

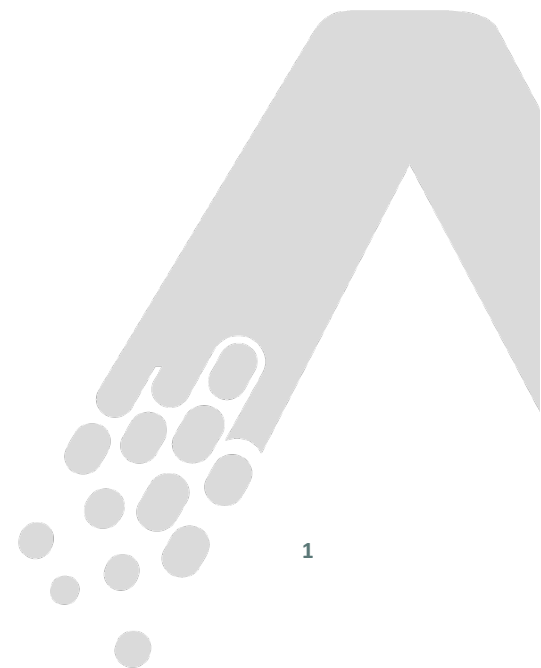
VEHÍCULO AUTÓNOMO Y CONECTADO

INFORME ANFAC



Índice

1. RESUMEN EJECUTIVO	2
2. INTRODUCCIÓN A LA MOVILIDAD CONECTADA, COOPERATIVA Y AUTOMATIZADA	4
3. EL VEHÍCULO AUTOMATIZADO Y AUTÓNOMO	7
3.1 DEFINICIÓN	7
3.2 MARCO REGULATORIO DEL VEHÍCULO AUTOMATIZADO	21
3.3 LÍNEAS DE ACCIÓN NACIONAL.....	26
4. VEHÍCULO CONECTADO	28
4.1 DEFINICIÓN DEL ECOSISTEMA DE LA CONECTIVIDAD.....	31
4.2 MARCO REGULATORIO DEL VEHÍCULO CONECTADO.....	41
4.3 LÍNEAS DE ACCIÓN NACIONAL.....	45



1. RESUMEN EJECUTIVO

El vehículo autónomo y conectado presenta una gran oportunidad para la industria de la automoción y el transporte, ya que contribuyen a la seguridad, la protección, la fiabilidad, la comodidad y la accesibilidad, manteniendo el liderazgo de la UE en los servicios y la fabricación de equipos de transporte. La propia Estrategia Europea de Movilidad Sostenible e Inteligente, publicada en diciembre de 2020, ha remarcado la importancia de la digitalización y la automatización como motor indispensable para la modernización de todo el sistema, que ganará en fluidez y eficiencia. Es, por ende, una prioridad para la Unión Europea tener una movilidad con cero accidentes de tráfico ("**Visión Cero**"), disponible y asequible para todos los ciudadanos.

Esta prioridad está asimismo recogida en el **Plan de la Automoción 2020-40 de ANFAC**¹ que identificaba claramente al vehículo autónomo y conectado como vectores clave de la nueva movilidad, así como de la transformación de modelo industrial y de negocio del sector de automoción en España.

España, como potencia a nivel europeo en automoción, no puede quedarse atrás sino todo lo contrario, debe aprovechar esta situación para convertirse en una referencia para el desarrollo del vehículo autónomo y conectado. El indicador de ANFAC sobre el vehículo autónomo y conectado², desarrollado con el objetivo de conocer en qué posición se encuentra España respecto a los avances en ciberseguridad, conectividad y velocidad de transmisión de los datos, inversión tecnológica en tecnologías de la información (TIC) y conectividad de las carreteras, sitúa a España en la **posición 12ª** a nivel global, pero con un gran margen de mejora en cuestiones relacionadas con la inversión en **seguridad software**, el desarrollo de la **red de conexión** de transmisión de datos a alta velocidad y baja latencia, así como en los aspectos tecnológicos en temas relacionados con la **nube** (cloud), el **internet de las cosas de las cosas** (IoT) y la **inteligencia artificial** (IA).

Este documento pretende un doble objetivo: dar una **visión divulgativa del** vehículo autónomo y conectado e **identificar las principales líneas de acción** a impulsar para favorecer su despliegue.

Así, se analiza, en un primer bloque, el **vehículo autónomo** desde una perspectiva general: **qué es** un vehículo autónomo, cuáles son las **definiciones clave** de la conducción automatizada, qué son los **niveles de automatización**, cuáles son las **principales tecnologías** embarcadas en el vehículo.

Pero la conducción automatizada requiere ir un paso más allá, con una **adaptación coherente del marco regulatorio** que gira en torno a dos bloques: **homologación y circulación**.

En el ámbito de la homologación, el **marco internacional** de las Naciones Unidas ha sido el principal promotor de la regulación del vehículo autónomo, a través de las normas técnicas internacionales. Por su parte, la **regulación europea** cuenta con un entorno regulatorio en materia de homologación de vehículos totalmente automatizados de hasta nivel SAE 4.

En el marco de la circulación, la modificación de la Convención de Viena de Naciones Unidas abrió la puerta en 2016 a que los países del entorno europeo pudieran desarrollar sus

¹ [Plan de la Automoción 2020-40 ANFAC](#)

² [Indicador ANFAC Vehículo Autónomo y Conectado](#)

propios marcos de circulación de conducción autónoma, donde Alemania y Francia son los países punteros.

España fue referente en 2015 desarrollando un marco para la realización de pruebas piloto con vehículos automatizados en carretera abierta, pero, sin duda, el paso más importante ha sido la modificación de la "**Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial**", en la que se incluye un marco habilitante, a nivel nacional, de la regulación para la circulación de los vehículos automatizados. Sin embargo, **esa habilitación necesita desarrollarse en normas reglamentarias para que puedan implementarse y circular en España vehículos nivel SAE 4**. Esta debe ser una prioridad y la principal línea de acción a nivel nacional si lo que se pretende es hacer realidad el despliegue de la conducción automatizada.

El segundo gran bloque del documento es el **vehículo conectado**, un aliado tecnológico indiscutible que ayudará a mejorar la seguridad, la información y la eficiencia del transporte por carretera. La conectividad ya está aquí, de la mano de las tecnologías de **red global de largo alcance** y de **red de área local inalámbrica** de corto alcance, con la que se podrá compartir información directa, fiable y de baja latencia con otros dispositivos, vehículos e infraestructuras.

Este documento pone el foco en los elementos más relevantes de la movilidad conectada, como el tratamiento y uso de los datos, las redes de transporte inteligentes y cooperativas (C-ITS), el ecosistema de comunicación celular C-V2X, el aprendizaje automático (inteligencia artificial), el Big Data o la movilidad bajo demanda. La evolución de estos sistemas en comunión con el vehículo automatizado dará lugar a la **Conducción Conectada, Cooperativa y Automatizada**. Asimismo, se introduce una descripción general de los servicios basados en el suministro de aplicaciones ITS a nivel nacional, como son el punto de acceso nacional (NAP), la plataforma DGT 3.0 y la recopilación de datos en tiempo real.

El vehículo conectado depende cada vez más de la recopilación, el uso y el procesamiento de los datos. A la hora de compartir datos del vehículo es también fundamental garantizar la protección de los datos personales del usuario y no poner en riesgo el funcionamiento seguro del vehículo. La Comisión Europea está desarrollando una **propuesta de reglamento que establece las condiciones para acceder y utilizar dichos datos generados en el vehículo**. El marco de acceso a los datos es una prioridad en aras de garantizar la privacidad del usuario, definir un marco común para la descripción de los datos del vehículo, limitar el impacto sobre la arquitectura del producto, garantizar la protección de los secretos comerciales o *trade secrets* para los fabricantes de vehículos, así como establecer un marco que no suponga un desincentivo para las empresas que operan el dato. Los aspectos asociados a garantizar la ciberseguridad también quedan recogidos en el documento.

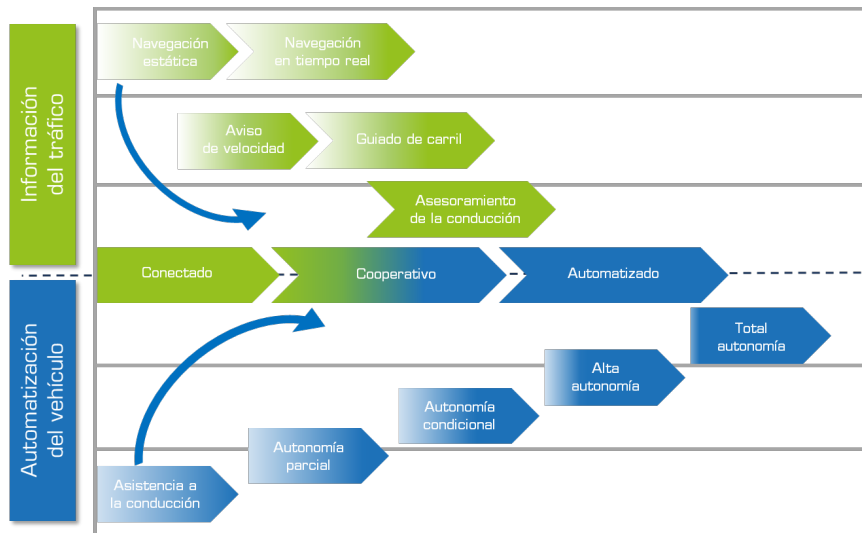
2. INTRODUCCIÓN A LA MOVILIDAD CONECTADA, COOPERATIVA Y AUTOMATIZADA

El Pacto Verde Europeo, presentado por la Comisión Europea, en diciembre de 2019, establece la estrategia de la UE para alcanzar el objetivo de neutralidad climática para 2050, sobre la base del compromiso del Acuerdo internacional de París, mediante un doble desafío: la descarbonización y la **transformación digital**.

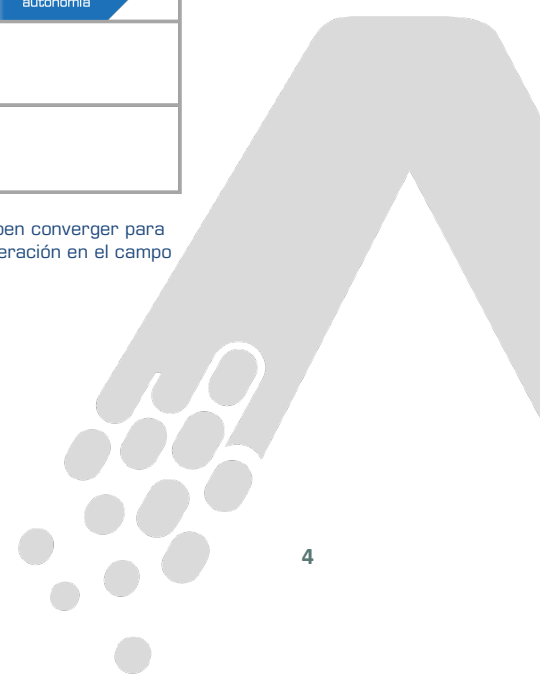
En él se menciona que “las tecnologías digitales son un factor crítico para facilitar la consecución de los objetivos climáticos en muchos sectores distintos”. Las tecnologías digitales, tales como la inteligencia artificial, las redes 5G, la computación en la nube y en el borde y la internet de las cosas, ayudan, en palabras de la Comisión, a “combatir el cambio climático y proteger el medioambiente”.

Y, en este marco, el Pacto Verde señala que la **movilidad multimodal automatizada y conectada** desempeñará un papel cada vez mayor, junto con los sistemas de gestión inteligente del tráfico propiciadas por la digitalización. Para la Comisión Europea, el reto de la movilidad inteligente es el de lograr un sistema de transporte que sea eficiente en cuanto a recursos, respetuoso con el clima y con el medioambiente, mediante tres grandes premisas: 0 accidentes de tráfico, 0 emisiones netas en carbono y 0 emisiones contaminantes.

El desarrollo del vehículo conectado y autónomo es, por tanto, uno de los principales elementos clave en las políticas de transporte europeas, ya que da respuesta a los principales objetivos y retos sociales como son la **seguridad**, la **eficiencia** y **objetivos medioambientales**, el **confort**, la **inclusión social** y la **accesibilidad**.



Los desarrollos en la movilidad conectada, cooperativa y automatizada deben converger para alcanzar el objetivo *Visión Cero*. **Fuente:** Declaración de Ámsterdam. Cooperación en el campo de la conducción conectada y automatizada. 2016



A lo largo de los últimos años este objetivo ha venido evolucionando paulatinamente. En el año 2016, los 28 Estados miembros firmaron la **Declaración de Ámsterdam**³. Ésta permitió alcanzar acuerdos sobre los pasos necesarios para el desarrollo de la movilidad conectada y automatizada en la Unión Europea. En concreto, los Estados se comprometieron, junto con la industria del transporte, a establecer las normas y regulaciones que permitieran a estos vehículos su puesta en circulación. En dicha Declaración, los ministros de transporte europeos instaron a la Comisión Europea a que desarrollara una estrategia europea a favor de la movilidad de bajas emisiones, relativa a los vehículos cooperativos, conectados y automatizados.

Esta estrategia destacaba como elemento prioritario, el potencial de los vehículos cooperativos, conectados y automatizados para reducir el consumo de energía y las emisiones procedentes del transporte.

Siguiendo con las acciones a nivel europeo, en mayo y noviembre de 2017, la Comisión Europea presentó el plan “Europa en movimiento”, un conjunto de iniciativas de amplio alcance para emprender una modernización de la movilidad y el transporte. La primera serie de ocho iniciativas legislativas se dirigió específicamente al transporte por carretera.

Sobre la base de estas iniciativas, en mayo de 2018 la Comisión Europea presentó su estrategia⁴ para hacer de Europa un líder mundial en movilidad automatizada y conectada. El objetivo era permitir que todos los europeos se beneficien de un tráfico más seguro, vehículos menos contaminantes y soluciones tecnológicas más avanzadas, apoyando al mismo tiempo la competitividad de la industria de la UE. La estrategia ya abordaba aspectos clave como el uso del espectro pionero para la conectividad 5G con fines de prueba, los aspectos relacionados con el acceso a los datos del vehículo y la ciberseguridad.

