma: regulación bajo incertidumbre).

⁶ Informe de la Conferencia PACTS (2014) Driverless Vehicles: From technology to Policy (Vehículos sin conductor: de la tecnología a la política).

⁷ Ibid

	Nivel SAE	Nombre	Dirección, aceleración, deceleración	Supervisión, conducción, entorno	Tareas de ejecución de retroceso durante la conducción dinámica	Capacidad del sistema (modos de conducción)
El conductor humano controla el entorno	0	Sin automatización el conductor humano realiza todas las funciones en la conducción dinámica, aunque disponga de sistemas de alerta o de intervención.				
	1	Asistencia al conductor las funciones en la conducción se realizan con dispositivos asistentes que aceleran, deceleran, o como la dirección asistida, que actúan según el contexto de la conducción y esperan que el conductor actúe según se necesite.				Algunos modos de conducción
	2	Automatización parcial ejecutado por uno o más asistentes de conducción, para la dirección y la aceleración/deceleración, según el contexto de conducción, esperando que el humano actúe en consecuencia.				Algunos modos de conducción
El vehículo controla el entorno	3	Automatización condicional la conducción se realizará mediante sistemas automáticos que esperan que el conductor responda en caso de necesidad.				Algunos modos de conducción
	4	Automatización alta la conducción se realizará mediante sistemas automáticos, incluso si el conductor no reacciona adecuadamente en momentos de necesidad.				Algunos modos de conducción
	5	Automatización total las tareas de ejecución son realizadas en su totalidad por un sistema automático, en cualquier tipo de vía o condición ambiental, que además pueden ser gestionadas por un humano.				Cualquier modo de conducción

Fuente: Adapted from SAE Standard J3016 (SAE, 2014).

1.1 Rutas hacia la automatización

El informe de la OCDE “Conducción automática y autónoma: legislación en la incertidumbre” (*Automated and Autonomous Driving: Regulation under Uncertainty*) identifica dos rutas principales hacia la automatización. La primera de ellas se describe como “algo en todas partes”, que son aquellos vehículos que cuentan con algún tipo de asistencia para el conductor (nivel 1); estos ya existen en la actualidad. La segunda, “todo en alguna parte”, que se encuentra en el otro extremo de la escala, se refiere a los vehículos sin un conductor humano y conlleva la ampliación del uso de ese tipo de vehículos a más

contextos⁸. Estos casos están vinculados a diferentes situaciones empresariales y de uso. Las autopistas de alta velocidad podrían resultar prometedoras para la aplicación de camiones y coches convencionales cada vez más automatizados (incluido el *platooning* o trenes de carretera⁹), además de las zonas urbanas que resultarían particularmente aptas para lanzaderas especializadas para el transporte de pasajeros y de reparto de mercancías. En el contexto de estos diferentes ámbitos, surgirán implicaciones para los demás usuarios de las vías, incluidos ciclistas, peatones y vehículos de motor de dos ruedas, que evaluaremos más adelante en este informe.

En general, se prevé que los primeros vehículos con autonomía total o avanzada, los cuales operarán únicamente dentro de áreas limitadas, empezarán a comercializarse a principios de 2020. De acuerdo con ciertas previsiones, los paquetes de equipamiento opcional para la “conducción autónoma” instalados de fábrica en vehículos nuevos podrían estar disponibles tan pronto como el 2019¹⁰. Esa misma valoración sugiere que en 2025 podría existir una gama suficiente de equipamiento estándar y opciones disponibles para permitir el funcionamiento de vehículos autónomos, así como de los niveles 3 y 4. Es improbable que se logre la comercialización antes de 2030 de vehículos completamente autónomos que se desplacen por las vías públicas en medio del resto del tráfico¹¹

1.2 Las principales vías de implantación de la automatización

En el Mapa de ruta para la automatización del ERTRAC se definen las principales vías para su implantación. Estas abarcan la ruta del entorno urbano (alto nivel de autonomía en áreas de velocidad reducida y/o infraestructuras específicas¹²) y la ruta del vehículo autónomo (ampliación a partir del nivel 0 de uso de sistemas avanzados de ayuda a la conducción (o ADAS, por sus siglas en inglés) hasta un nivel 5 de automatización completa para coches y camiones). Debe tenerse en cuenta que serán necesarios varios años más de los indicados en el marco a continuación para la introducción en toda la flota automovilística de la UE de los vehículos de máximo nivel 5. No obstante, es posible que se introduzcan antes algunos elementos integrantes de la conducción asistida (niveles 1 y 2).

⁸ OCDE/ITF (2015) Automated and Autonomous Driving: Regulation under Uncertainty (La conducción automática y autónoma: regulación bajo incertidumbre).

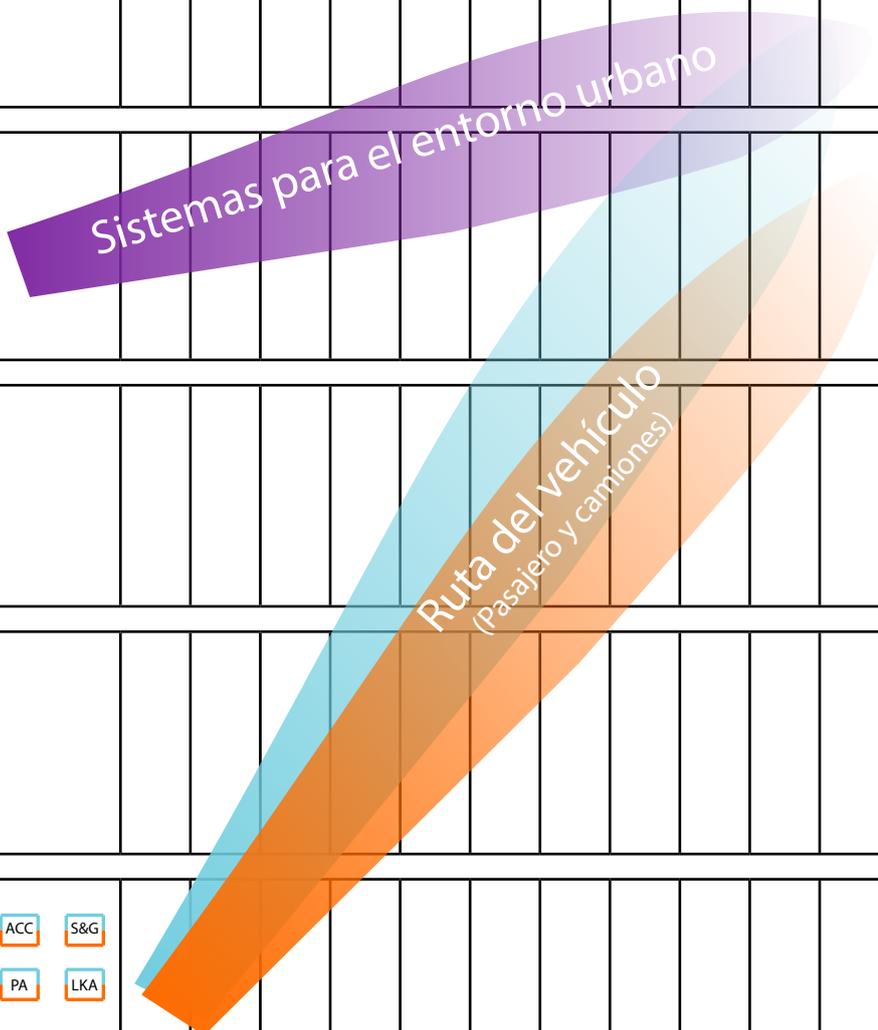
⁹ Los trenes de vehículos reducen las distancias entre los vehículos mediante la utilización de acoplamientos electrónicos e incluso mecánicos. Esta capacidad permitiría a un grupo de vehículos acelerar o frenar simultáneamente. Este sistema también permite mantener una distancia de seguridad inferior entre ellos al eliminar la distancia de reacción necesaria en los humanos.

¹⁰ KPMG (2013). Self-driving Cars: Are We Ready? (Vehículos sin conductor: ¿estamos preparados?)

¹¹ Ibid

¹² City Mobil2 en ERTRAC (2015) Automated Driving Roadmap (Mapa de ruta para la conducción autónoma).