Asimismo, en marzo de 2019, el Consejo Consultivo Europeo de Investigación del Transporte por Carretera (ERTRAC) publicó una hoja de ruta⁵ a seguir por el sector para que en 2050 los vehículos fueran electrificados, automatizados y compartidos. La hoja de ruta establece que “la conducción automatizada debe entenderse como un proceso que tiene lugar en paralelo y en integración con otra evolución importante del transporte por carretera: la electrificación de los sistemas de propulsión y la multiplicación de las ofertas de movilidad, especialmente los conceptos de movilidad compartida”.

En diciembre de 2020, la Comisión Europea publicó, en el marco del Pacto Verde, la **Estrategia Europea de Movilidad Sostenible e Inteligente**⁶, que remarcó la importancia de la digitalización y la automatización para “seguir incrementando los niveles de seguridad, protección, fiabilidad y comodidad, manteniendo así el liderazgo de la UE en los servicios y la fabricación de equipos de transporte y mejorando nuestra competitividad mundial a través de cadenas logísticas eficientes y resilientes”. Entre sus principales hitos, la estrategia establece que en 2030 la movilidad automatizada se desplegará a gran escala, a 2050, unida a la neutralidad climática, la red transeuropea de transporte (RTE-T) multimodal equipada para un transporte sostenible e inteligente con conectividad de alta velocidad estará operativa para la red global.

³ [Declaración de Amsterdam](#)

⁴ [Comisión Europea](#): En ruta hacia la movilidad automatizada: estrategia de la UE para la movilidad del futuro

⁵ [ERTRAC](#): Connected Automated Driving Roadmap

⁶ Comunicación [Estrategia Europea de Movilidad Sostenible e Inteligente](#)

En concreto, en su iniciativa emblemática n.º 6 “Hacer realidad la movilidad multimodal conectada y automatizada”, se establece que la UE debe aprovechar al máximo las soluciones digitales inteligentes y los sistemas de transporte inteligentes (ITS), así como impulsar la investigación y la innovación a través de herramientas como el marco de Horizonte Europa⁷ y propuestas legislativas tales como: servicios de información de tráfico real, servicios de información sobre desplazamientos multimodales, sistemas de transporte inteligentes, desarrollo de un espacio común europeo de datos relativos a la movilidad, inteligencia artificial, etc.

Esta visión de la Comisión Europea ha sido plenamente compartida por los fabricantes de automóviles desde hace décadas, evolucionando desde los sistemas de seguridad pasivos más tradicionales para la mitigación de los efectos de un accidente (sistemas de retención de pasajeros, airbags ...), hasta los sistemas de prevención de riesgo de accidente que van desde el ABS y AEB hasta el ESC o los sistemas de control de la velocidad adaptativos e inteligentes (ISA). Otro ejemplo son los recientes sistemas de comunicación vehículo-vehículo que informan de los peligros más adelante de la vía, así como sistemas de asistencia a las víctimas instantes posteriores a una colisión (llamada e-call 112). Estos avances tecnológicos han permitido reducir en gran medida la siniestralidad reforzando la protección de los usuarios vulnerables y ayudando a reducir el error humano, la principal causa en el 90 % de los accidentes de tráfico⁸.

La evolución hacia movilidad más conectada y automatizada es pues un pilar clave del **compromiso de los fabricantes por la seguridad** y el objetivo **Visión Cero**⁹. Por ello, los esfuerzos e inversiones en la incorporación de nuevos sistemas avanzados de ayuda a la conducción, que hacen que los vehículos sean cada vez más seguros, más eficientes y confortables, están siendo muy relevantes.



Imagen extraída de Freepik

⁷ [Horizonte Europa](#): Programa marco de investigación e innovación

⁸ [Reglamento \(UE\) 2019/2144](#), relativo a los requisitos de homologación de tipo de los vehículos de motor y de sus remolques, así como de los sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a esos vehículos, en lo que respecta a su seguridad general y a la protección de los ocupantes de los vehículos y de los usuarios vulnerables de la vía pública.

⁹ [Vision Zero](#): Objetivo cero víctimas mortales en las carreteras de Europa en 2050

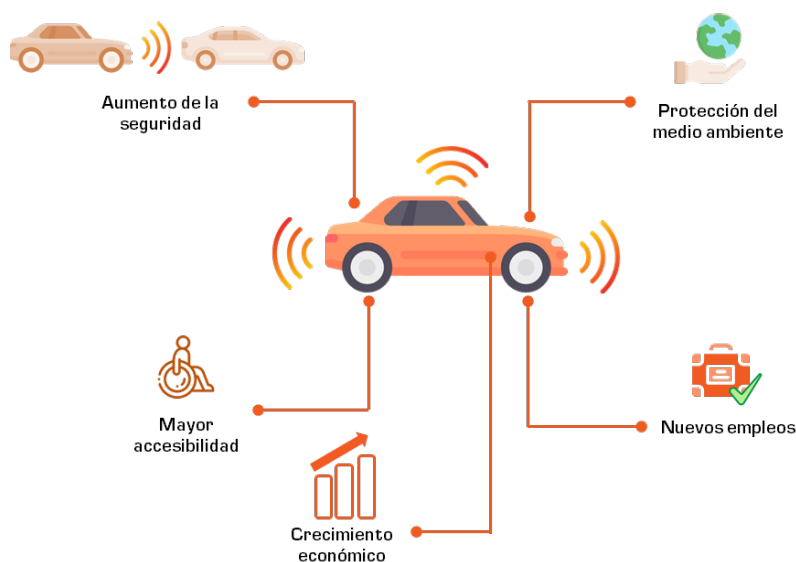
3. EL VEHÍCULO AUTOMATIZADO Y AUTÓNOMO

3.1 DEFINICIÓN

▪ Qué es un vehículo automatizado y un vehículo autónomo

El **vehículo automatizado** es un vehículo de motor diseñado y construido para desplazarse de manera autónoma durante determinados periodos de tiempo sin supervisión continuada por parte del conductor, pero respecto del cual se sigue esperando o necesitando la intervención del conductor en determinadas circunstancias que así lo requieran. Se trata de un nivel de conducción en el que el conductor no necesita monitorizar las tareas dinámicas longitudinales y laterales en casos de uso definidos (ej. tramos en autovía), pero siempre debe permanecer atento a la vía y poder retomar el control si el sistema lo requiere.

BENEFICIOS DE LA CONDUCCIÓN AUTÓNOMA



Fuente: Parlamento Europeo. Elaboración propia ANFAC

Siguiendo esta misma lógica, el **vehículo totalmente automatizado** o **autónomo** es un vehículo de motor diseñado y construido para desplazarse de manera autónoma sin supervisión por parte del conductor. Se trata, por tanto, de un nivel en el que no se requiere acción por parte del conductor mientras el vehículo opera en dicha función.

Para que esto sea posible, la tecnología tendrá un papel fundamental en el desarrollo de la conducción automatizada. En concreto, el vehículo automatizado equipa sensores capaces de percibir el entorno mediante diferentes tecnologías (láser, radar, lidar, infrarrojos, visión artificial...), sistemas de posicionamiento que permiten posicionar el vehículo en el mapa, características dinámicas (velocidad, aceleración), procesadores que interpreten dicha información (software y sistemas avanzados de control) y actuadores para ejecutar las maniobras necesarias. Esta tecnología resulta esencial para **percibir el entorno, recabar la información** de éste, **procesarla, interpretarla y transformarla** en una estrategia de conducción dinámica sin requerir de la acción humana. En el próximo capítulo se ahondará con más detalle cuáles son estas tecnologías y sus funciones.

En específico, las tecnologías embarcadas en el vehículo automatizado reciben el nombre de **sistemas de conducción automatizada** (Automated Driving Functions, ADS) y conforman el hardware y el software que, en conjunto, son capaces de realizar las tareas dinámicas de forma sostenida y segura, dentro de un **dominio de diseño operativo** (ODD) específico. Y, en caso de ser necesario, son capaces de llevar el vehículo a un **estado de riesgo mínimo** (minimum risk condition).



El vehículo totalmente automatizado requiere de la tecnología que le permita percibir el entorno que le rodea, recabar la información de este, procesarla, interpretarla y transformarla en una estrategia de conducción dinámica sin requerir de la acción humana”

Dado que los vehículos automatizados van a asumir gradualmente las tareas del conductor, la tecnología debe adaptarse en consecuencia a las necesidades de los usuarios, la movilidad y los casos de uso de los vehículos. Esta transformación tecnológica irá desarrollándose de manera paulatina y progresivamente, hasta los niveles más altos en los que los sistemas de conducción totalmente automatizada llegarán a sustituir por completo al conductor humano.

La conducción automatizada reducirá, en gran medida, el riesgo de error humano en la conducción, contribuyendo así de forma importante al objetivo de la UE de cero víctimas mortales en carretera para 2050. Los vehículos automatizados tienen el potencial de contribuir enormemente a reducir el número de víctimas mortales en carretera, ya que se estima, como se ha indicado anteriormente, que más del 90 % de los accidentes de tráfico se debe en alguna medida a errores humanos.



Imagen extraída de Freepik

A la hora de entender qué es y qué beneficios puede traer la conducción automatizada, en primer lugar, se deben tener en cuenta algunas definiciones clave, que se resumen a continuación:

▪ Definiciones clave en el vehículo automatizado

Tareas dinámicas de la conducción automatizada

Las tareas de conducción dinámicas (Dynamic Driving Tasks, DDT) representan todas las funciones operativas¹⁰ en tiempo real y las funciones tácticas¹¹ necesarias para operar el vehículo automatizado, que incluyen las siguientes subtareas:

- Funciones operativas:
 - **Control del movimiento lateral del vehículo a través de la dirección.** Ej: evitar que el vehículo invada el carril adyacente.
 - **Control del movimiento longitudinal del vehículo mediante aceleración y desaceleración.** Ej: iniciar una deceleración suave en el carril ante un escenario de tráfico denso.

- Funciones tácticas:
 - **Planificación de maniobras.** Ej: iniciar un desplazamiento preventivo al carril adyacente ante una alerta de próximo de cierre de carril, obras y servicios, mal estado del pavimento, etc.
 - **Mejora de la visibilidad a través de la iluminación, el sonido del claxon, señalización, etc.**

- Funciones operativas y tácticas:
 - **Supervisar el entorno de conducción a través de la detección, el reconocimiento, la clasificación y la preparación de la respuesta de objetos y eventos.** Ej: detectar un obstáculo en la carretera y preparar la estrategia para evitar el accidente salvaguardando la integridad de los usuarios.
 - **Ejecución de respuesta a objetos y eventos.** Ej: ante un obstáculo en la carretera, llevar a cabo las maniobras de riesgo mínimo necesarias para evitar el accidente y, en caso de ser necesario, detener el vehículo en las condiciones óptimas.

¹⁰ **Funciones operativas:** funciones ejecutadas en cuestión de milisegundos y que incluyen tareas tales como las señales transmitidas a la dirección para mantenerse dentro del carril o el frenado para evitar los peligros que surjan.

¹¹ **Funciones tácticas:** funciones ejecutadas en cuestión de segundos, incluidas tareas tales como la elección de carril, la aceptación de la distancia de seguridad y los adelantamientos.

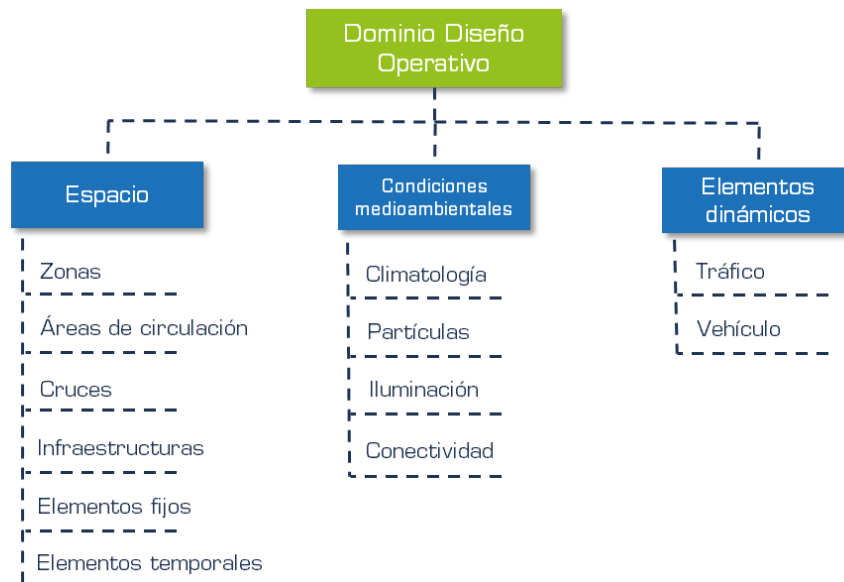
Dominio de diseño operativo (ODD) de la conducción automatizada

El dominio de diseño operativo (Operational Design Domain, ODD) son las condiciones operativas bajo las cuales un sistema de conducción automatizada está específicamente diseñado para funcionar, esto es, el entorno que rodea el vehículo y que contiene la información necesaria para desarrollar la estrategia dinámica de la conducción.

El ODD incluye, entre otros, condiciones ambientales (ej. temperatura, presión atmosférica, humedad relativa), geográficas (altura, trazado) y horarias (ciclo día/noche, estaciones), y/o la presencia o ausencia de ciertas características del tráfico (congestión, tráfico lento, tráfico fluido, tramo concentración de accidentes) o de la calzada (estado del pavimento, número de carriles, señales de tráfico).

Éste define el límite funcional del sistema ADS, esto es, se trata de un entorno controlado en el que el vehículo automatizado puede operar con las máximas garantías de seguridad y, por lo tanto, permite englobar en él todas las posibles condiciones y escenarios previstos durante la conducción.

Gracias a los avances en simulación e inteligencia artificial (ej. machine learning), los entornos ODD son cada vez más fieles a la realidad, esto es, cada vez se ajustan más a los posibles escenarios de tráfico, permitiendo al vehículo anticiparse a cualquier situación y realizar predicciones con más antelación y mucho más precisas. Además, están evolucionando a tal punto que la programación permitirá configurar estos entornos siguiendo una estructura modular que aprovechará el conocimiento y la experiencia del usuario, mediante supervisión en servicio, para mejorar la seguridad del vehículo e, incluso, extrapolarlo al resto de los vehículos automatizados en circulación y a los que llegarán en generaciones venideras. Todo camina hacia un mismo fin, que es utilizar el continuo aprendizaje de la red inteligente para reducir a prácticamente cero los accidentes de tráfico mortales y lesiones graves.



Fuente: Elaboración propia ANFAC

Para lograr que este ecosistema sea lo más eficiente posible, la conectividad juega un papel fundamental para el intercambio de información entre los vehículos, la infraestructura y el resto del mundo, proporcionando funciones clave para las aplicaciones de automatización. También permite mejorar las funciones de seguridad activa y los sistemas avanzados de asistencia a la conducción (ADAS), otorgando capacidades adicionales que están fuera del alcance directo de los sensores del vehículo.

Por otro lado, la información de la carretera es clave, así como la armonización y el buen estado de las señales de tráfico para, entre otros, permitir detectar correctamente los límites de velocidad, la apertura y cierre de carriles, mensajes de advertencia de accidente, mensaje de advertencia de riesgo en la carretera, etc.

Maniobra de riesgo mínimo y la importancia de la seguridad en el usuario

La **maniobra de riesgo mínimo** (minimal risk manoeuvre, MRM) es la operación destinada a minimizar los riesgos en el tráfico deteniendo el vehículo en condiciones seguras, es decir, en condiciones de riesgo mínimo. Cuando un vehículo automatizado percibe un riesgo, de cualquier índole, en la carretera, lleva a cabo las maniobras necesarias para evitar el accidente y, en caso de ser necesario, incluso detener el vehículo. La condición de riesgo mínimo se da cuando el vehículo se encuentra estable y detenido reduciendo al máximo el riesgo de colisión.

Con esta premisa, el vehículo automatizado siempre garantizará la protección y seguridad de los ocupantes y de los usuarios vulnerables de la vía pública, debiendo informar de cualquier deterioro en sus funciones, teniendo identificados los límites del **sistema ADS** y poner el vehículo en un **estado de riesgo mínimo** de forma independiente cuando se alcance dicho límite (ej. cuando ocurra un fallo técnico o cuando se alcancen los **límites del dominio de diseño operativo predefinido**). Además, el conductor puede desactivar las funciones de conducción automatizadas **en cualquier momento**, para tomar este el control.

▪ Descripción de la tecnología de vehículo automatizado y autónomo

Hoy en día los vehículos equipan una gran cantidad de sistemas de asistencia a la conducción, garantizando la estabilidad del vehículo en situaciones de riesgo, manteniendo la distancia de seguridad con el vehículo de delante o ayudando al conductor a aparcar, entre muchos otros.

Sin embargo, la conducción automatizada va un paso más allá, ya que requiere atender de manera autónoma a situaciones imprevistas en el tráfico sin la ayuda del conductor. Para resolver esta situación, el vehículo automatizado cuenta con una **arquitectura** dividida en tres capas:

- **Percepción:** En esta capa de alto nivel, cobran especial importancia los sistemas de posicionamiento, de detección del entorno. Para posicionar el vehículo en el mapa serán necesarios **Sistemas Globales de Navegación por Satélite** (GNSS), mientras que para identificar obstáculos en todas las direcciones se necesitará recabar datos en información de los **sensores del vehículo** (láser, radar, visión artificial, ...).

- **Decisión:** Esta capa es la lógica del vehículo automatizado, pues transforma los datos recabados por los sensores de detección en acciones sobre el volante, acelerador, freno, etc. Las **unidades de control** establecen una elección de mejor acción para evitar el accidente, no crear situaciones de riesgo, mantener la estabilidad del vehículo y eliminar falsas alarmas. Para ello, llevan a cabo el seguimiento de los obstáculos (a través de las variables recibidas: velocidad, ángulo del volante, ángulo de guiñada), el cálculo de las tareas dinámicas de la conducción y el análisis de alternativas para la evitación, marcando una velocidad y un ángulo objetivos.
- **Actuación:** Esta capa de bajo nivel se compone de los controladores y actuadores capaces de controlar la velocidad, la dirección, proporcionar una respuesta a tiempo y permitir la acción del conductor en caso de ser necesario.



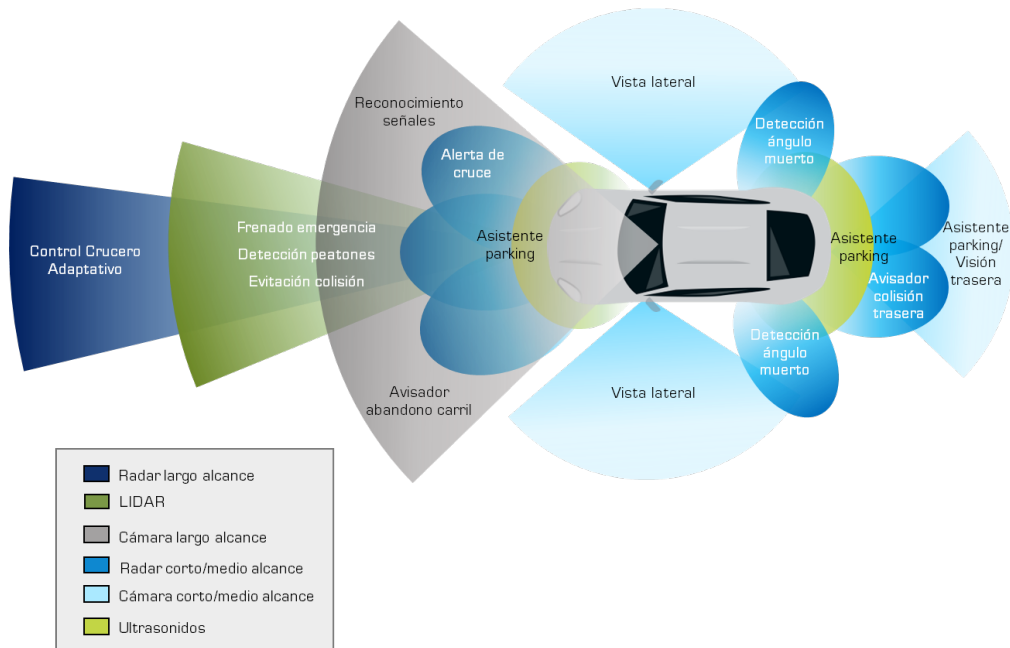
Un vehículo de hoy cuenta con alrededor de 150 unidades de control electrónico, lo que suponen alrededor de 100 millones de líneas de código de software programado por vehículo.

Se espera que en 2030 los vehículos conectados y automatizados alcancen 300 millones de líneas de código. En comparación, un avión de pasajeros actual requiere alrededor de 15 millones de líneas de código programado”

Para alcanzar este cometido, la evolución tecnológica en materia de automatización no solo se trata de un más y mejor, sino de una composición inteligente de sistemas que trabajen en equipo. En el marco de la percepción, los sensores de lidar 3D ofrecen una información tridimensional del entorno con largo alcance de detección, de fácil adaptación y tratamiento de datos. Por otro lado, el sensor de radar, que normalmente se encuentra en la parte delantera y trasera del vehículo, permite detectar otros vehículos y obstáculos. El tráfico de delante es monitorizado por un radar de largo alcance. El radar de corto alcance examina el entorno inmediato del vehículo. Las cámaras se utilizan, por ejemplo, para reconocer marcas de carril, señales de tráfico, semáforos y otros usuarios de la carretera. Los sensores de ultrasonido se llevan instalando en los vehículos desde los noventa para ayudar a los conductores, maniobrar en espacios, etc.

En el pasado, los sensores de lidar, radar, cámaras y ultrasonidos se usaban para funciones separadas. Pero para desplegar la conducción automatizada es necesario que los datos recabados por estos sensores se puedan vincular de manera inteligente, simultánea y en tiempo real, lo que se conoce como **fusión sensorial**.

Esto es lo que hará que la conducción automatizada sea una realidad, siempre teniendo en el foco la seguridad funcional. La verificación interna del sistema sobre los datos recabados es contrastada con el resto de las señales del entorno recabadas por otros sensores y evitará una interpretación errónea de la información. Solo si los datos son consistentes, el sistema activará las funciones automatizadas.



Fusión sensorial. **Fuente:** Elaboración ANFAC sobre información Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

Descrita la arquitectura del vehículo automatizado en el plano de la percepción y función sensorial, a continuación, se describe un listado de los sensores más importantes para recoger y proporcionar la información necesaria para la toma de decisiones del vehículo automatizado. Se dividen en dos grandes bloques: **sistemas de posicionamiento y sistemas de detección.**

Sistemas de posicionamiento

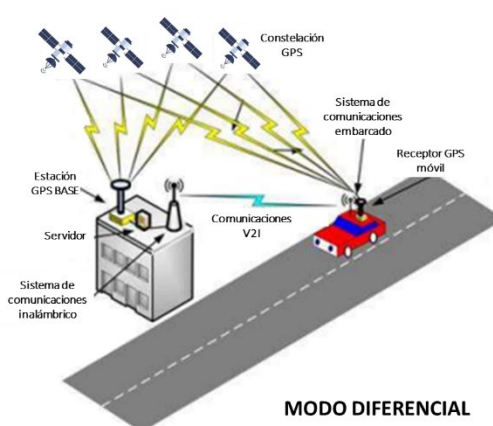
- Posicionamiento por satélite:

Los Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS) se basan en posicionar un objeto en la superficie de la Tierra a través de las señales emitidas en forma de ondas de radio por los satélites que este objeto procesa en la superficie. Tienen como ventajas, entre otras, que la información que obtienen es independiente de las condiciones meteorológicas, la cobertura abarca toda la superficie terrestre y el tiempo para obtener precisiones altas en la localización es reducido. Como inconveniente principal está el elevado coste del sistema que incluye los satélites, las estaciones de seguimiento y los receptores. Dentro de los grupos que componen estos sistemas destacan los siguientes:

- **NAVSTAR – GPS** (Global Positioning System): desarrollado por Estados Unidos, el GPS funciona mediante una red de 21 satélites.
- **GLONASS:** desarrollado por Rusia, consta de una constelación de 24 satélites situados en tres planos orbitales con 8 satélites cada uno.
- **GALILEO:** desarrollado por la UE, consta actualmente de 26 satélites, aunque se espera completar esta red con un total de 30 satélites.

Para localizar el vehículo en la carretera, existen dos técnicas o modos de cálculo de posicionamiento comúnmente extendidos:

- Modo absoluto:** El posicionamiento absoluto se realiza con un único receptor, siendo necesario que sean visibles al menos 4 satélites. Su principal inconveniente es desde el punto de vista de la precisión, que hace que su uso no sea el más adecuado para numerosas aplicaciones. Esta falta de precisión se debe a la imposibilidad de compensar errores como los producidos en la transmisión de la señal o a causa de la disponibilidad selectiva, esto es, la necesidad de que los satélites sean visibles.
- Modo diferencial:** Esta metodología logra una gran mejora en la precisión debido a que se basa en una correlación entre receptores próximos. Una estación base en tierra, con coordenadas muy bien definidas, recibe señal de los satélites, calcula su posición por lo datos recibidos de los satélites.



Fuente: Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

- Posicionamiento por sistemas inerciales de medida:**

Se trata de sistemas compuestos por sensores de movimiento y sensores giroscópicos que son capaces de calcular, sin referencias externas, la posición, la dirección y la velocidad del vehículo en todo momento. Se utilizan de manera conjunta con los sistemas de posicionamiento por satélite para aumentar la precisión. Estos permiten obtener la geometría de la carretera completa en planta y alzado.

- Posicionamiento por mapas electrónicos:**

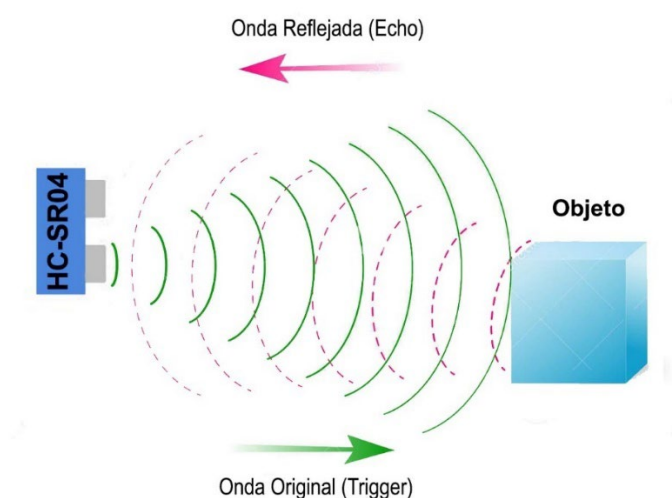
Los Sistemas de Información Geográfica (GIS) son una integración organizada de hardware, software y datos geográficos diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada. El GIS funciona como una base de datos con información geográfica que está asociada a un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

Sistemas de detección

Los sensores de reconocimiento del espacio exterior tienen como objetivo detectar potenciales situaciones de riesgo derivadas de obstáculos u otros usuarios de la vía. Éstos se pueden clasificar en función de las variables medidas y del alcance de estas: corto alcance y largo alcance.

- **Sensores de corto alcance:**

- **Sensores de ultrasonidos:** Estos emiten ondas sonoras y reciben los reflejos de estas al chocar con los elementos de la carretera, calculando el tiempo que tardan en regresar al punto de emisión. Se trata de una solución eficaz para detectar la presencia, distancia y dirección de objetos cercanos al vehículo (ej. sensores de aparcamiento). La combinación de estos sensores dispuestos en diversas posiciones del habitáculo permite la clasificación de objetos complejos.