Nivel	Establecido	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2022	2024	2026	2028	2030
Nivel 5: Automatización completa												
Nivel 4: Automatización alta												
Nivel 3: Automatización condicional												
Nivel 2: Automatización parcial												
Nivel 1: Asistencia al conductor	 											
Nivel 0: Asistencia al conductor y Sistemas (ADAS) superiores a la capacidad de reacción humana	 											



1.3 Conducción autónoma en Europa

La UE tiene una larga historia de inversiones en proyectos de investigación sobre la conducción autónoma¹³. Diferentes Estados miembro de la UE ya se han mostrado receptivos hacia la conducción autónoma, tanto al permitir las pruebas de vehículos nuevos como al realizar programas piloto¹⁴. Algunos ejemplos incluyen CityMobil 1 y 2, que ha probado que el uso de vehículos robóticos para servicios de lanzadera en entornos urbanos protegidos¹⁵. Suecia tiene previsto permitir el uso de 100 vehículos autónomos en vías públicas en Gotemburgo en 2017. Finlandia también autorizará pruebas con coches robóticos en sus vías públicas durante períodos limitados y en áreas predeterminadas¹⁶. Otro ejemplo de uso, que ya se está probando, son los trenes de coches o camiones (también conocido como *platooning*) en autopista, que consiste en la circulación de una caravana de dos a seis vehículos muy próximos entre sí, firmemente coordinados mediante comunicaciones entre cada vehículo y que emplean también cierto grado de automatización¹⁷. El Reino Unido ha anunciado la realización de pruebas, además del lanzamiento de un código de prácticas recomendadas^{18 19}. Bélgica está desarrollando un código de prácticas recomendadas similar, basado en el documento del Reino Unido, y también está preparando junto con los Países Bajos una demostración de circulación en tren de camiones. En España, la Dirección General de Tráfico aprobó a finales de 2015 un marco para la realización de pruebas con vehículos de conducción automática en carretera²⁰. En Suiza, el servicio postal, que también transporta personas, probará dos lanzaderas autónomas en un entorno urbano²¹. Un vehículo ya comercializado, el Tesla modelo S, cuenta con una función de piloto automático que, mediante la combinación de cámaras, radares, sensores ultrasónicos y datos, dirige de manera automática el vehículo por la carretera, siempre bajo la supervisión del conductor, además de permitir realizar cambios de carril y adaptar la velocidad en respuesta al volumen de tráfico²².

Los fabricantes de vehículos también están interesados en cosechar los beneficios de este nuevo campo. Varios estudios han revelado el impacto económico potencial que se prevé tendrá la conducción autónoma en los próximos años, estimada en torno a los 71.000 millones en 2030^{23 24}. El mercado global estimado para los vehículos autónomos es de 44 millones de vehículos en 2030²⁵.

Los vehículos sin conductor pueden considerarse como un “nuevo modo de transporte” capaz de cambiar los modelos de desplazamiento, así como la cultura de la movilidad²⁶. Los estudios realizados por los EE.UU. sobre las implicaciones de los vehículos completamente autónomos en términos de propiedad de los mismos y su uso arrojaron que podrían dar lugar a una reducción en la titularidad de vehículos de hasta el 43 % como resultado del incremento en su uso compartido. Por otra parte, esos mismos estudios

¹³ *ibid*

¹⁴ Descripción general de las iniciativas de los Estados miembro de la UE: ERTRAC (2015) Automated Driving Roadmap (Mapa de ruta para la conducción autónoma) y OCDE/ITF (2015) Automated and Autonomous Driving: Regulation under Uncertainty (La conducción automática y autónoma: regulación bajo incertidumbre).

¹⁵ <http://www.citymobil2.eu/en/>

¹⁶ Proyecto Aurora: <http://liikennelabra.fi/test-environments/aurora/>

¹⁷ OCDE/ITF (2015) Automated and Autonomous Driving: Regulation under Uncertainty (La conducción automática y autónoma: regulación bajo incertidumbre).

¹⁸ <https://www.gov.uk/government/publications/automated-vehicle-technologies-testing-code-of-practice>

¹⁹ <https://www.gov.uk/government/publications/automated-vehicle-technologies-testing-code-of-practice>

²⁰ <http://www.dgt.es/Galerias/seguridad-vial/normativa-legislacion/otras-normas/modificaciones/15.V-113-Vehiculos-Conduccion-automatizada.pdf>

²¹ <https://www.postauto.ch/de/news/schweizer-premiere-mit-autonomen-shuttles>

²² <https://www.teslamotors.com/presskit/autopilot>

²³ Estos estudios deben valorarse con la debida precaución debido a las variables empleadas para su cálculo.

²⁴ KPMG, Connected and Autonomous Vehicles – The UK Economic Opportunity (Vehículos conectados y autónomos – La oportunidad económica del Reino Unido), Boston Consulting Group (2015). Revolution in the Driver’s Seat: The Road to Autonomous Vehicles (Revolución al volante: la ruta hacia los vehículos autónomos) en ERTRAC (2015) Automated Driving Roadmap (Mapa de ruta para la conducción autónoma).

²⁵ Autonomous Vehicles (Vehículos autónomos) Ago/13 en ERTRAC (2015) Automated Driving Roadmap (Mapa de ruta para la conducción autónoma).

²⁶ Carsten, O & Kulmala, R. Road Transport Automation as a Societal Change Agent (Automatización del transporte por carretera como agente del cambio social) en el 2º Libro blanco sobre vehículos autónomos del Simposio UE-EE. UU. de 2015.

apuntaron que esto también podría generar un importante incremento de hasta el 75 % en el uso individual de los vehículos²⁷

1.4 Marco legislativo

En la actualidad no existe todavía un marco legislativo para la conducción autónoma a nivel europeo. Configurarla constituiría un precursor esencial para alcanzarla. La Comisión Europea ha lanzado una nueva iniciativa denominada Gear 2030 cuya finalidad será desarrollar un mapa de ruta para la conducción autónoma en la UE²⁸.

La Convención de Viena de 1968 sobre tráfico rodado estableció un acuerdo entre los miembros participantes de las Naciones Unidas administrado por la Comisión Económica de esa entidad para Europa. La convención abarca la normativa sobre seguridad para el tráfico rodado y, como tal, establece los principios que gobiernan la legislación a este respecto. Uno de los principios fundamentales de la Convención ha sido el concepto de que el conductor siempre tiene el control y es responsable del comportamiento de un vehículo en situaciones de tráfico²⁹.

A nivel internacional, se trabaja de manera continuada en este campo, aunque no todos los Estados miembro de la UE son signatarios de la Convención de Viena de la ONU sobre tráfico rodado ni tampoco de todos los acuerdos relevantes de la UNECE sobre requisitos técnicos de los vehículos. Hasta la actualidad, la Convención de Viena de la ONU ha constituido el punto de referencia, cuyas últimas modificaciones adoptadas entrarán en vigor en marzo de 2016. Su principal modificación consiste en que estará permitido que un vehículo conduzca solo, siempre y cuando el sistema pueda ser “cancelado o anulado por el conductor”. Deberá haber un conductor presente y capaz de asumir el control de volante en todo momento. Las normativas técnicas para la aprobación de tipos en la UN ECE (WP 29) deberán modificarse con el fin de permitir funcionalidad de conducción autónoma condicional: volante (UN R79) e iluminación (UN 48)³⁰. Aún es necesario adaptar su interpretación a los códigos de circulación de los Estados miembro para habilitar el nivel 3: conducción autónoma condicional³¹.

A nivel europeo, existen una serie de áreas legislativas que deberían ser revisadas en vista del incremento en la automatización. Será necesario revisar la Directiva 2007/46/CE sobre homologación de diferentes tipos de vehículos a motor de la UE a fin de garantizar que esos vehículos respeten todas las obligaciones específicas de seguridad establecidas en las diferentes legislaciones nacionales de tráfico de la Unión Europea. Deberán comprobarse los vehículos en múltiples situaciones diferentes en las que un vehículo pueda sustituir a un conductor humano hasta el punto de que un vehículo autónomo deberá pasar el equivalente a un exhaustivo “examen de conducción”. Esto debería tener en consideración situaciones de riesgo alto para los ocupantes y los usuarios de la vía que se encuentren fuera del vehículo. También será necesario actualizar la legislación de la UE sobre inspección técnica de vehículos (Directiva 2014/45).