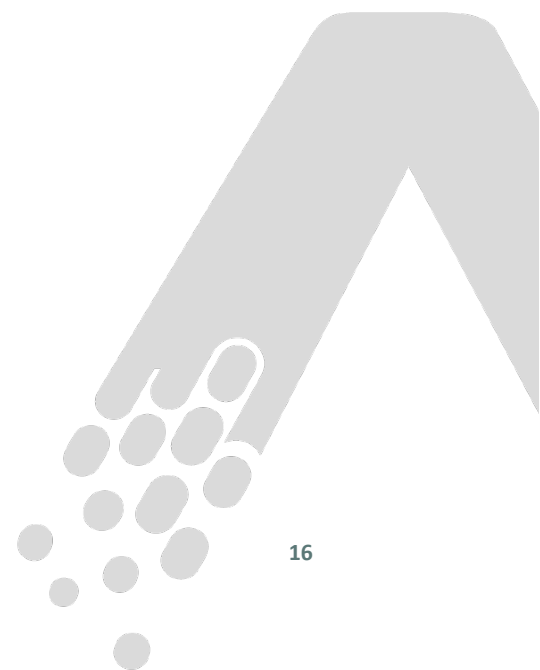


Fuente: Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

- **Sensores capacitivos:** Son un tipo de sensor eléctrico que pueden detectar y caracterizar objetos hasta distancias de 2 metros, tienen buena precisión, bajo coste y pueden trabajar con independencia del estado de iluminación, ideales para escenarios de conducción con baja visibilidad. Con la disposición de varios sensores de este tipo, además de determinar distancias, se pueden estimar posiciones.
- **Sensores de infrarrojos de corto alcance:** Emplea la luz infrarroja, invisible al ojo humano, permitiendo detectar y realizar un seguimiento de objetos en condiciones de baja cantidad de luz.
- **Radar de corto alcance:** Se trata de sensores capaces de calcular de manera fiable la trayectoria de un obstáculo (ej. detectando el tráfico cruzado al salir marcha atrás de un estacionamiento, pero también pueden usarse para detectar vehículos en el ángulo muerto durante la marcha. Tienen insensibilidad a las condiciones atmosféricas y procesan de forma sencilla la información.

▪ **Sensores de largo alcance:**

- **Láser-radar o lidar:** LiDAR es un acrónimo de Laser Imaging Detection and Ranging. Estos sensores utilizan haces láser pulsado para crear una imagen virtual de la orografía y la situación del terreno. Gracias a la sensibilidad de la luz, los sensores son capaces de capturar imágenes con un gran campo de visión sin la necesidad de aporte de luz para funcionar correctamente, al igual que ocurre con los sensores de ultrasonidos. Tienen menor carga computacional que las cámaras HD y se trata de una tecnología en constante desarrollo (abaratamiento y mejores capacidades). La evolución de estos sensores ha sido enorme en los últimos años, pasando del 2D al 3D.
- **Radar milimétrico:** Este sistema utiliza ondas electromagnéticas para medir distancias, altitudes, direcciones y velocidades de objetos estáticos o en movimiento. La tecnología se basa en emitir un impulso de radio, que se refleja en el objeto y se recibe en la misma posición del emisor, lo que le dota de un rendimiento bueno con climatología adversa, con un tratamiento del ruido ambiente de entrada y salida, pero con un consumo energético alto. Se emplea en asistentes a la conducción como el control de crucero adaptativo (ACC), la detección de ángulos muertos o la frenada de emergencia automatizada (AEB).
- **Sensores de infrarrojos de largo alcance:** Al igual que los de corto alcance, estos emplean luz infrarroja para hacer seguimiento de objetos en condiciones de baja visibilidad.
- **Visión artificial:** La visión artificial o *computer vision*, es una rama de la inteligencia artificial que se vale de las imágenes obtenidas a través de cámaras para que, a través de un desarrollo de software la máquina realice una interpretación correcta de las imágenes mediante asociación (ej. diferenciar entre un bolardo y un usuario) y elabore respuestas acordes a las situaciones que se presenten. Esto es, la visión artificial no solo enseña al vehículo a ver, sino que las entrena para entender lo que ven, de la misma manera que lo haría un ser humano. Estos sistemas punteros procesan una gran cantidad de información, sirven para múltiples usos y cuentan con algunas dificultades, como el estado de la iluminación y el hecho de que es una tecnología costosa.



Clasificación de la función de cada sensor

● Bueno ● Aceptable ● Pobre

	Cámara (visión artificial)	Radar	Lidar	Ultra sonidos	Radar + lidar	Lidar + cámara	Radar + cámara
Detección de objetos	●	●	●	●	●	●	●
Clasificación de objetos	●	●	●	●	●	●	●
Distancia al objeto	●	●	●	●	●	●	●
Precisión del objeto	●	●	●	●	●	●	●
Seguimiento del carril	●	●	●	●	●	●	●
Rango de visibilidad	●	●	●	●	●	●	●
Funcionalidad con climatología adversa	●	●	●	●	●	●	●
Funcionalidad con poca iluminación	●	●	●	●	●	●	●
Coste	●	●	●	●	●	●	●
Presteza para la fabricación	●	●	●	●	●	●	●

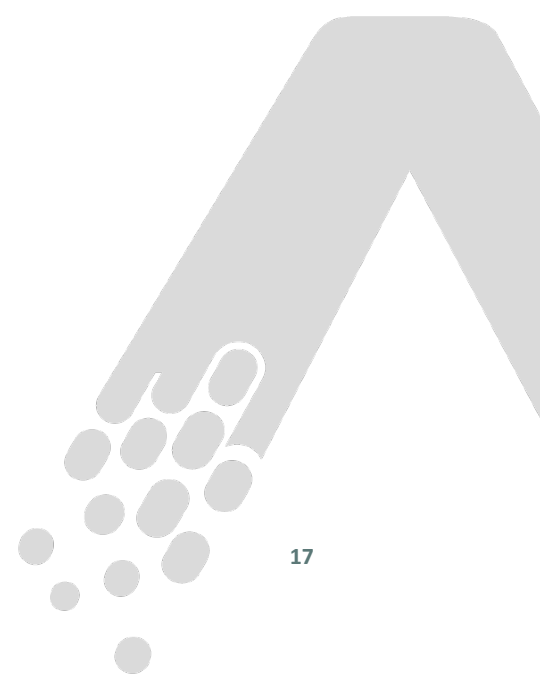
Fuente: Elaboración ANFAC a partir de [Rethinking car software and electronics architecture](#), McKinsey&Company

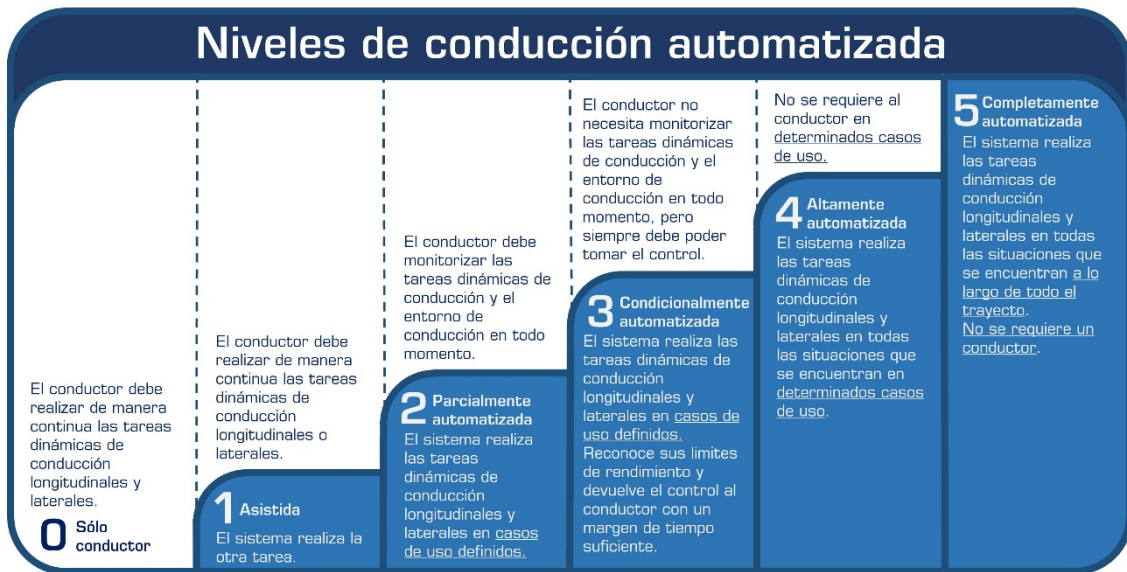
▪ **Niveles de automatización y su vinculación con la tecnología**

Establecer un criterio de definición común de lo que es la automatización y de su evolución, es algo tan importante como lo es el propio desarrollo en sí de la tecnología, pues nos permite identificar la escala global del reto. Asimismo, permite a la sociedad comprender mejor los conceptos y familiarizarse más con ellos.

Ya en 2013, la Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en las Carreteras de Estados Unidos (NHTSA) creó una escala con cinco niveles de automatización, de 0 a 4, poniendo el foco en las capacidades del vehículo de conducirse por sí mismo. El objetivo de esta escala era el de establecer una guía de referencia para que la Administración legislara la correspondiente normativa. Ese mismo año, en Alemania, el Instituto Federal de Investigación de Carreteras (BAST) desarrolló un sistema de clasificación que recogía cinco niveles, pero en este caso la evolución de la autonomía no se clasificaba mediante número sino mediante diferentes estadios.

No fue así hasta 2014, cuando la Sociedad de Ingenieros de Automoción (SAE) realizó su propia clasificación, tomando como referencia estas dos clasificaciones y creando una escala con seis niveles de automatización, de 0 a 5, focalizándose en el nivel de atención e intervención del humano en la conducción.



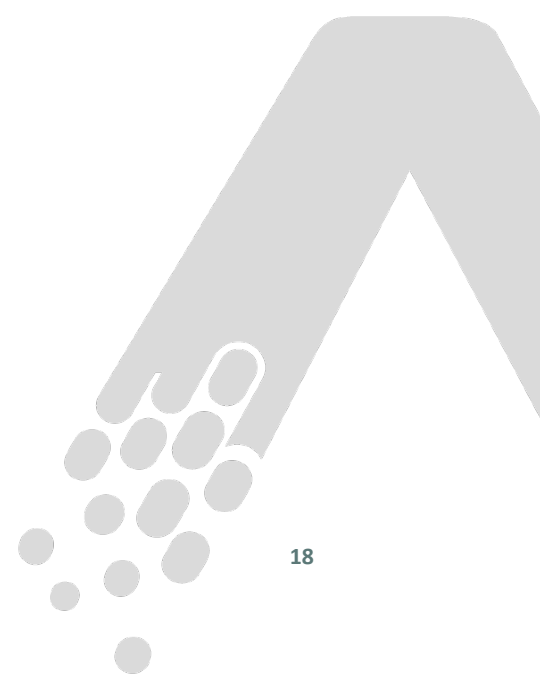


Fuente: [OICA](#) y ANFAC

En los últimos años han coexistido diferentes escalas de clasificación, pero, actualmente, se ha aceptado el estándar creado por la SAE. De hecho, en septiembre de 2016, la NHTSA adoptó este sistema de clasificación, abandonando el suyo propio. Por su parte, la Organización Internacional de Constructores de Automóviles (OICA), que empleaba la clasificación de la BAST, la adaptó pasando a considerar también seis niveles.

Los niveles de conducción automatizada, junto a sus definiciones, están recogidos en el estándar SAE J3016 “Levels of Driving Automation”, publicado por primera vez en enero de 2014 y cuya última revisión fue el 15 de junio de 2018. Este estándar define seis niveles de automatización, de 0 (ninguna automatización) a 5 (vehículo completamente autónomo).

Asimismo, se puede establecer un vínculo entre estos niveles y la **combinación de funcionalidades** enfocadas a la consecución de una acción en concreto. Con este enfoque, se definen a continuación los seis niveles SAE:





Fuente: Elaboración propia ANFAC

¿CÓMO SE CLASIFICA UN VEHÍCULO AUTOMATIZADO SEGÚN SAE?



La vinculación entre la tecnología equipada en un vehículo y el nivel de automatización que éste puede alcanzar no depende del número de sistemas embarcados, sino de la combinación de éstos. Así, para pasar de un nivel SAE 1 a un SAE 2, se requiere de asistentes a la conducción que permitan controlar el movimiento longitudinal y lateral del vehículo, en lugar de uno solo. Esto quiere decir que un vehículo puede estar equipado con una tecnología puntera (ej. ALKS) pero tener un nivel de autonomía SAE 1, porque dicha tecnología no se combina con otras funcionalidades que permitan que el vehículo alcance escenarios más avanzados de uso.

El salto entre el nivel SAE 2 y SAE 3 es especialmente interesante, puesto que el número de asistentes ADAS no implica pasar de un nivel a otro ya que ambos requieren los mismos, sino que, para poder considerarse el nivel SAE 3 es necesario contar con un vehículo capaz de reconocer los límites de entorno operativo y devolver el control al conductor con un margen de tiempo suficiente.

De otro lado, existen sistemas que permiten identificar cuando un vehículo alcanza un alto nivel de automatización. Algunas de estas funciones son:

- **Sistemas para sustituir el control del vehículo ejercido por el conductor:** se incluyen todos los sistemas de señalización, dirección, aceleración y frenado.
- **Sistemas para facilitar al vehículo información en tiempo real sobre su estado y el de la zona circundante:** se incluyen aspectos relativos al ODD.
- **Sistemas de monitorización de la disponibilidad del conductor:** incluyendo aviso y devolución del control al conductor.
- **Registradores de datos de incidencias para vehículos automatizados.**
- **Intercambio de datos y la comunicación entre vehículos e infraestructura V2V/V2I.**
- **Sistemas para proporcionar información relativa a la seguridad a otros usuarios de la vía.**

En cualquier caso, la clasificación SAE es solo una referencia del grado de implementación de la autonomía, pudiendo existir vehículos homologados que, dependiendo de la región en el que se comercialicen, pueden desempeñar un nivel de autonomía determinado por las limitaciones legales que existan en dicho territorio respecto a la circulación. En este punto, entra un aspecto fundamental: el **marco regulatorio** que define las **características del vehículo** y el marco regulatorio que **habilita la circulación** en el tráfico abierto.

3.2 MARCO REGULATORIO DEL VEHÍCULO AUTOMATIZADO

Para abordar la regulación asociada al vehículo automatizado es necesario distinguir dos aspectos, **homologación y circulación**. Respecto a la homologación, Europa ya cuenta con un marco que certifica el cumplimiento de los requisitos técnicos asociados a los sistemas ADS. Sin embargo, esta homologación no habilita el uso de cada una de las funciones de conducción automatizada durante la circulación pues la UE no cuenta actualmente con un marco de circulación armonizado pudiendo ocurrir que un vehículo SAE 4 pueda circular en Estado miembro y no en otro.

A continuación, se detalla esta diferenciación.

▪ Marco regulatorio a nivel de vehículo

Marco regulatorio internacional

El marco internacional de las Naciones Unidas ha sido el principal promotor de la regulación del vehículo autónomo a través de una herramienta fundamental como es la homologación de tipo.

La homologación de tipo es el término con el que se denomina al proceso de aprobación de un vehículo. Es el procedimiento mediante el cual una autoridad de homologación de un país certifica que un tipo de vehículo, sistema, componente o unidad técnica independiente cumple los requisitos técnicos necesarios para garantizar la conformidad del producto y su seguridad en los diferentes mercados a nivel internacional.

Llevado este concepto al vehículo autónomo, la homologación de tipo se configura como una herramienta esencial, para que los fabricantes de equipos originales (OEM) y proveedores puedan exportar sus vehículos a nuevos mercados (renacimiento recíproco de la homologación), ofreciendo una visión general de los requisitos técnicos y legales que deben cumplirse en el país en cuyo mercado se quiera introducir un vehículo con un determinado nivel de autonomía: SAE 2, SAE 3, SAE 4...

En el caso del mercado europeo, la Unión Europea, como firmante del Acuerdo de 1958¹² y 1998, está habilitada para conceder homologaciones de reglamentos del marco de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (CEPE). Estos reglamentos de seguridad están designados por el Foro Mundial para la Armonización de la Reglamentación sobre Vehículos (WP.29).

En concreto, para la homologación de algunas funciones que contribuyen a certificar los sistemas de conducción automatizada (ADS), encontramos los siguientes reglamentos CEPE:

- **Reglamento CEPE 152:** Relativo a la homologación de vehículos de motor por lo que respecta al sistema avanzado de frenado de emergencia (AEBS) para los vehículos M1 y N1.
- **Reglamento CEPE 157:** Relativo a la homologación de sistemas autónomos de mantenimiento de carril (ALKS). Control longitudinal y lateral del vehículo mediante activación del conductor a bajas velocidades.

¹² [Acuerdo de 1958](#), Ginebra

- **Reglamento CEPE 155:** Relativo a la homologación de los vehículos de motor en lo que respecta a la ciberseguridad. Requisitos vinculados a la homologación de tipo europea¹³ (Reglamento Marco de homologación).
- **Reglamento CEPE 160:** Relativo a la homologación de los vehículos en lo que respecta al registrador de datos de eventos (EDR).

Marco regulatorio europeo

La **homologación de tipo europea** es una herramienta al servicio de los ciudadanos, de la industria y del mercado de la UE, dota al ecosistema de seguridad jurídica y permite adaptar el progreso técnico. El Reglamento de referencia es el Reglamento Marco de Homologación Europeo¹⁴, y su principal acto ejecutor en materia de seguridad, el Reglamento General de Seguridad¹⁵. En ellos, se describen los requisitos de homologación de los sistemas embarcados en el vehículo y que contribuyen a la mejora de la seguridad activa (AEBS¹⁶, ESP¹⁷, ISA¹⁸, ...), pasiva (ISOFIX, airbags, diseño del habitáculo de la cabina, ...) y terciaria (eCall¹⁹, EDR²⁰, ...).

En materia de conducción automatizada, en primer lugar, la regulación europea adaptó, de la mano del Reglamento General de Seguridad, los requerimientos hasta la conducción “parcialmente automatizada” o el nivel SAE 2, con la incorporación de los sistemas de seguridad de asistencia a la conducción (ADAS). Se debe tener en cuenta que el avance técnico realizado por los fabricantes ha ido por delante de la regulación, permitiendo, en los últimos años, incorporar nuevas funciones que, en conjunto, van más allá de SAE 2 (ej. combinación ALKS+ISA, ...), pero sin llegar a ser un nivel SAE 3.

Posteriormente, con la revisión del Reglamento General de Seguridad de noviembre de 2019 se establece un marco habilitador para que la UE desarrolle especificaciones técnicas para los **vehículos automatizados** (SAE 3) y **totalmente automatizados** (SAE 4).

Respecto al nivel **SAE 4**, la UE publicó un **Reglamento Europeo**²¹ que establece los procedimientos uniformes y las especificaciones técnicas para la homologación de tipo del sistema de conducción automatizada (ADS) de los vehículos **totalmente automatizados**. El Reglamento se centra en la evaluación de los siguientes casos de uso que, en cualquier caso, serán revisados y podrán incluirse nuevos:

¹³ [Reglamento \(UE\) 2018/858](#) de homologación de tipo europea de los vehículos M, N y O.

¹⁴ [Reglamento \(UE\) 2018/858](#) de homologación de tipo de vehículos a motor, sistemas, componentes y unidades técnicas independientes.

¹⁵ [Reglamento \(UE\) 2019/2144](#), de 27 de noviembre, relativa a los requisitos de homologación de los vehículos respecto a su seguridad general y la protección de los ocupantes y de los usuarios vulnerables de la vía pública.

¹⁶ AEBS: Sistema avanzado de frenado de emergencia

¹⁷ ESP: Sistema de control de estabilidad

¹⁸ ISA: Asistente inteligente de la velocidad

¹⁹ eCall: Llamada de emergencia embarcado en el vehículo

²⁰ EDR: Registrador de datos de incidencias

²¹ [Reglamento \(UE\) 2022/1426](#) que establece los procedimientos uniformes y las especificaciones técnicas para la homologación de tipo del sistema de conducción automatizada (ADS) de los vehículos totalmente automatizados.

- **Vehículos totalmente automatizados:** incluidos vehículos de modo dual²², diseñados y fabricados para el transporte de pasajeros o de mercancías en una zona predefinida.
- **Punto a punto o hub to hub:** vehículos totalmente automatizados, incluidos vehículos de modo dual, diseñados y fabricados para el transporte de pasajeros o de mercancías en un itinerario predefinido con puntos de partida y llegada fijos para los viajes/trayectos;
- **Estacionamiento automatizado:** vehículos de modo dual con un modo de conducción totalmente automatizada para aplicaciones de estacionamiento dentro de aparcamientos predefinidos.

El citado Reglamento incluye las nuevas especificaciones asociadas a la ficha de características, los requisitos de rendimiento, los ensayos y los datos que el fabricante deberá comunicar a las autoridades para conseguir una homologación de tipo SAE 4.

Este Reglamento ya permite homologar vehículos fabricados en series cortas (limitación en unidades) y se completará, a más tardar en julio de 2024, con los requisitos para los vehículos fabricados en series ilimitadas.

▪ Marco regulatorio a nivel de circulación

Marco habilitador de la circulación de vehículo automatizado existente en los diferentes países del entorno comunitario europeo

La Unión Europea no cuenta actualmente con un marco de circulación específico para el vehículo automatizado, sino que éste se ha definido en el marco internacional de Naciones Unidas. Uno de los eventos más relevantes en este sentido se dio en marzo de 2016, cuando la CEPE introdujo algunas enmiendas en la Convención de Viena²³, el documento que incluye las normas de circulación a nivel internacional. En el texto original, aprobado en 1968 y que España, a pesar de ser país firmante, no llegó a ratificar, se establecía que los conductores debían tener ambas manos sobre el volante, un requisito incompatible con la conducción de nivel SAE 4 y 5.

Con los avances en la industria, en 2016 la CEPE incluyó un párrafo en el texto original de la Convención de Viena, que indicaba que *“los sistemas de conducción automatizados serán explícitamente autorizados sobre las carreteras, a condición de que estén conformes a los reglamentos sobre vehículos de Naciones Unidas o puedan ser controlados o desactivados por el conductor”*. Esta modificación abrió la puerta a que los países del entorno europeo pudieran desarrollar sus propios marcos de circulación de conducción autónoma. En este capítulo se detallan los casos más importantes.

Por otra parte, en junio de 2022, el texto de la Convención de Viena recibió una enmienda, motivada por algunos países (como Francia), en la que indicó que *“el requisito de que todo vehículo en movimiento o combinación de vehículos tenga un conductor se considera*

²² Vehículos totalmente automatizados, con un asiento para el conductor, diseñados y fabricados para ser conducidos por el conductor en el «modo de conducción manual» y para ser conducidos por el ADS sin supervisión del conductor en el «modo de conducción totalmente automatizada».

²³ [Convención sobre la seguridad vial](#) y Acuerdo Europeo, Viena, 1968.

satisfecho mientras el vehículo utilice un sistema de conducción automatizada que cumpla con la legislación nacional y cualquier instrumento legal internacional aplicable [...] la cual deberá ser compatible con los principios de la Convención”. Esta modificación es una que se cumplan los requisitos técnicos, dividiendo así la puesta en circulación al doble cumplimiento de las normas técnicas y normas de circulación.

A continuación, se detallan algunos casos de aplicación de países de nuestro entorno comunitario:

- **Alemania:**

El país germano cuenta, desde el año 2017, con una modificación en la **Ley de Tráfico Alemana**²⁴, en la que ya se habilita la circulación de vehículos de nivel **SAE 3**, y en la que la responsabilidad recae sobre el conductor, pues tiene que estar en todo momento atento a las indicaciones del vehículo.

Posteriormente, en julio de 2021, se llevó a cabo una modificación de la Ley para incorporar funciones de conducción **SAE 4** para aplicaciones de operación regular en áreas definidas en el tráfico público: People-Movers, Hub2Hub, última milla... Se define el concepto “Operador a distancia” como la persona física capaz de desactivar el vehículo durante su operación y autorizar maniobras de conducción autónoma, así como las obligaciones necesarias para garantizar la seguridad del tráfico. También se define el equipamiento técnico necesario para gestionar la conducción autónoma, mantener el riesgo mínimo de la conducción, reglas de permitir activación/desactivación por parte del operador a distancia, etc.

En cuanto al marco de responsabilidad de la conducción, la Ley Alemana no lo regula explícitamente, manteniendo las normas de responsabilidad ya existentes para: **propietario/operador**²⁵, **producto**²⁶ y **fabricación**. El “Halter” (registered vehicle keeper) es el responsable de los daños causados en relación con el uso de un vehículo cuando opera con funciones de conducción totalmente automatizadas o nivel SAE 4. En consecuencia, el Halter o “registered vehicle keeper” debe comprar y mantener un **seguro de responsabilidad civil** (Ley de Seguro Obligatorio).

- **Francia:**

El nivel **SAE 3** no tiene una regulación específica, sino que se considera como un sistema de ayuda a la conducción más.

A través del Decreto del Ministerio de Transición Ecológica²⁷ de Francia, que entró en vigor en septiembre de 2022, se introduce la definición de vehículo parcialmente automatizado, altamente automatizado y totalmente automatizado para todas las categorías. Está enfocado a vehículos de nivel **SAE 4** pero solo para áreas de operación definidas en el

²⁴ Ley de Tráfico Alemana: [German Road Traffic Act](#) - Versión publicada el 5 de marzo de 2003 (BGBl. I p. 310, 919), modificada por última vez el 12 de julio de 2021 (bgbi. i p. 3108).

²⁵ Código Civil Alemán: [German Civil Code](#)

²⁶ Normativa alemana en materia de producto: [Act on Liability for Defective Products](#)

²⁷ [Decreto Francés](#) habilitador de la conducción totalmente automatizada de nivel SAE 4.

tráfico público colectivo o particular de personas; tampoco se permiten pruebas en condiciones reales de circulación de nivel SAE 4 salvo en entornos controlados.

Adicionalmente, se establecen disposiciones para la **delegación de la conducción** en el vehículo autónomo (responsabilidades):

- Permite al conductor liberarse de su responsabilidad en el momento en el que el sistema funcione de acuerdo con sus condiciones de uso.
- Se definen las reglas de interacción entre el conductor y el sistema, así como las maniobras de emergencia que el sistema tendrá que realizar.

▪ España:

En el caso de España, se han dado pasos relevantes a nivel normativo de tráfico. En concreto, España cuenta con un marco habilitador para la circulación del vehículo automatizado que se recoge en la **Ley 18/2021, de 20 de diciembre, por la que se modifica la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, en materia del permiso y licencia de conducción por puntos**²⁸. En esta norma se incluye, por primera vez, una disposición habilitante, a nivel nacional, para desarrollar la regulación para la circulación de los vehículos automatizados.

En esta modificación se establece la habilitación para regular el procedimiento para certificar que un vehículo dotado de un sistema de conducción automatizado cumple con las **normas de circulación** y seguridad vial. Además, se definen las **capacidades de automatización** y de los **dominios de diseño operativos** y que se harán constar en el Registro de Vehículos y en los permisos de circulación:

- **Obligaciones del titular de un sistema de conducción automatizado:** el titular del sistema de conducción automatizado deberá comunicar al Registro de Vehículos del organismo autónomo Jefatura Central de Tráfico:
 - Las capacidades o funcionalidades del sistema de conducción automatizada.
 - El dominio de diseño operativo, en el momento de la matriculación, y con posterioridad, siempre que se produzca cualquier actualización del sistema a lo largo de la vida útil del vehículo.
- **Permiso de circulación:** en el caso de vehículos dotados de sistema de conducción automatizada, sus características, tanto de grado de automatización como del dominio de diseño operativo, se consignarán en el permiso de circulación conforme se desarrolle reglamentariamente.

Sin embargo, esa habilitación necesita desarrollarse en normas reglamentarias adicionales para que, efectivamente, puedan implantarse y circular en España vehículos nivel SAE 4.

²⁸ [Ley 18/2021](#) por la que se modifica la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial

3.3 LÍNEAS DE ACCIÓN NACIONAL

- **Adaptación del marco jurídico español para permitir la circulación del vehículo automatizado**

Como continuación al marco habilitador para el vehículo autónomo de la Ley sobre Tráfico es necesario continuar con la **adaptación del marco normativo español para permitir la circulación a los vehículos con funciones de conducción totalmente automatizadas de hasta nivel SAE 4**. Este desarrollo es clave para que España no se quede atrás respecto de países como Alemania y Francia.