Otro aspecto relevante de la legislación de la UE es la Directiva 2006/126/CE sobre permisos de conducción y la Directiva 2006/126/CE que deberían modificarse para incluir formación y autorización para la conducción semi y completamente autónoma, y cómo usar esa tecnología, incluida su anulación y reactivación. Otra normativa que debería revisarse es la Directiva 2009/103/CE sobre el seguro de responsabilidad civil dada la necesidad de definir responsabilidades tanto para vehículos semi como completamente

²⁷ Schoettle, B & Sivak, M. (2015) Potential Impact of Self-Driving Vehicles on Household Vehicle Demand and Usage (Impacto potencial de los vehículos sin conductor sobre la demanda y uso de los vehículos domésticos). Nota: los estudios hacen hincapié en que dado el número de factores desconocidos con respecto a un espaciado suficiente entre los desplazamientos, la aplicación de los futuros vehículos sin conductor, su aceptación y posibles estrategias para compartir este tipo de vehículos en los hogares, estos resultados sirven únicamente a modo de umbral máximo de aproximación sobre el potencial de que los vehículos completamente autónomos puedan compartirse en el hogar.

²⁸ Gear 2030 http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/newsroom/cf/itemdetail.cfm?item_id=8507

²⁹ <https://globalautoregs.com/rules/157>

³⁰ Ibid

³¹ Ibid

autónomos. La Directiva 85/374/CEE sobre responsabilidad por los daños causados por productos defectuosos también será relevante. No obstante, actualmente no existe un marco en vigor para la armonización de la normativa sobre la responsabilidad por los daños causados como resultado de colisiones en las que estén implicados vehículos a motor. Los aspectos relacionados con la responsabilidad civil también están siendo revisados en el contexto de la Estrategia para el mercado único digital de la Comisión Europea.

Otras áreas relevantes de colaboración continuada de la UE incluyen la Directiva 2010/40 de sistemas de transporte inteligente, la plataforma de cooperación DG MOVE³² que está desarrollando un mapa de ruta para la aplicación de sistemas de transporte inteligente cooperativo (por sus siglas en inglés, C-ITS), la cual cuenta con grupos de trabajo para el desarrollo de recomendaciones sobre, por ejemplo, la interfaz hombre-máquina (por sus siglas en inglés, HMI) y el diálogo estructurado de DG Connect entre los sectores de las telecomunicaciones y automovilístico.

Debería revisarse la Directiva 2008/96/CE actual sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias para incorporar los requisitos concernientes a los vehículos semi y completamente autónomos, como por ejemplo marcas viales claras e intersecciones adaptadas.

Por último, la protección de los datos también se verá afectada, ya que cualquier clase de procesamiento de datos personales por un vehículo autónomo deberá cumplir la normativa de la UE para la protección de los datos establecidos en las Directivas 95/46/CE y 2002/58/CE. Esto podría resultar relevante para la seguridad vial en cuanto a la investigación de colisiones y su utilización por parte de las aseguradoras y otros, como gerentes de flotas de vehículos, que podrían utilizar la información facilitada por los sistemas para la gestión de los conductores en un entorno profesional

³² Plataforma C-ITS <http://ec.europa.eu/transparency/regexpert/index.cfm?do=groupDetail.groupDetail&groupID=318>

2. ¿Cuáles son las ventajas potenciales en seguridad?

2.1 Consecución de la visión de la UE de Cero muertes en carretera para 2050

Según ERTRAC, “la seguridad y su potencial para la reducción de accidentes provocados por errores humanos” es uno de los impulsores principales para lograr niveles más altos de conducción autónoma³³. La conducción autónoma puede, por lo tanto, considerarse como un aspecto fundamental para apoyar muchos de los objetivos de la política de transporte de la UE, incluida la seguridad en carretera³⁴.

No obstante, la investigación para evaluar los beneficios potenciales para la seguridad de la conducción autónoma se encuentra todavía en ciernes.

Es fundamental, no obstante, continuar trabajando para mejorar todos aspectos relacionados con la seguridad vial, incluidas infraestructuras, comportamiento de los conductores y seguridad pasiva, que continuarán siendo relevantes.

Las investigaciones realizadas por Finlandia demuestran que la seguridad se incrementa paralelamente al incremento de la automatización³⁵. El impacto positivo de la automatización del transporte sobre el flujo de tráfico se observa en el nivel 3 o de automatización condicional: el rendimiento de la red vial mejorará, las ondas de choque se disiparán más rápido, se reducirá el exceso de velocidad y se mejorará la eficiencia del tráfico. En el contexto del sistema de transporte, su impacto evidente ya será perceptible en el nivel 2, en el que la mejora de la seguridad reducirá los problemas relacionados con el tráfico y los atascos³⁶. El aumento en la seguridad de los vehículos resultado de la automatización y la disminución en los errores de los conductores repercutirá en una mayor seguridad general.

También se han realizado investigaciones que podrían desalentar las altas expectativas que se tienen de la conducción autónoma como herramienta para lograr el objetivo de seguridad vial de cero muertes. Sivak et al. citan otros factores de que pueden influir sobre este aspecto que a un vehículo autónomo le resultaría difícil gestionar³⁷. Argumentan que a los vehículos sin conductor les resultará difícil lograr un rendimiento perfecto, por ejemplo, en todo tipo de condiciones climatológicas o en caso de accidentes causados por otros elementos integrantes del entorno vial, por ejemplo, un peatón que entre en el campo de acción inesperadamente en un radio de distancia corto³⁸.

2.2 Menos oportunidades para que se produzcan errores humanos

La mayoría de los accidentes conllevan algún elemento de error humano. Si un funcionamiento más autónomo reduce o elimina esos errores, es posible que las ventajas

³³ ERTRAC (2015) Automated Driving Roadmap (Mapa de ruta para la conducción autónoma).

³⁴ Innamaa, S., Kanner, H., Rämä, P. & Virtanen, A. (2015). Automaation lisääntymisen vaikutukset tieliikenteessä. Trafi reports 1/2015, disponible en <http://www.trafi.fi/index.php?id=11408>

³⁵ Ibid

³⁶ Ibid

³⁷ Sivak, M. & Schoettle, B. (2015) Road Safety with Self-Driving Vehicles : General Limitations and Road Sharing with Conventional Vehicles (Seguridad vial de los vehículos autónomos: limitaciones generales y circulación en carretera con vehículos convencionales).

³⁸ Sivak, M. & Schoettle, B. (2015) Road Safety with Self-Driving Vehicles : General Limitations and Road Sharing with Conventional Vehicles (Seguridad vial de los vehículos autónomos: limitaciones generales y circulación en carretera con vehículos convencionales).

de la seguridad vial resulten sustanciales³⁹. ETSC respalda el enfoque de un “sistema seguro”, con el significado de que “los seres humanos no son infalibles y que es necesario anticiparse a sus errores, para minimizar el riesgo de que se deriven consecuencias graves de ellos.” También resulta relevante en el debate sobre la conducción autónoma el hecho de que “la responsabilidad para la reducción de los fallecidos y las lesiones graves, por lo tanto, no recae exclusivamente en los usuarios de las vías públicas, sino que es compartida con, por ejemplo, los fabricantes de vehículos y los administradores de las infraestructuras”⁴⁰. Así pues, la conducción autónoma puede resultar particularmente bienvenida como un modo de compartir la responsabilidad con estos últimos en el futuro.

En la actualidad, existen demasiadas circunstancias diferentes que pueden originar la evaluación incorrecta de una situación por parte del conductor, su falta de atención o distracción. Se ha calculado que estas contribuyen en un porcentaje de entre el 10 y el 30 % de las muertes en carretera⁴¹.

Un mayor nivel de automatización de los vehículos podría contribuir a eliminar o resolver situaciones de conflicto⁴². Se espera que pueda contribuir a reducir los errores visuales, los accidentes con implicación de un único vehículo y accidentes en intersecciones⁴³. Podría esperarse que la automatización reduzca algunas colisiones a alta velocidad en las autopistas gracias a sus rápidos tiempos de respuesta⁴⁴. También podría reducir los accidentes provocados por la fatiga, aunque es posible que se produzca un incremento en la somnolencia del conductor-operador a consecuencia del aburrimiento y del distanciamiento en la conducción del vehículo⁴⁵. No obstante, el informe de la OCDE argumenta que la prueba real sobre la seguridad de los vehículos autónomos radicará en si son capaces de reproducir el rendimiento sin accidentes de los conductores humanos.