Esta pieza regulatoria, centrada exclusivamente en el **marco de circulación, tráfico y seguridad vial**, deberá detallar las normas necesarias para que un vehículo autónomo pueda circular y realizar sus funciones con todas las garantías de seguridad para los conductores y el resto de los usuarios, dentro de un entorno controlado y previamente validado.



España cuenta con un marco habilitador para la circulación de los vehículos automatizados, pero es necesario agilizar el desarrollo normativo que nos permita estar al nivel de otros países como Alemania y Francia”

Para ello, se han de modificar las siguientes piezas regulatorias a nivel nacional:

- **Real Decreto 1428/2003**²⁹, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación. En este Real Decreto se establecen las normas generales de conducción y las obligaciones de los conductores con la seguridad vial.
- **Real Decreto 2822/1998**³⁰, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos. En este Real Decreto se establecen las definiciones de los vehículos, su clasificación, especificaciones técnicas locales, así como los requisitos para la concesión de los permisos de circulación.
- **Adaptación del marco jurídico español para permitir la circulación del vehículo automatizado desde la óptica de la responsabilidad civil y de producto**

Además de los aspectos asociados a garantizar las condiciones de circulación y seguridad vial podría ser necesario un análisis del marco de responsabilidad civil y de producto (Ej. Algunos Estados miembro como Alemania no han visto necesaria esta adaptación sobre la base de una definición precisa de las condiciones en las que opera el ADS). En el caso de que fuera necesaria esta adaptación en España, la pieza a analizar sería:

- **Marco de responsabilidad del producto (ámbito asegurador)**³¹: Real Decreto Legislativo 8/2004, de 29 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre responsabilidad civil y seguro en la circulación de vehículos a motor.

²⁹ [Real Decreto 1428/2003](#), de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación

³⁰ [Real Decreto 2822/1998](#), de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Vehículos.

³¹ [Real Decreto Legislativo 8/2004](#), de 29 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre responsabilidad civil y seguro en la circulación de vehículos a motor.

- **Entornos controlados de pruebas piloto para la circulación del vehículo automatizado**

En 2015, la Dirección General de Tráfico publicó la primera instrucción para la realización de pruebas piloto con vehículos automatizados en carretera abierta, convirtiendo a España en un referente a nivel europeo. En abril de 2022, se publicó la **Instrucción VEH 2022/07**³² para la realización de pruebas piloto. En concreto, el objeto de la instrucción es definir el procedimiento para la autorización de pruebas o ensayos de investigación realizados con vehículos automatizados en vías abiertas al tráfico en general, así como la definición de los requisitos aplicables para los solicitantes de dicha autorización y el establecimiento del procedimiento de designación de centro de reconocimiento tecnológico autorizado en materia de la presente instrucción. Esta Instrucción deroga la anterior, la Instrucción 15/V-113, y actualiza su contenido sobre la base de la evolución en la normativa internacional.

Esta instrucción es clave para favorecer entornos de prueba con vehículos automatizados, siendo necesario simplificar algunos aspectos y trámites para favorecer su aplicación, especialmente en el sentido de homogeneizar trámites entre los organismos de las Comunidades Autónomas que tienen competencias en materia de tráfico, así como visibilizar su existencia en el entorno europeo.

- **Adaptación del marco jurídico europeo para permitir la circulación del vehículo automatizado desde la óptica de la responsabilidad civil y de producto**

Además de la adaptación del marco jurídico español comentado anteriormente, convendría establecer un marco armonizado a nivel europeo de normas comunes de circulación para los vehículos con funciones de conducción totalmente automatizadas que permita homogeneizar las normas entre los distintos Estados miembros.

El establecimiento de un marco común para la circulación de estos vehículos permitiría, por ejemplo, que un vehículo equipado con funciones totalmente automatizadas pudiera circular por cualquier país del entorno comunitario europeo con las máximas garantías de seguridad y libertad de circulación, cumpliendo a su vez con el “derecho fundamental a la circulación dentro de la UE” que se establece en el artículo 21 del Tratado de Funcionamiento.

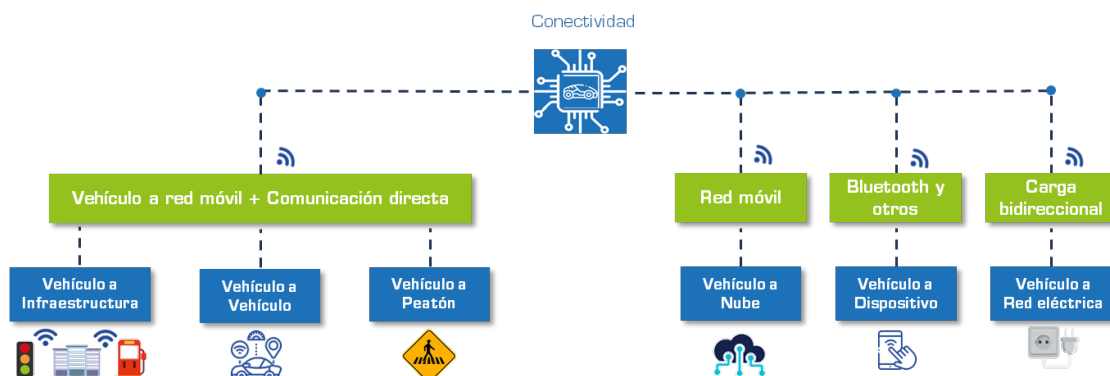


³² [Instrucción DGT VEH 2022/07](#)

4. VEHÍCULO CONECTADO

Un vehículo conectado es un vehículo sensorizado y dotado de software avanzado que le permite comunicarse bidireccionalmente con el exterior. Esto se traduce en un vehículo con acceso a la red global de Internet (por ejemplo, bajo espectro móvil 5G) y, por lo general, también a una red de área local inalámbrica de corto alcance, que le permite compartir información directa, fiable y de baja latencia con otros dispositivos, vehículos e infraestructuras. Las comunicaciones inalámbricas han sido identificadas como tecnologías clave para incrementar la seguridad en la carretera y la eficiencia del transporte.

El elemento esencial del vehículo conectado está, por tanto, en el tratamiento y uso de la información, que proviene tanto de los sensores del vehículo como de elementos externos, donde tanto el vehículo como el entorno intercambian información de manera inteligente, colectiva y cooperativa. A estas redes de transporte se las conoce como **sistemas de transporte inteligentes y cooperativos (C-ITS)**, y se enmarcan en la Estrategia de Movilidad Sostenible e Inteligente de la Unión Europea. Las redes inteligentes entre vehículos conectados y sus alrededores permiten detectar el flujo del tráfico, su velocidad y densidad, mejorar la seguridad vial al establecer límites de velocidad variable, determinar si abrir o cerrar carriles de tráfico y ayudar a evitar accidentes, etc. También permiten a todo tipo de usuarios de la carretera compartir información crítica para la seguridad. Como se ha mencionado anteriormente, la evolución de estos sistemas en comunión con el vehículo automatizado dará lugar a la **Conducción Conectada, Cooperativa y Automatizada**.



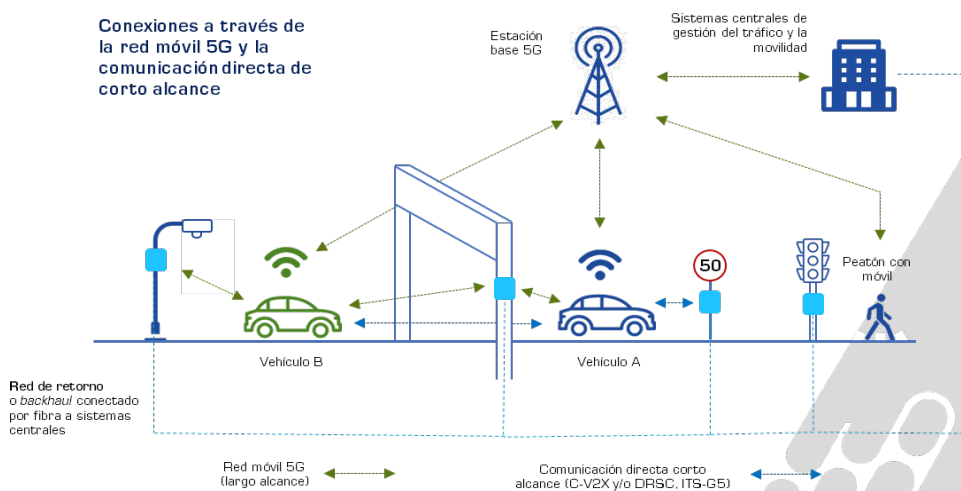
Fuente: RACC Mobility Institute. Elaboración ANFAC

Para lograr esto, se requiere de un despliegue eficiente, seguro e interoperable de la información en todo el entorno y en los distintos casos de uso, mediante conexiones fiables que respondan en tiempo real y que gestionen de forma segura todos los servicios que ofrezca el vehículo. Esta conectividad entre el vehículo y el entorno se la conoce como **Vehicle to Everything (V2X)**, y engloba diferentes tipos de conexión y tecnologías de comunicación en constante evolución y desarrollo.

Los tipos de conexión V2X más frecuentes entre el vehículo y el entorno son los siguientes:

- **Comunicación del vehículo a la red (V2N, vehicle-to-network):** La principal conexión de largo alcance del vehículo con el exterior se da entre el vehículo e Internet, para a su vez conectarse a otros vehículos, infraestructuras, la nube y los sistemas centrales de gestión del tráfico. Esta conexión del vehículo a la red móvil permite acceder a servicios como Internet, tráfico en tiempo real, avisos, etc.

- Comunicación entre vehículos (V2V, vehicle-to-vehicle):** Permite la comunicación del vehículo con los vehículos del entorno, todos ellos dotados de conectividad. Los vehículos pueden intercambiar datos sobre su velocidad, aceleración, ubicación y así aumentar la seguridad en la carretera, evitando colisiones y reaccionando más rápido que el conductor, mejorando el consumo y el impacto medioambiental.
- Comunicación entre el vehículo y la infraestructura (V2I, vehicle-to-infrastructure):** La comunicación entre el vehículo y la infraestructura vial, urbana e interurbana, permite conectar los vehículos con infraestructuras viales (semáforos, farolas, cámaras, señales, carriles, parkings, peajes) para optimizar el tráfico, por ejemplo, permitiendo gestionar la prioridad y el tiempo de las señales de tráfico. A su vez, esta infraestructura puede conectarse e intercambiar información con los sistemas centrales de gestión del tráfico.
- Comunicación entre el vehículo y el peatón (V2P, vehicle-to-pedestrian):** Esta comunicación permite a los usuarios vulnerables de la vía (peatones, ciclistas, sillas de ruedas) establecer comunicación con los vehículos a través de un terminal que permita detectar su presencia y alertar a los conductores para la prevención de accidentes.
- Comunicación entre el vehículo y la nube (V2C, vehicle-to-cloud):** Se realiza a través de una conexión de banda ancha, como el 5G, para aplicaciones como la actualización del software del vehículo over-the-air (inalámbrica y en tiempo real), labores de diagnóstico o comunicación con aplicaciones que requieran de un volcado importante de datos.
- Comunicación entre el vehículo y dispositivos móviles (V2D, vehicle-to-device):** Permite la conexión con dispositivos smartphones a través de protocolo Bluetooth entre el usuario y el vehículo.
- Comunicación entre el vehículo y la red eléctrica (V2G, vehicle-to-grid):** Permite gestionar la transferencia bidireccional de energía eléctrica entre el vehículo y la red eléctrica, suministrando la energía hacia el propio hogar o de vuelta al suministro eléctrico en horas punta de consumo energético.



Fuente: RACC Mobility Institute. Elaboración

Pero la conexión a las redes dentro y fuera del vehículo es solo una parte del gran entramado del ecosistema digital. Algunos aspectos clave de la conectividad, que veremos a continuación van desde los sistemas de transporte inteligentes (ITS), a los modelos sobre acceso a los datos del vehículo, la ciberseguridad, las actualizaciones over-the-air, o las aplicaciones IoT.

¿CÓMO FAVORECE LA CONECTIVIDAD A LA CONDUCCIÓN AUTOMATIZADA?



La comunicación V2X representa uno de los pilares tecnológicos clave para la transición hacia la conducción automatizada. Los vehículos automatizados requieren de **redes 5G** para poder funcionar correctamente, ya que estas redes permiten mejorar la velocidad y latencia de las comunicaciones. Los vehículos autónomos y conectados requieren de tecnologías de comunicación de alto rendimiento, con altas capacidades, como son:

- **Bajas latencias** que permitan el intercambio de datos entre nodos en tiempos muy bajos, para disponer de suficiente tiempo para que el vehículo calcule la trayectoria, accione los sistemas de freno, etc.
- **Ancho de banda suficientemente amplio** que permita el cómputo simultáneo de un gran número de acciones y la interacción con un número elevado de elementos del entorno. De esta forma, se puede lograr el intercambio de grandes cantidades de datos en tiempo real.
- **Alta capacidad** para desarrollar mapas dinámicos de alta definición que permitan reconstruir imágenes de alta calidad en tiempos muy breves.