Debe definirse la obligatoriedad de un funcionamiento “a prueba de errores” para los vehículos autónomos. Así mismo, surgirán nuevos desafíos (véase la sección 3 de este documento) y es posible que se produzcan nuevos tipos de accidentes como resultado de la generalización de las tecnologías autónomas (por ejemplo, accidentes que resulten de devolver el control del vehículo al conductor, de la combinación de vehículos autónomos y convencionales o de otros usuarios de la vía como los peatones, ciclistas o vehículos a motor de dos ruedas). Esto también se muestra en el gráfico a continuación, aunque resulta difícil cuantificar la gravedad relativa del número de colisiones que se puedan producir⁴⁶

³⁹ OCDE/ITF (2015) Automated and Autonomous Driving: Regulation under Uncertainty (La conducción automática y autónoma: regulación bajo incertidumbre).

⁴⁰ Definición completa del enfoque de “Sistema de seguridad”: “La filosofía del Sistema de seguridad adopta una perspectiva más amplia de los accidentes de carretera, que acepta que los seres humanos no son infalibles, que es necesario anticipar sus errores, así como minimizar el riesgo de las consecuencias resultantes de esos errores. La responsabilidad de reducir las muertes y lesiones graves recae, por lo tanto, no solamente sobre los usuarios de las vías públicas, sino que es compartida con, por ejemplo, los fabricantes de automóviles y los administradores de las infraestructuras. La presunción ética básica es que no resulta aceptable pagar un precio en vidas por la movilidad que la sociedad necesita”. Respaldado por la Comisión Europea en el documento de trabajo de los servicios de la Comisión (2013): sobre la aplicación del objetivo 6 de las orientaciones políticas de la Comisión Europea sobre seguridad vial para el período 2011-2020 - Primera etapa de una estrategia sobre accidentes.

⁴¹ TRL (2015) Study on good practices for reducing road safety risks caused by road user distractions (Estudio sobre prácticas recomendadas para reducir los riesgos de seguridad viales causados por las distracciones de los usuarios de las vías públicas).

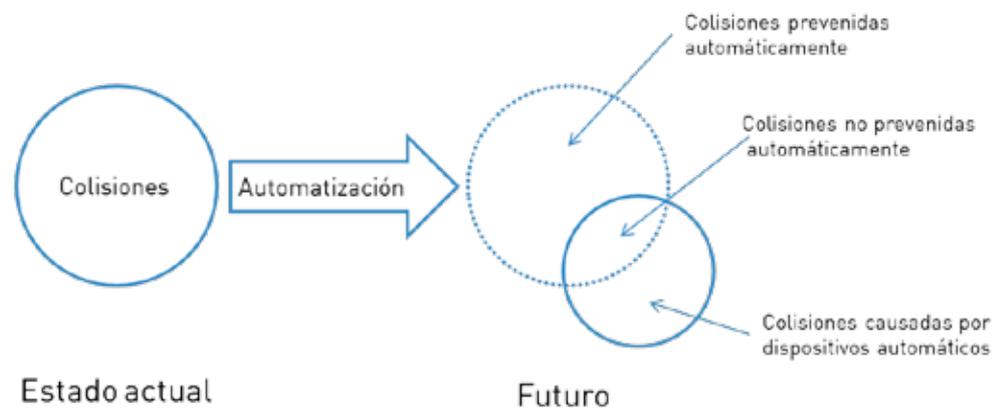
⁴² Ibid

⁴³ Carsten, O. Presentación sobre la conducción autónoma en la Conferencia internacional australiana para la conducción sin conductor en Adelaida, noviembre de 2015

⁴⁴ Carsten, O & Kulmala, R. Road Transport Automation as a Societal Change Agent (Automatización del transporte por carretera como agente del cambio social) en el 2º Libro blanco sobre vehículos autónomos del Simposio UE-EE. UU. de 2015.

⁴⁵ Carsten, O & Kulmala, R. Road Transport Automation as a Societal Change Agent (Automatización del transporte por carretera como agente del cambio social) en el 2º Libro blanco sobre vehículos autónomos del Simposio UE-EE. UU. de 2015.

⁴⁶ Adaptación del diagrama de la Agencia finlandesa para la seguridad en el transporte, 2015.



En los primeros años tras su introducción, es posible que solo se permita la autonomía completa en determinadas ubicaciones donde el entorno de tráfico sea más homogéneo y más adaptado a los vehículos automatizados. Esto podría minimizar la combinación de vehículos autónomos y convencionales y, por lo tanto, reducir las confrontaciones entre los diferentes tipos de vehículos.

2.3 Rápida adopción de las tecnologías de seguridad

En la actualidad ya se comercializan numerosos sistemas que intervienen más allá de la capacidad humana para actuar⁴⁷.

De acuerdo con la clasificación SAE, los vehículos ya han alcanzado el nivel 2 en cuanto a transporte autónomo (autonomía parcial), pero es posible que los vehículos con el nivel 3 (autonomía condicional) lleguen a las carreteras europeas en dos o tres años, antes de 2020 como muy tarde. Algunos de estos sistemas también son de uso obligatorio en cumplimiento de la normativa de seguridad para los vehículos de la UE. La finalidad de la mayoría de estas tecnologías activas es intervenir y, de ese modo, evitar que se produzca una colisión. Los sistemas de seguridad activos, como el ABS (Sistema de frenada antibloqueo), ESC (Sistema de control electrónico de estabilidad) y AEB (Sistema de frenado de emergencia automático), permiten mayores niveles de automatización y facilitarán su aplicación. Las futuras versiones de estos sistemas incluirán evitamiento de colisiones y paradas de emergencia⁴⁸.

Es importante tener en cuenta que con la introducción del ABS se esperaba evitar un número considerable de colisiones, pero esto no se cumplió en los estudios reales llevados a cabo y el impacto sobre la seguridad fue inapreciable⁴⁹.

No obstante, junto con el ABS también se introdujeron sensores, actuadores y un mecanismo de control que estableció la plataforma para el ESC, tecnología que ha demostrado una reducción en el número de accidentes de un 20 %⁵⁰.

El ESC a su vez, se ha convertido en la plataforma para la introducción de los sistemas avanzados de frenado de emergencia (AEB). Todos los vehículos comerciales pesados nuevos de la UE llevan integrada la tecnología avanzada de frenado de emergencia desde noviembre de 2013, gracias al requisito establecido en la revisión realizada en 2009 del Reglamento de seguridad general.

⁴⁷ OCDE/ITF (2015) Automated and Autonomous Driving: Regulation under Uncertainty (La conducción automática y autónoma: regulación bajo incertidumbre).

⁴⁸ Ibid

⁴⁹ Informe de la Conferencia PACTS (2014) Driverless Vehicles: From technology to Policy (Informe de la Conferencia PACTS (2014), Vehículos sin conductor: de la tecnología a la política).

⁵⁰ Informe de la Conferencia PACTS (2014) Driverless Vehicles: From technology to Policy (Informe de la Conferencia PACTS (2014), Vehículos sin conductor: de la tecnología a la política).

Se estima que en 25 países de la UE tras su plena introducción el sistema AEB ha presentado una reducción aproximada del 7 % en el número de muertes y una de las relaciones beneficios-coste más elevadas de entre las existentes para los sistemas de apoyo al conductor^{51 52}. Los ejemplos anteriores corresponden a tecnologías para las que existe algún tipo de prueba. El proyecto eImpact, que evaluó 12 sistemas diferentes de ayuda al conductor⁵³ estimó que la combinación de todos ellos podría generar una reducción de aproximadamente el 50 %⁵⁴ de las muertes en carretera. Aunque se ha evaluado el potencial de algunos de estos sistemas de apoyo al conductor a la hora de salvar vidas⁵⁵, las pruebas que demuestran su eficacia a la hora de evitar accidentes en condiciones reales son escasas para muchos de estos nuevos sistemas⁵⁶. Disponer de esta información resulta crucial para su comercialización y legislación.