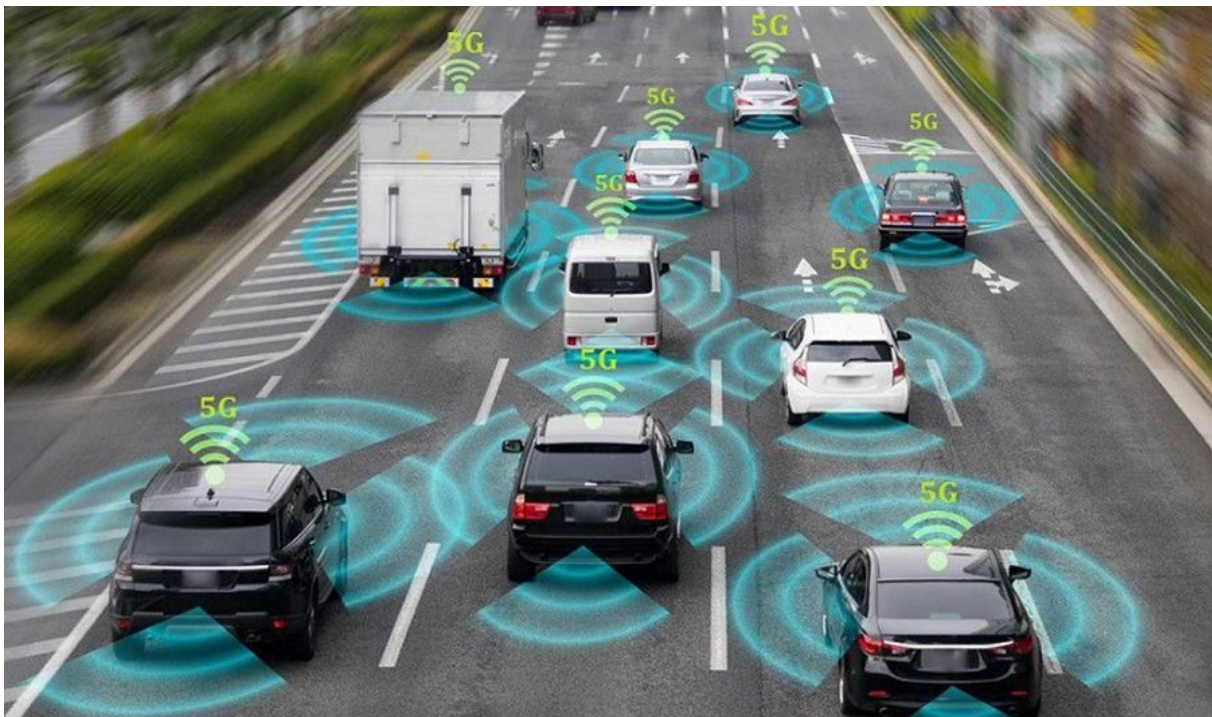


Imagen extraída de Freepik

4.1 DEFINICIÓN DEL ECOSISTEMA DE LA CONECTIVIDAD

▪ Descripción de la tecnología de redes de comunicación de corto y largo alcance

Como se ha mencionado anteriormente, las nuevas tecnologías de movilidad inteligente mejoran sustancialmente la seguridad vial de todos los usuarios. Un elemento clave para el desarrollo de la movilidad inteligente son las comunicaciones de vehículo a vehículo (V2V) y de vehículo a infraestructura (V2I).

En Europa, la banda de comunicación asignada para el uso de los sistemas de transporte inteligente (ITS) por carretera es la de 5.9 GHz ³³. Como es práctica común en Europa, el espectro de frecuencias se designa sobre la base del principio de neutralidad tecnológica.

Sobre este marco, en los últimos años han surgido técnicas y estándares diversos de comunicación de datos que utilizan la banda de 5.9 GHz asignada a aplicaciones ITS: *Cellular V2X* y *Unlicensed V2X* ...

- **Cellular V2X (C-V2X):** Se trata de una plataforma tecnológica desarrollada por 5GAA, 3GPP y operadores de **red de móvil** globales. Esta tecnología combina comunicaciones directas sin red utilizando el protocolo **LTE (LTE-V2X) / 5G (NR-V2X)** y espectro sin licencia de 5.9 GHz (LTE-NR-V2X PC5) para comunicaciones de corto alcance, con comunicaciones de red celular (LTE/NR-V2X Uu) para comunicaciones de largo alcance (V2N). Por tanto, este estándar se puede usar en cualquier opción: corto y largo alcance.

La interfaz PC5³⁴ es más rápida y permite operar en zonas sin cobertura de estaciones base, ideal para comunicaciones de corto alcance, mientras que la interfaz Uu³⁵ (interfaz aérea) proporciona un rendimiento más fiable a largo alcance, ya que el espectro con licencia se encuentra protegido legalmente contra interferencias.

La incorporación de este tipo de comunicaciones se está implementando en la red **5G**, mediante el uso de las nuevas bandas milimétricas (mmWave), ofreciendo mejoras en la latencia y el ancho de banda.

- **Unlicensed V2X (U-V2X):** Este protocolo, basado en el estándar **IEEE 802.11p** se dedica al intercambio de información entre vehículos y la infraestructura y opera a 5.9 GHz.

Este estándar no requiere el uso de bandas licenciadas, sino que hace uso de licencias abiertas. Estas tienen una mayor accesibilidad, pero su principal inconveniente es que no tienen un canal auxiliar de comunicaciones, por lo que no las hacen tan fiables ante posibles interferencias.

³³ [Comisión Europea](#): Decisión de Ejecución (UE) 2020/1426, de 7 de octubre de 2020, relativa al uso armonizado de espectro radioeléctrico en la banda de frecuencias 5 875-5 935 MHz para aplicaciones relacionadas con la seguridad de los sistemas de transporte inteligentes (STI).

³⁴ La comunicación directa entre el vehículo y otros dispositivos (V2V, V2I) utiliza la llamada interfaz PC5. PC5 se refiere a un punto de referencia donde el terminal (ej. teléfono móvil), se comunica directamente con otro usuario a través del canal directo. En este caso, no se requiere la comunicación con la estación base.

³⁵ La interfaz Uu o aérea, o modo de acceso, es el enlace de comunicación entre las dos estaciones en comunicación móvil o inalámbrica.

Estos estándares permiten la implantación y el uso operacional de los sistemas de transporte inteligentes cooperativos (C-ITS) que proporcionan soluciones para una conducción segura y eficiente. A nivel europeo, ensayos en diferentes escenarios del protocolo ITS-G5 se vienen desplegando en proyectos como C-Roads³⁶, que ya se encuentran en sus fases finales.

En España, el proyecto C-Roads Spain³⁷ despliega los servicios C-ITS en diversos pilotos, entre los que se encuentra la plataforma en la nube de vehículo conectado **DGT 3.0**.

▪ Descripción de los sistemas de transporte inteligentes (ITS)

La infraestructura viaria se ve tradicionalmente como hormigón y asfalto, señales de tráfico y semáforos, puentes y túneles, en otras palabras, infraestructura física. Pero hoy en día es mucho más que esto, pues se complementa con la **infraestructura digital**, como el mapeo digital, la comunicación de la infraestructura al vehículo y la información del tráfico en tiempo real.

El aumento del volumen de transporte por carretera, unido a las necesidades de los ciudadanos en el ámbito de la movilidad, es la causa principal de la congestión de las infraestructuras viarias y del aumento del consumo de energía. La respuesta a este reto no se puede limitar únicamente a medidas tradicionales, como la infraestructura física, sino que debe expandirse en cuanto al uso y la aplicación de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el sector del transporte por carretera.

Es por ello por lo que, en 2010, la Unión Europea estableció un marco de apoyo de la implantación y uso coordinados y coherentes de los **sistemas de transporte inteligentes (ITS)**.

Estos se definen como los sistemas en los que se aplican tecnologías de la información y las comunicaciones en el ámbito del transporte por carretera, incluidos infraestructuras, vehículos y usuarios, y en la gestión del tráfico y de la movilidad, así como para las interfaces con otros modos de transporte. En otras palabras, estos sistemas permiten a los usuarios estar mejor informados y hacer un uso más inteligente de las redes de transporte, a la vez que se incrementa la seguridad. La tecnología que se aplica en los ITS es muy variada, al igual que sus aplicaciones, pero en todo sistema se encuentran los siguientes elementos:

- **Aplicación de ITS:** Es un instrumento operativo para la aplicación de los ITS. Por ejemplo: sistemas de gestión para la navegación en los vehículos, los sistemas de control de las señales de tráfico, las señales de mensaje variable, el reconocimiento automático de las placas de matrícula, demanda de aparcamientos, las cámaras de alta velocidad para la monitorización, recopilación de datos en tiempo real, etc. El denominador común en todos estos ejemplos es que son sistemas de control con un cierto grado de inteligencia en el proceso.
- **Servicio de ITS:** El servicio se basa en el suministro de una aplicación ITS a través de un marco de organización y funcionamiento bien definido con el fin de contribuir a la seguridad de los usuarios, a la eficiencia y a la comodidad, así como a facilitar las operaciones de transporte. Estos servicios pueden ser tanto públicos (puntos

³⁶ [C-Roads Platform](#)

³⁷ [C-Roads Spain](#): Proyectos piloto

de acceso nacional) como privados (servicios desarrollados por operadores de comunicaciones, fabricantes, ...).

- **Proveedor de servicios de ITS:** Se trata de cualquier proveedor público o privado que suministra un servicio de ITS.
- **Usuario de ITS:** Cualquier usuario de aplicaciones o servicios de ITS, en particular los viajeros, los usuarios vulnerables de la red viaria, los usuarios y operadores de las infraestructuras de transporte por carretera, los gestores de flotas de vehículos, los gestores de servicios de socorro (ej. sistema eCall), ...

Las sinergias entre estos elementos es clave para garantizar la **interoperabilidad**, que es la capacidad de los sistemas y de los procesos empresariales subyacentes para intercambiar datos y compartir información y conocimientos.

Casos de Uso de los Servicios ITS

Estos se pueden clasificar en los siguientes tipos:

- **Información al usuario:** información estática (obras, eventos, peajes) y dinámica (congestión, meteorología, aparcamiento, etc.) previa al viaje o durante éste.
- **Gestión del tráfico:** monitorización del tráfico con el objetivo de reducir la congestión (control de accesos, gestión de aparcamientos, etc.), aumentar la capacidad de la infraestructura (gestión semafórica, etc.) y reducir el consumo y las emisiones.
- **Operación de vehículos comerciales:** la operación de mercancías está muy vinculada a la localización de estas y de los vehículos. La telemática puede dar respuesta a aspectos como el cálculo de una mejor secuencia de reparto, con el consiguiente ahorro de tiempo y combustible, o la asignación de servicios al vehículo más conveniente.
- **Pago electrónico de servicios:** aplicaciones de pago automatizado y unificado en servicios públicos, aparcamientos, peajes, etc., en aras de mejorar la rapidez, comodidad, eliminar cuellos de botella, la reducción de costes de administración y gestión y la posibilidad de variar tarifas de forma más flexible: peaje por la circulación en ciertas vías (free-flow), peaje por km recorridos (pay-as-you-drive), primas por forma de conducción (pay-how-you-drive).
- **Operación de transporte público:** estos sistemas se fundamentan en el posicionamiento de los vehículos, el procesamiento de información en tiempo real y la información histórica: sistemas de información al viajero, sistemas de ayuda a la explotación (SAE) o gestión integrada de tráfico y transporte público.
- **Emergencias y sistemas de seguridad post-accidente:** sistemas orientados a reducir el tiempo de respuesta ante posibles accidentes en la carretera, el envío de vehículos adecuados, el aviso e información de emergencias, sistema de llamada de emergencia 112 (eCall), etc.

Ejemplos de aplicaciones ITS

- **Punto de acceso nacional de tráfico y movilidad (NAP)**

El National Access Point (NAP) o Punto de Acceso Nacional de información de tráfico es un servicio requerido por la Comisión Europea para el suministro de servicios de información sobre desplazamientos multimodales en la Unión Europea. Cada Estado recopila los datos de transporte y los pone a disposición de cualquier interesado, fomentando la creación de nuevas aplicaciones, plataformas y servicios para el usuario. Los puntos de acceso nacionales deben proporcionar servicios de búsqueda a los usuarios de datos, por ejemplo, servicios que permitan buscar los datos solicitados utilizando el contenido de los metadatos y mostrando dicho contenido.

En el caso de España, el NAP³⁸ puesto a disposición por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana dispone de la información de rutas y horarios de transporte regular para media y larga distancia para todos los modos de transporte, incluido el transporte por carretera.

- **Plataforma de vehículo conectado (DGT 3.0)**

A nivel nacional, la DGT utiliza cámaras, radares, sensores y demás dispositivos instalados en las carreteras para implementar sistemas inteligentes de transporte (ITS). Esto hace posible controlar el estado del tráfico e informar a los usuarios mediante paneles informativos y en la web de la DGT de las incidencias de tráfico.

DGT 3.0³⁹ es la plataforma de vehículo conectado de la DGT que facilita la interconexión de todos los actores que forman parte del ecosistema de la movilidad para ofrecer información de tráfico en tiempo real a los usuarios de la vía permitiendo así lograr una movilidad más segura e inteligente. Un ejemplo práctico de esta plataforma es la implantación de los nuevos dispositivos de señalización de emergencia (V16) que tiene como finalidad geolocalizar el vehículo en caso de avería.

- **Recopilación de datos en tiempo real (RTTI)**

La información obtenida a partir de datos de infraestructuras, los datos sobre reglamentaciones y restricciones, los datos sobre el estado de la red y datos sobre el uso de la red en tiempo real, puede ser recopilada por autoridades viarias y por los operadores de infraestructuras (público o privados), y suministrarse por medio de servicios de información sobre el tráfico con fines diferentes, como, por ejemplo:

- Enviar mensajes a los usuarios en tiempo real desde los diferentes centros de control urbanos e interurbanos.
- Controlar sistemas de gestión del tráfico de forma dinámica y segmentada, por ejemplo, implementando algoritmos de señalización e iluminación dinámica.

³⁸ [National Access Point](#) de datos del transporte en España, MITMA

³⁹ Plataforma [DGT 3.0](#)

- Prevenir accidentes de tráfico, mediante el análisis de los datos y un mayor entendimiento de las situaciones.
- Gestionar situaciones especiales con toda la información de los vehículos implicados.
- Optimizar las rutas y las conexiones con el transporte público.

Los datos de tráfico, transporte público y flotas de transporte de mercancías son la base para la generación de información sobre tráfico en tiempo real. En la Unión ya existe un mercado para el suministro de servicios de información sobre tráfico en tiempo real, y la regulación ha avanzado en los últimos años para establecer las condiciones correctas para proteger este mercado y desarrollarlo de maneras innovadoras, aunque todavía con margen mejora. La recopilación y gestión de datos en tiempo real requiere seguir evolucionando para dar acceso con una cobertura geográfica mayor y sin fisuras.