Tal como se mencionó previamente, el interés por alcanzar niveles de autonomía más altos podría dar un impulso comercial, normativo y de comprobación a las tecnologías de seguridad integradas en los vehículos con un alto potencial a la hora de salvar vidas. Algunos de los sistemas semiautomatizados integrados en los vehículos sujetos a su futura regulación, como el AEB para peatones, ya están siendo incluidos en las comprobaciones actuales de Euro NCAP. Euro NCAP reconoce en su Mapa de ruta para 2020 la necesidad de implicarse en la implantación de la automatización de los vehículos como una manera de mejorar drásticamente la seguridad de los vehículos y lograr una conducción más segura⁵⁷. Aunque es posible que las prioridades elegidas para impulsar la autonomía no sean las mismas que promueven la seguridad. Es posible que algunos desarrolladores favorezcan tecnologías y plataformas tecnológicas que ayuden a reducir los riesgos para la seguridad en las carreteras principales, como puede ser el exceso de velocidad, mediante el uso de los Sistemas inteligentes para el control de la velocidad, por ejemplo. Pero tal vez otros no. Por ello, es posible que otras tecnologías (como, por ejemplo, la asistencia para el estacionamiento automático) se beneficien de un desarrollo y aplicación acelerados como resultado del impulso hacia la automatización, aunque sus ventajas en términos de seguridad resulten mínimas.

2.4 Ayuda a la conducción para grupos de alto riesgo

Otra de las implicaciones de la conducción autónoma es que podría permitir a algunos conductores, que sufran limitaciones causadas por problemas de salud, continuar conduciendo o aprender a hacerlo, bien mediante la ayuda de los sistemas de conducción autónoma o empleando un modo de conducción autónoma total⁵⁸. Se recomienda que, a la hora de diseñar sistemas autónomos, los ingenieros tengan en mente toda la diversidad existente entre los conductores y valorar las diferentes situaciones de tráfico. Un grupo que podría resultar beneficiado son los conductores de mayor edad, altamente relevantes en el contexto de la envejecida población europea. Así pues, la automatización podría aportar beneficios para los conductores de alto riesgo, al incrementar o ampliar su movilidad al tiempo que reduciría potencialmente los riesgos de seguridad que pueden presentar para otros usuarios de la carretera.

⁵¹ Resultados del Proyecto eIMPACT. http://www.eimpact.eu/download/eIMPACT_D6_V2.0.pdf

⁵² ETSC recomienda su introducción en todo tipo de vehículos. ETSC (2015) Posición sobre la Revisión de la normativa general sobre seguridad.

⁵³ Control electrónico de la estabilidad (ESC), control de cruce autónomo en gama completa de velocidad, frenado de emergencia, protección previa a un impacto de los usuarios vulnerables de la vía, asistencia para el cambio de carril (advertencia), asistencia contra las salidas de vía, advertencia de visión nocturna, control y advertencia de adormecimiento del conductor, eCall, seguridad en cruces, advertencia inalámbrica de daños en la proximidad y SpeedAlert, es decir, ISA complementaria. Resultados del proyecto eIMPACT. http://www.eimpact.eu/download/eIMPACT_D6_V2.0.pdf

⁵⁴ Resultados del proyecto eIMPACT. http://www.eimpact.eu/download/eIMPACT_D6_V2.0.pdf

⁵⁵ Vaa et al. 2014. Driver Support Systems. Estimating road safety effects at varying levels of implementation (Sistemas de ayuda al conductor. Estimando los efectos sobre la seguridad vial en diferentes niveles de aplicación).

⁵⁶ Informe de la Conferencia PACTS (2014) Driverless Vehicles: From technology to Policy (Informe de la Conferencia PACTS (2014), Vehículos sin conductor: de la tecnología a la política).

⁵⁷ Mapa de ruta de EuroNCAP (2015) 2020

⁵⁸ ERTRAC (2015) Automated Driving Roadmap (Mapa de ruta para la conducción autónoma)

Por contra, para los conductores jóvenes que empleen la conducción autónoma, esto podría resultar en una menor acumulación de experiencia. Se trata de un área que requiere más investigación.

Esto también plantea cuestiones relativas a la formación de los conductores: cómo se deberá formar a las personas para que conduzcan de manera segura para sacar el máximo partido de las técnicas de conducción autónoma y cómo se podrá formar a los conductores para que alternen de forma segura entre la conducción completamente autónoma y la automatizada

3. ¿Cuáles son los desafíos potenciales en seguridad?

3.1 ¿La automatización da respuesta a los principales peligros en la carretera?

Una pregunta importante a la hora de evaluar el impacto potencial sobre la seguridad es la manera en que la automatización responde a los principales peligros en la carretera, como pueden ser el exceso de velocidad y la conducción ebria. El exceso de velocidad representa un factor fundamental en casi un tercio de las colisiones mortales y un factor agravante en todas las colisiones en las que está presente⁵⁹. En España, y según un reciente estudio de Fundación MAPFRE, si se pudieran prevenir toda la conducción por encima de los límites de velocidad se evitarían alrededor del 20% de todas las víctimas mortales y heridos hospitalizados⁶⁰.

Con la aplicación de la automatización, los vehículos podrán cumplir con los límites de velocidad estáticos y dinámicos, y se mejorará el mantenimiento de las distancias de seguridad y las salidas de vía gracias a un control que supera el rendimiento humano⁶¹. Tal como se mencionó en la sección anterior, es posible que las tecnologías necesarias para lograr una mayor automatización no sean las mismas que las necesarias para lograr una mayor reducción de las fatalidades⁶². Así pues, el desafío a la hora de maximizar los beneficios de la seguridad radicará en centrarse en esos principales factores de riesgo.

3.2 ¿Pruebas de menores índices de accidentes?

En la actualidad, existe una necesidad real de llevar a cabo estudios más exhaustivos que abarquen la exposición y los niveles de seguridad de los vehículos automatizados, particularmente sobre cómo reaccionan en condiciones de conducción reales. Esto hace hincapié en la necesidad de realizar pruebas similares a la que se va a lanzar en Suecia (véase la sección 1.3). ETSC insiste en mantener una apertura y transparencia totales a la hora de revelar los datos sobre colisiones relativos a los vehículos autónomos, así como sobre las vías en las que se han producido (urbanas, rurales, autopistas). También debería ser posible interrogar a los sistemas de seguridad de los vehículos con posterioridad a un accidente con el fin de analizar sus causas.

Algunos análisis preliminares recientes de accidentes reales en los que se han visto implicados vehículos sin conductor, realizados en los EE. UU., arrojan diferentes conclusiones. El primer conjunto de resultados apuntó a que los vehículos sin conductor se vieron implicados en un mayor número de accidentes por millón de kilómetros recorridos, que los vehículos convencionales⁶³. Este estudio debe valorarse teniendo en mente las siguientes salvedades. En primer lugar, que las distancias acumuladas por los vehículos sin conductor son relativamente bajas (aproximadamente 1,2 millones de millas, en comparación con los 3 trillones de millas anuales en los EE. UU. de los vehículos convencionales). Los vehículos sin conductor realizaron recorridos únicamente en condiciones limitadas (y, por lo general, menos exigentes) (por ejemplo, evitando áreas nevadas). Por lo tanto, su exposición no resulta representativa comparada con la

⁵⁹ OCDE/ECMT (2006), Speed Management (Control de la velocidad).

⁶⁰ Fundación MAPFRE y CESVIMAP (2016). La contribución de la velocidad a la prevención de accidentes en España

⁶¹ Carsten, O. Presentación sobre la conducción autónoma en la Conferencia internacional australiana para la conducción sin conductor en Adelaida, noviembre de 2015

⁶² Informe de la Conferencia PACTS (2014) Driverless Vehicles: From technology to Policy (Informe de la Conferencia PACTS (2014) Vehículos sin conductor: de la tecnología a la política).

⁶³ Sivak, M y Schoettle, B. (2015) A Preliminary Analysis of Real-World Crashes Involving Self-Driving Vehicles (Un análisis preliminar de accidentes reales con implicación de vehículos sin conductor).

de los vehículos convencionales⁶⁴. Esta investigación también demostró que no fueron responsables de los accidentes en los que se vieron implicados y la gravedad general de las lesiones resultado de esos accidentes en los que se vieron implicados los vehículos sin conductor fue inferior a la de los vehículos convencionales⁶⁵.

En los EE. UU. también se realizó recientemente otro estudio titulado “Automated Vehicle Crash Rate Comparison Using Naturalistic Data” (Comparación del índice de accidentes de los vehículos automatizados empleando datos naturalistas) llevado a cabo por el Instituto Técnico para el Transporte de Virginia (VTTI), por encargo de Google. Demostró que los vehículos sin conductor se vieron implicados en un menor número de accidentes que los vehículos normales, particularmente en aquellos de mayor gravedad. Evaluó tanto los datos de accidentes nacionales como los datos procedentes de estudios naturalistas de conducción y, a continuación, comparó los resultados con los datos del programa de Vehículos sin conductor de Google⁶⁶. Adicionalmente, en ese mismo estudio, al analizar los eventos de los vehículos automatizados, se consideró que ninguno de los que operaron en modo autónomo habían sido responsables de los mismos.

3.3 Etapa I de transición: vehículos automatizados y no automatizados

Uno de los desafíos principales en el mapa de ruta hacia una automatización completa radica en la manera en que los vehículos automatizados y semiautomatizados lograrán coexistir durante la etapa intermedia, que podría durar quince años o más dependiendo de su penetración en el mercado, y la renovación del parque automovilístico. Esto resulta más relevante en el caso de aplicación “algo en todas partes”. Las valoraciones y predicciones relativas a la seguridad se basan en presunciones de una flota totalmente equipada y vehículos equivalentes; no obstante, apenas se ha realizado ningún tipo de evaluación sobre el impacto en la seguridad durante la fase de transición⁶⁷. Una pregunta interesante es cómo rendirán los vehículos con sistemas para el control de la velocidad en una flota que también incluya vehículos que no estén equipados con esos sistemas: ¿los vehículos que no integren ese equipamiento conducirán más rápido y adelantarán constantemente a los otros, de modo que finalmente los conductores insatisfechos acaben por desactivar el sistema de control de la velocidad⁶⁸? Otro aspecto muy probable es que exista una mucho mayor necesidad de actualizar los vehículos automatizados “viejos”: con gran probabilidad la tecnología avanzará muy rápidamente. Existe una mayor probabilidad de que los fabricantes de vehículos se mantengan en contacto próximo con sus clientes (de manera parecida a como se realizan las actualizaciones para los teléfonos móviles).

3.4 Etapa II de transición: vehículos automatizados y usuarios vulnerables de la vía

Otra preocupación, en particular durante la introducción y etapa de transición, radica en comprobar la interacción entre esos vehículos con los usuarios vulnerables en la carretera. Por supuesto, algunas de las tecnologías de seguridad integradas en los vehículos que ya están empezando a aplicarse tienen capacidades específicas para ayudar a evitar colisiones con los usuarios vulnerables en la carretera. Aunque estos estudios se encuentran en desarrollo con nuevas ideas en este campo⁶⁹, en la actualidad peatones y

⁶⁴ Las distancias acumuladas por los vehículos sin conductor son relativamente bajas (aproximadamente 1,2 millones de millas, en comparación con los 3 trillones de millas anuales en los EE. UU. de los vehículos convencionales). Los vehículos sin conductor realizaron recorridos únicamente en condiciones limitadas (y, por lo general, menos exigentes) (por ejemplo, evitando áreas nevadas). Por lo tanto, su exposición no resulta representativa comparada con la de los vehículos convencionales. Referencia en Sivak y Schoettle [2015]

⁶⁵ Ibid

⁶⁶ Blanco, M. et al [2016] Automated Vehicle Crash Rate Comparison Using Naturalistic Data (Comparación del índice de accidentes de los vehículos automatizados empleando datos naturalistas), Instituto Técnico para el Transporte de Virginia

⁶⁷ Informe de la Conferencia PACTS [2014] Driverless Vehicles: From technology to Policy (Informe de la Conferencia PACTS [2014], Vehículos sin conductor: de la tecnología a la política)

⁶⁸ Ibid

⁶⁹ <http://www.prospect-project.eu> y <http://www.vruits.eu/>

ciclistas no disponen en su gran mayoría de equipos de seguridad ITS que les permitan interactuar con los vehículos automatizados.

Las muertes entre peatones y ciclistas, los usuarios de las vías públicas más vulnerables y cuyo uso de las carreteras se trata de fomentar por motivos de seguridad y sostenibilidad, representan el 29 % de los fallecimientos en carretera en la UE. Los peatones muertos suponen el 21 % y los ciclistas el 8 % de todas las fatalidades en las vías públicas⁷⁰. En la Europa de los 27, los vehículos de motor de dos ruedas representan el 18 % del total de las muertes de usuarios de las vías públicas⁷¹. La interacción entre los vehículos de motor de dos ruedas con los vehículos automatizados representan una preocupación particular en el tráfico de las autopistas⁷².

La interacción entre los conductores de los vehículos actuales y los usuarios vulnerables de las vías públicas en ocasiones se lleva a cabo mediante el modo de comunicación de contacto visual. Los vehículos y sus sensores y cámaras tendrán que ir más allá de la simple detección y ser capaces de registrar diferentes formas de comunicación. Esta también debería funcionar incluso en condiciones de climatología adversa. Es probable que la irrupción de los vehículos automatizados en el tráfico también cambie los patrones de movilidad hasta el punto de alterar los comportamientos de los usuarios vulnerables de la vía pública: una acción tan simple como cruzar la calle podría verse transformada. Deberían identificarse las situaciones de alto riesgo y encontrar maneras de gestionar todas esas diferentes posibilidades. Se trata de otra área que debería considerarse prioritaria para su investigación y comprobación.

Un ejemplo de un dilema ético, que con frecuencia se plantea en el nivel de la automatización completa, consiste en cómo debería reaccionar un vehículo a la hora de “decidir” si dar un viraje brusco para evitar a otro coche pero, en consecuencia, golpear a un peatón. Resulta evidente que también se deberán considerar aspectos éticos en el contexto del desarrollo de los vehículos completamente autónomos.

3.5 Infraestructura: carreteras y digitalización

Es necesaria una arquitectura a prueba de errores/que tolere fallos para garantizar que los vehículos automatizados operen de un modo seguro en cualquier caso o bajo condiciones adversas⁷³. Esto es válido tanto para las infraestructuras digitales como de las vías públicas y ambas requerirán de inversiones para su actualización y mantenimiento.

3.5.1 Infraestructura digital

Hay dos líneas de opinión en lo que respecta al grado en que los vehículos completamente autónomos dependerán de la aportación de datos y de los sistemas de información externos. Algunos argumentan que un vehículo completamente autónomo debería depender de sus propios sensores y capacidad de percepción⁷⁴. Así pues, es posible que la conducción automatizada esté sujeta a las mejoras en las infraestructuras digitales⁷⁵ para habilitar la tecnología de los sistemas de transporte inteligente cooperativos. Las autoridades también tienen determinadas obligaciones bajo la Directiva sobre sistemas

⁷⁰ ETSC (2015) Making Walking and Cycling Safety on Europe's Roads (Creando seguridad a pie y en bicicleta en las carreteras europeas).

⁷¹ Ibid

⁷² Carsten, O & Kulmala, R. Road Transport Automation as a Societal Change Agent [Automatización del transporte por carretera como agente del cambio social] en el 2º Libro blanco sobre vehículos autónomos del Simposio UE-EE. UU. de 2015

⁷³ ERTRAC (2015) Automated Driving Roadmap (Mapa de ruta para la conducción autónoma).

⁷⁴ Ministerio de Transporte y Comunicaciones, (2015) Finlandia: Robots on land, in water and in the air (Robots por tierra, agua y aire).

⁷⁵ Las infraestructuras digitales (para la automatización de la vía pública) incluyen representaciones estáticas y dinámicas del mundo físico en el que los vehículos autónomos deberán interactuar para funcionar. Algunos aspectos que se deberán abordar incluyen: obtención, procesamiento, control de calidad y transmisión de la información. Definición en: OCDE/ITF (2015) Automated and Autonomous Driving: Regulation under Uncertainty (La conducción automática y autónoma: regulación bajo incertidumbre).

de transporte inteligente de la UE⁷⁶. Si fuese este el caso, entonces será necesario realizar más inversiones para mejorar las infraestructuras digitales necesarias a fin de habilitar las comunicaciones entre vehículos, así como entre los vehículos y la propia infraestructura. Podrían obtenerse ciertos beneficios como resultado de la apertura de la información del sistema de gestión del tráfico; por ejemplo, al transmitir información sobre atascos en la ruta o sugerir otras nuevas. Así pues, un vehículo totalmente autónomo requerirá un conjunto de datos más exigente y preciso sobre el tráfico. No obstante, existen problemas de seguridad puesto que una comunicación insegura podría exponer el sistema a los ataques informáticos⁷⁷. Esto también presenta dudas sobre la seguridad de los datos y su protección (véase la sección 3.8 a continuación).

3.5.2 Infraestructura vial

Muchas tecnologías para la autonomía parcial y total dependerán de que la infraestructura vial resulte legible para sus aplicaciones. Es necesario reconocer el rendimiento de la infraestructura (visibilidad, estado de reparación) en cuanto a señalización del tráfico, señales y marcas viales para ofrecer unos niveles superiores de conducción autónoma segura y fiable. Esto requerirá la creación de normas comunes y armonización⁷⁸. En un informe conjunto de 2013 denominado "Roads that cars can read" (Carreteras que los coches pueden leer), EuroRAP y Euro NCAP se lamentaron del hecho de que su mantenimiento inadecuado y las diferencias en las marcas viales y señales de tráfico suponen un grave obstáculo para el uso eficaz de la tecnología en los vehículos, como las salidas de carril y el reconocimiento de las señales de tráfico⁷⁹. ETSC alentó a los Estados miembro de la UE a que diesen prioridad a las marcas viales y señales de tráfico en sus presupuestos para el mantenimiento de las vías públicas. Es necesaria la colaboración entre los operadores de las carreteras y los desarrolladores de los vehículos con autonomía parcial y completa para que se comuniquen entre sí sus necesidades.

Una opción, que con gran probabilidad podría aplicarse en el contexto urbano para facilitar el tráfico compartido, consiste en limitar el área donde operan los vehículos autónomos o proporcionarles algún tipo de infraestructura dedicada (por ejemplo, usar los carriles para el transporte público únicamente para los vehículos autónomos)⁸⁰. Otras adaptaciones podrían consistir en proporcionar un entorno más simplificado y lógico que pueda ofrecer asistencia al vehículo para evitar situaciones en las que sea necesario realizar numerosas paradas (cruces, posibles interacciones con peatones o ciclistas, etc.)⁸¹. También es probable que sea necesario adaptar las infraestructuras de las autopistas para acomodar los requisitos del tráfico autónomo. Por ejemplo, es posible que sea necesario disponer de áreas de reposo para que los conductores puedan volver a retomar el control de la conducción antes de abandonar la autopista. Esto también tendrá implicaciones para la disposición actual de las infraestructuras, como carriles bus que permitan el tránsito de vehículos de motor de dos ruedas.

3.6 Adaptación del comportamiento de los conductores

Una prioridad para maximizar el potencial en cuanto a seguridad de la conducción autónoma debería centrarse en la participación de los conductores y el restablecimiento de su control en los diferentes niveles de autonomía de un modo seguro y concluyente⁸². Debería estandarizarse la interacción entre el conductor y el vehículo. Es necesario

⁷⁶ Directiva ITS 2010/40

⁷⁷ ERTRAC (2015) Automated Driving Roadmap (Mapa de ruta para la conducción autónoma).

⁷⁸ ERTRAC (2015) Automated Driving Roadmap (Mapa de ruta para la conducción autónoma).

⁷⁹ Véase el Informe de consulta de EuroNCAP y EuroRAP (2011): Roads That Cars Can Read [Carreteras que los coches pueden leer]. http://www.erf.be/images/Roads_That_Cars_Can_Read_2_Final_web.pdf

⁸⁰ OCDE/ITF (2015) Automated and Autonomous Driving: Regulation under Uncertainty (La conducción automática y autónoma: regulación bajo incertidumbre).

⁸¹ ERTRAC (2015) Automated Driving Roadmap (Mapa de ruta para la conducción autónoma).

⁸² Ibid

realizar una investigación en mayor profundidad para valorar el impacto sobre los conductores y el tiempo necesario para realizar la transición. Aún si el conductor no logra retomar el control, el sistema deberá garantizar un nivel de seguridad en el rendimiento y respetar las normas de tráfico. Deberían abarcarse problemas como la posibilidad de que el conductor esté tan distraído por las oportunidades que ofrece el poder desconectar de todo durante la conducción autónoma que les pasen desapercibidos los mensajes para retomar la conducción⁸³, así como garantizar la que interfaz hombre-máquina esté perfeccionada para que resulte lo más clara posible⁸⁴. El subconjunto de información, advertencia e intervención (o IWI, por sus siglas en inglés) de la interfaz hombre-máquina resulta de extraordinaria relevancia para la seguridad y debe estandarizarse más el futuro de modo que todos los coches automatizados puedan comunicarse de un modo idéntico y reconocible, en particular en lo concerniente a los elementos críticos de seguridad. Los estudios apuntan a que existen más probabilidades de adaptación de los comportamientos cuando los conductores son conscientes de que se está produciendo un cambio que cuando no lo son⁸⁵.

3.7 ¿Aceptación social?

La seguridad de los vehículos autónomos también influirá en su nivel de aceptación social y adopción. Su aceptación dependerá de los probables ámbitos de aplicación y es posible que los sentimientos que generen sean muy diferentes, por ejemplo, para los trenes de camiones en autopista o para los vehículos de reparto a velocidades reducidas en infraestructuras independientes en áreas urbanas. El papel de los programas de información a los consumidores también será importante a la hora de explicar y generar confianza, así como para impulsar prácticas recomendadas en términos de seguridad. En esta etapa, la aceptación de los usuarios presenta un desafío con más de la mitad (56 %) de los socios de la AA en el Reino Unido que indican que “no confiarían en las garantías ofrecidas por los fabricantes ni por el gobierno de que los vehículos sin conductor son seguros”⁸⁶.

La tecnología también debería ser accesible para todas las clases de la población. No resulta aceptable que únicamente un grupo determinado pueda adquirir ese tipo de vehículos, incluso si se ha legislado su tecnología. También podrían aplicarse nuevos modelos de financiación (con el apoyo del sector de seguros).

El 16 de Marzo de 2016 Fundación MAPFRE organizó, a través de RED CUMES, un webinar bajo el título “El coche autónomo: de la ficción a la realidad. Su impacto en el seguro”, en el que quedó de manifiesto la democratización tecnológica ya existente en cuanto a los sistemas de ayuda a la conducción, que permitirán a corto plazo la reducción significativa de la siniestralidad y que próximamente supondrán un cambio de paradigma para industrias como la del seguro, la automovilística y las infraestructuras de transporte⁸⁷.

3.8 Responsabilidad civil y protección de datos

Es fundamental clarificar las circunstancias para la aplicación de la responsabilidad civil, tanto en contextos de conducción autónoma completa como parcial. Actualmente, se espera que el conductor permanezca en control del vehículo en todo momento y resulta evidente que este es responsable en caso de producirse un accidente. Siempre

⁸³ Informe de la Conferencia PACTS (2014) Driverless Vehicles: From technology to Policy (Informe de la Conferencia PACTS (2014), Vehículos sin conductor: de la tecnología a la política).

⁸⁴ Véanse las recomendaciones del grupo de trabajo de la CE sobre sistemas de transporte inteligentes cooperativos de la interfaz hombre-máquina (2015)

⁸⁵ Jameson, S. (2014) Presentation Vehicle Safety Technologies: The Human Behind the Wheel (Presentación sobre tecnologías de seguridad para los vehículos: el hombre tras el volante).

⁸⁶ Encuesta Populus de la AA basada en las respuestas de 21.202 de sus miembros (2012) en el Reino Unido citada en el Informe sobre políticas de la FIA para la región 1 sobre conducción autónoma.

⁸⁷ La grabación del mismo, así como las presentaciones de sus ponentes están disponible en el Centro de Documentación de Fundación MAPFRE: <http://www.mapfre.es/documentacion/publico/i18n/consulta/registro.cmd?id=155890>

que el conductor tenga la oportunidad de asumir el control de un vehículo parcialmente automatizado y evitar un choque, esa responsabilidad continuará siendo exclusivamente suya. En caso de mal funcionamiento de un vehículo automatizado, es importante saber quién deberá asumir la responsabilidad en caso de una colisión: ¿el fabricante o el conductor? Las compañías aseguradoras tienen un especial interés en saber quién estaba en control en caso de una colisión. En los niveles más avanzados de autonomía, no obstante, el conductor no tendrá la capacidad de anular el sistema y dependerá enteramente del funcionamiento de los sistemas del vehículo. Es en esta instancia cuando el fabricante del vehículo asumirá la responsabilidad⁸⁸. Existen una serie de diferentes actores cuya responsabilidad deberá ser ampliada, es decir, los desarrolladores, los operadores (proveedores de infraestructuras y servicios) y los propietarios^{89 90}. Ya están en marcha trabajos continuados en estas áreas bajo, por ejemplo, la plataforma C-ITS de la UE y el Plan de acción para el despliegue de sistemas de transporte inteligentes de la UE⁹¹. Una sugerencia consiste en que los vehículos deberían almacenar datos que, en caso de producirse una colisión, ayudarían a identificar al responsable, respetando al mismo tiempo la legislación sobre su privacidad. También han entrado nuevos actores en el mercado. Tanto Google como Volvo han anunciado que los vehículos que se van a probar estarán asegurados por sus propias compañías aseguradoras; los proveedores de seguros propiedad de los fabricantes podrían cambiar el sector de los seguros⁹².

Otra área, que va más allá del ámbito de este informe, radica en prever cómo cambiará el trabajo de los cuerpos de seguridad frente al incremento de los vehículos completamente autónomos, por ejemplo, a la hora de atribuir responsabilidades en caso de una colisión.

⁸⁸ Informe de la Conferencia PACTS (2014) Driverless Vehicles: From technology to Policy (Informe de la Conferencia PACTS (2014), Vehículos sin conductor: de la tecnología a la política).

⁸⁹ OCDE/ITF (2015) Automated and Autonomous Driving: Regulation under Uncertainty (La conducción automática y autónoma: regulación bajo incertidumbre).

⁹⁰ ERTRAC (2015) Automated Driving Roadmap (Mapa de ruta para la conducción autónoma).

⁹¹ http://ec.europa.eu/transport/themes/its/road/action_plan/liability_en.htm

⁹² Ministerio de Transporte y Comunicaciones, (2015) Finlandia: Robots on land, in water and in the air (Robots por tierra, agua y aire).

4. Recomendaciones de ETSC y Fundación MAPFRE

A nivel UE

- A corto plazo, deberá priorizarse la introducción de las tecnologías de seguridad para los niveles 1 y 2, que tengan la máxima repercusión en términos de protección de la vida mediante información pública y legislación.
- Desarrollar un marco normativo coherente y exhaustivo en la UE para la aplicación de los vehículos autónomos.
- Revisar el régimen de aprobación de tipos de la UE para garantizar que los vehículos autónomos cumplan todas las obligaciones y consideraciones de seguridad específicas de la legislación de tráfico en diferentes Estados miembro.
- Revisar las normas para la aprobación de tipos a fin de cubrir todas las nuevas funciones de seguridad de los vehículos autónomos, hasta el punto de que un vehículo autónomo deberá pasar el equivalente a un exhaustivo "examen de conducción". Esto debería tener en consideración situaciones de riesgo alto para los ocupantes y los usuarios de la vía que se encuentren fuera del vehículo.
- Garantizar que los vehículos autónomos son probados conforme a la normativa para evaluar su rendimiento de seguridad, en el marco de las pruebas habituales para la inspección técnica de vehículos, vinculados a la expedición de informes correspondientes, algunos de los cuales podrían basarse en el autodiagnóstico.
- Definir la información y documentación (y clarificar los derechos de acceso) de los modos de conducción altamente automatizados, por ejemplo, en caso de colisiones.
- Desarrollar interfaces hombre-máquina internas y externas claras y, en particular, estrategias de información, advertencia e intervención, para maximizar la seguridad y una comunicación clara, y minimizar posibles distracciones, especialmente en los niveles inferiores.
- Deberían estandarizarse los programas de interacción. En caso de que conductor no logre retomar el control, a pesar de las advertencias realizadas por el sistema del vehículo, este deberá garantizar un nivel mínimo de seguridad en el rendimiento.
- En consonancia con un régimen de aprobación de tipos actualizado, desarrollar requisitos para la inspección técnica de los vehículos autónomos, incluidas consideraciones como las actualizaciones inalámbricas.
- Facilitar el intercambio de información y cooperación entre los Estados miembro que realicen pruebas con vehículos autónomos.
- Apoyar el desarrollo de información clara para el consumidor sobre las capacidades de los vehículos sin conductor y, con ello, soluciones sobre prácticas de conducción recomendadas que conlleven el mínimo coste para los consumidores.
- Configurar un marco eficaz para el control y evaluación en el ámbito de la UE que cubra todos los aspectos de la conducción, incluida la investigación de accidentes durante la etapa de comprobación y aplicación, en el que se comparen los vehículos autónomos con los convencionales.

- Fomentar un uso más extenso de “Grabadoras de datos de eventos” (cajas negras) integradas en los propios vehículos, que graben información sobre la situación de los vehículos, así como durante cualquier colisión que permitan recabar información útil adicional. Esta información adicional podría incluir datos sobre la velocidad, además de maniobras de los vehículos que no pueden ser identificadas de modo fiable por las investigaciones habituales de la policía.
- Deberán introducirse excepciones a las normas de privacidad nacionales para permitir que los investigadores de los accidentes puedan comprender las contribuciones del conductor y de la tecnología integrada en el vehículo. Los investigadores deberán estar protegidos ante demandas judiciales.
- Deberá trabajarse en mayor profundidad el régimen de responsabilidades concernientes tanto al seguro como a la protección de datos y la seguridad de los vehículos autónomos.
- Debería revisarse la Directiva 2008/96/CE actual sobre gestión de la seguridad de las infraestructuras viarias para incorporar los requisitos para los vehículos semi y completamente autónomos, como por ejemplo marcas viales claras e intersecciones adaptadas.
- Realizar investigaciones que valoren la etapa de transición de los vehículos semiautomáticos a los completamente autónomos, así como su interacción con los usuarios vulnerables de las vías públicas.
- Investigar para examinar el potencial de la conducción autónoma para tratar la exclusión social y el potencial que esta aporta a la movilidad de determinados grupos de alto riesgo.
- Realizar investigaciones sobre las implicaciones en la seguridad de la anulación del control y restablecimiento de este durante la conducción autónoma.
- Considerar la revisión de la Directiva sobre permisos de conducción para que incluya sistemas de asistencia con actualizaciones regulares a medida que la tecnología evoluciona.
- Adaptar la formación de los conductores, incluido el desarrollo de un currículo, de modo que estos puedan adquirir conocimientos prácticos de cuándo y cómo usar las funciones de automatización y comprender los aspectos básicos, las ventajas y los límites de la tecnología

A nivel de Estados miembro

- Apoyar el desarrollo de un marco coherente y exhaustivo para la aplicación de los vehículos autónomos en la UE.
- Garantizar que los vehículos altamente automatizados cumplan las normas de tráfico nacionales respectivas y que su aplicación se encuentre en vigor.
- Incluir las necesidades de marcas viales, señales de tráfico y datos digitales en los presupuestos para el mantenimiento de infraestructuras con el fin de lograr un rendimiento óptimo de los Sistemas avanzados de asistencia a los conductores.
- Deberá trabajarse en mayor profundidad el régimen de responsabilidades concernientes tanto al seguro como a la protección de datos y la seguridad de los vehículos autónomos.
- Desarrollar el marco técnico y legal necesario para permitir probar los vehículos en sus redes.

- Desarrollar formación para los conductores de modo que estos puedan usar vehículos semiautomatizados y alternar entre los modos autónomo y no autónomo.
- Considerar adaptar los sistemas de permiso de conducción de modo que tengan en cuenta el nivel de automatización de los vehículos conducidos.

Fundación
MAPFRE



www.fundacionmapfre.org