▪ Acceso a los datos del vehículo

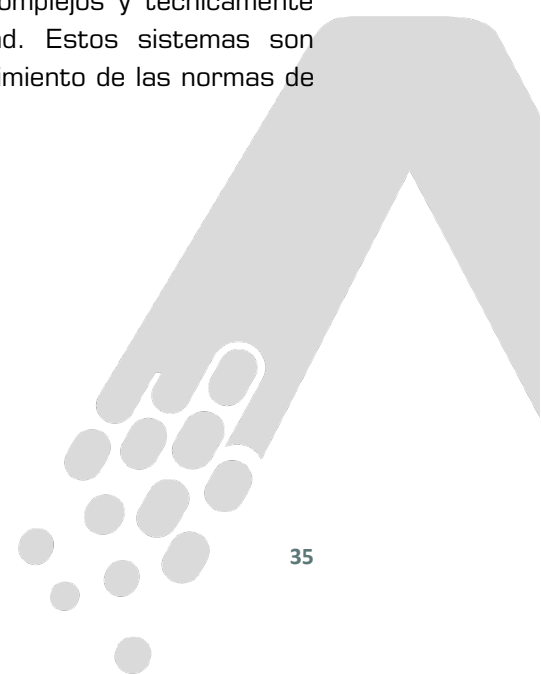
En la actualidad, los vehículos modernos generan alrededor de 25 gigabytes de datos cada hora y los vehículos autónomos generarán terabytes de datos que podrán utilizarse de cara a unos servicios innovadores relacionados con la movilidad y los servicios de reparación y mantenimiento. Por tanto, el vehículo conectado depende cada vez más de la recopilación, el uso y el procesamiento de datos. Los vehículos actuales están cada vez más conectados en el sentido de que pueden intercambiar esta información de forma inalámbrica con otros vehículos, usuarios, fabricantes y proveedores de servicios externos.

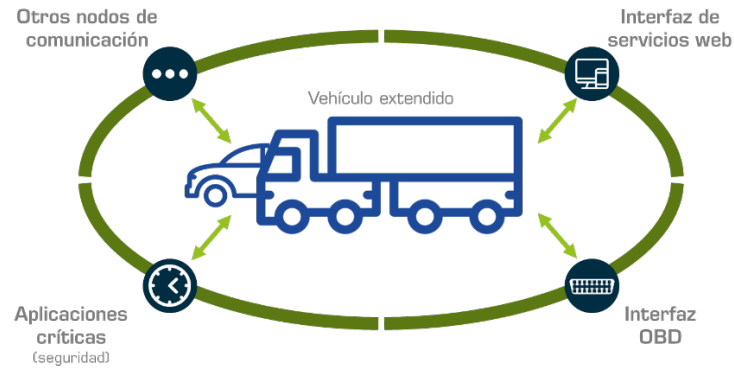


Los vehículos modernos generan alrededor de 25 gigabytes de datos cada hora, y los vehículos autónomos generarán terabytes de datos que pueden utilizarse de cara a unos servicios innovadores”

Comisión Europea, Estrategia Europea del Dato

De hecho, compartir datos generados por el vehículo puede tener un valor agregado para los consumidores. Pero, al mismo tiempo, se debe entender que un vehículo requiere de unos estándares mucho más altos en seguridad y privacidad de lo que puede tener, por ejemplo, un dispositivo móvil. No es un PC que se pueda reiniciar si ocurre un problema mientras se conduce. Los vehículos contienen sistemas muy complejos y técnicamente sensibles que deben cumplir con altos estándares de calidad. Estos sistemas son desarrollados y supervisados por el fabricante en estricto cumplimiento de las normas de seguridad vial, seguridad del producto y calidad.





Fuente: ACEA

La Unión Europea, en su Estrategia Europea de Datos⁴⁰, publicada en febrero de 2020, reconocía el valor de los datos del vehículo y apuntaba a que “la innovación en este ámbito requiere que los datos de los vehículos se compartan, de forma segura y bien estructurada, de acuerdo con las normas de competencia entre numerosos agentes económicos diferentes”.

Pero, más allá del avance de la legislación, existe una necesidad para abordar las preguntas relacionadas con el intercambio de datos, además de explicar parte de la terminología compleja y técnica que rodea el tema.



Imagen extraída de Freepik

⁴⁰ [Estrategia Europea de Datos, 2020](#)

¿QUÉ BENEFICIOS TRAE CONSIGO LA GENERACIÓN Y EL INTERCAMBIO DE DATOS EN EL VEHÍCULO?



Compartir datos del vehículo puede mejorar la experiencia de la conducción, aumentar la comodidad del conductor, optimizar los productos y contribuir a la mejora de la seguridad vial y la reducción del consumo de combustible. Algunos ejemplos son los siguientes:

- **Asesoramiento sobre rutas más fáciles y seguras, evitando atascos.**
- **Proporcionar información sobre estacionamiento inteligente.**
- **Ponerse en contacto con servicios de emergencia en caso de accidente.**
- **Predecir cuándo un vehículo necesitará mantenimiento o reparación para evitar averías.**
- **Para realizar pagos automáticos de plazas de estacionamiento o los peajes.**
- **Proporcionar información local relevante al instante, funciones de entretenimiento y otros servicios.**

¿QUÉ TIPO DE DATOS PUEDE COMPARTIR UN VEHÍCULO?



Algunos de los datos generados por los vehículos para mejorar la seguridad en la conducción, aumentar la comodidad y contribuir a reducir el consumo, son los siguientes:

- **Presión de los neumáticos.**
- **Velocidad del vehículo.**
- **Kilometraje.**
- **Consumo de combustible.**
- **Nivel de aceite.**
- **Estado del motor.**
- **Estado de carga de la batería.**
- **Ángulo de dirección.**
- **Temperatura exterior del vehículo.**

Estos datos generados por el vehículo no incluyen los datos importados por los usuarios (ej. listas de contactos de teléfonos móviles, o destinos seleccionados para la navegación), ni datos recibidos de fuentes externas (ej. información transmitida por otros vehículos o usuarios de la carretera). La mayoría de los datos generados son de naturaleza técnica. Existen solo temporalmente, se usan **localmente** dentro de los sistemas del vehículo y **nunca se almacenan**.

La única excepción son los registradores de datos de incidencias (EDR), que son cajas negras diseñadas exclusivamente para registrar y almacenar parámetros e información críticos relacionados con una colisión; estas cajas serán obligatorias para todos los turismos a partir de 2024.

QUÉ TIPO DE DATOS PUEDE COMPARTIR EL VEHÍCULO

ALGUNOS DATOS GENERADOS POR EL VEHÍCULO SE PUEDEN UTILIZAR PARA:

- Mejora de la experiencia de conducción
- Aumentar el confort para el conductor
- Optimizar productos y servicios
- Contribuir a objetivos sociales como la mejora de la seguridad vial y la reducción del consumo de combustible



Fuente: ACEA. Elaboración ANFAC

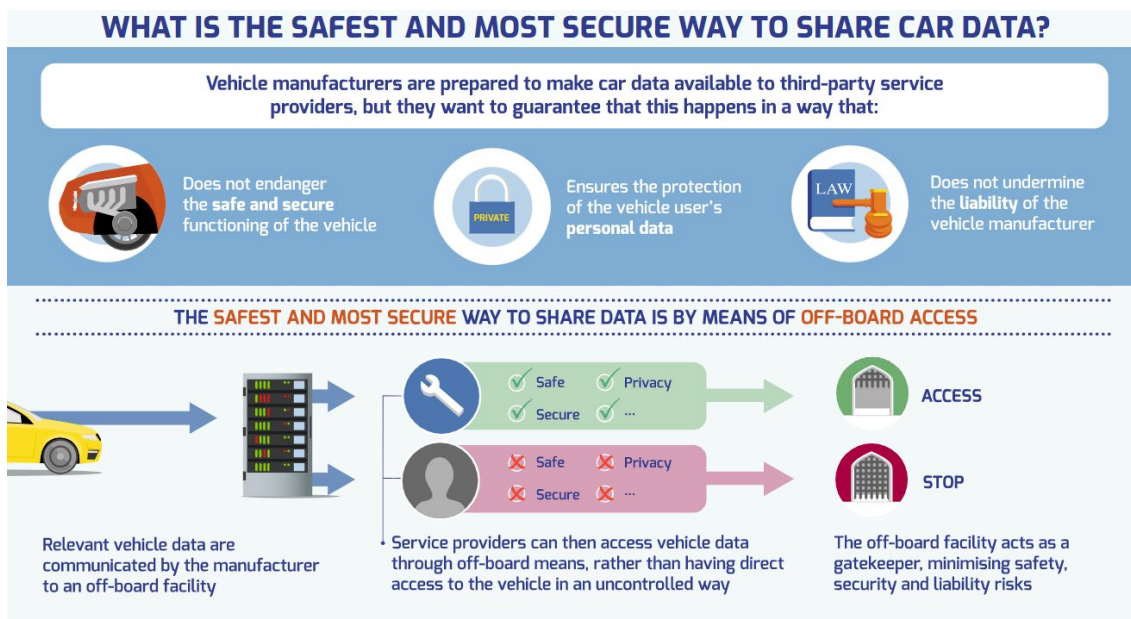
¿CÓMO PUEDEN ACCEDER LOS PROVEEDORES DE SERVICIOS A ESTOS DATOS Y CÓMO ESTÁ PROTEGIDO EL USUARIO ANTE LOS RIESGOS DE LA MOVILIDAD CONECTADA?

A la hora de compartir datos del vehículo es fundamental garantizar la protección de los datos personales del usuario, no poner en riesgo el funcionamiento seguro del vehículo y cumplir con la responsabilidad que marca la normativa. Por un lado, los propietarios de los vehículos tienen derecho a decidir con quién comparten sus datos personales y con qué fines. Los datos personales de los usuarios están disponibles de acuerdo con la legislación de protección de datos de la UE⁴¹. Siguiendo las normas establecidas por el marco europeo, los datos se comparten con terceros únicamente si:

- **Existe un contrato con el cliente.**
- **Con el consentimiento previo del consumidor.**
- **Cumpliendo con las obligaciones legales que se establecen en la normativa europea.**

Para limitar los riesgos, los fabricantes comunican los datos de manera segura a una instalación externa o servidor remoto seguro. Los proveedores de servicios pueden acceder a los datos del vehículo a través de estos servidores, en lugar de hacerlo directamente sobre el vehículo, para minimizar los riesgos de seguridad y responsabilidad. Por tanto, el acceso externo a los datos proporciona una interfaz abierta pero protegida para terceros, ya que opera de acuerdo con reglas técnicas, de protección de datos y de competencia claramente definidas.

⁴¹ [General Data Protection Regulation](#), Comisión Europea



Fuente: ACEA

Todas estas cautelas responden a la gravedad de los riesgos que se pretenden evitar en caso de un acceso directo malicioso a los datos del vehículo. Algunos de los ejemplos más famosos son:

- **Ataques Hacker:** el acceso directo de terceros a las funciones del vehículo puede facilitar los ataques de piratas informáticos, ya que cada nueva interfaz de datos externos aumenta la cantidad de posibles objetivos y puntos de entrada. Esto podría permitir el robo de automóviles o el desbloqueo remoto de una puerta, así como crear oportunidades para el fraude o el robo de datos personales.
- **Peligro para safety-critical functions:** las funciones críticas para la seguridad, como el sistema de frenado, pueden verse afectadas negativamente por el uso saturado de los recursos del vehículo y de la capacidad informática para la puesta en servicio de aplicaciones de terceros no homologadas.
- **Distracción del conductor:** si terceros externos tienen un acceso no controlado a los sistemas a bordo, las interfaces de usuario y las pantallas de funciones de su vehículo, podrían desviar la atención del conductor y provocar un accidente.
- **Software malfunction:** dar acceso directo y no controlado a los datos del vehículo puede tener consecuencias no deseadas por la instalación de software adicional. Algo que puede no ser demasiado preocupante en un terminal móvil, representa un riesgo para en un vehículo en movimiento con personas en su interior.

Por tanto, en aras de la seguridad y protección de los usuarios, los fabricantes han adoptado 5 principios clave de protección de datos: ser transparentes, dar opciones a los clientes, tener en cuenta la protección de datos en todo momento, mantener la seguridad de los datos y tratar los datos personales de conformidad con la normativa.

▪ Ciberseguridad

Un aspecto clave relacionado con el anterior, y que es una realidad ya en el caso del vehículo conectado, y más a futuro en el del vehículo automatizado es la protección de los datos generados por el vehículo.

La Estrategia Europea de la Ciberseguridad⁴², publicada por la Comisión Europea en diciembre de 2020, pone sobre relieve la importancia de “intensificar el liderazgo en normas y estándares internacionales en el ciberespacio, y fortalecer la cooperación con socios de todo el mundo para promover un ciberespacio global, abierto, estable y seguro”. Una de las prioridades está ligada a la seguridad en aplicaciones críticas o de alto riesgo, como la de los vehículos conectados y automatizados. Por ejemplo, un pirata informático puede obtener acceso a los datos privados o manipular el software del vehículo. Por ello, es muy importante impulsar una **cultura de la ciberseguridad** y adoptar un ciclo de vida de la ciberseguridad con el objetivo de mejorar la protección de los vehículos contra los ciberataques.



Imagen extraída de Freepik

⁴² [Estrategia Europea de la Ciberseguridad](#)

4.2 MARCO REGULATORIO DEL VEHÍCULO CONECTADO

▪ Marco regulatorio de transporte inteligente

Como se ha mencionado anteriormente, el aumento de la demanda de movilidad ha impulsado la necesidad de contar con infraestructura digital que permita diseñar soluciones para el transporte como los sistemas ITS. Para dar una solución a esta situación, en 2010, la Unión Europea adoptó la Directiva 2010/40/UE⁴³ por la que se establece el marco para la implantación de los sistemas de transporte inteligentes en el sector del transporte por carretera y para las interfaces con otros modos de transporte, con el principal objetivo de contar con una normativa común que asegure una implantación coordinada de las tecnologías de la información que puedan implementarse en el sector del transporte.

En este marco, la Unión Europea estableció unos ámbitos prioritarios para la implementación inteligente de los sistemas ITS, entre los que se encuentran:

- El suministro de servicios de información sobre desplazamientos multimodales en toda la Unión.
- El suministro de servicios de información sobre tráfico en tiempo real en toda la Unión.
- Datos y procedimientos para facilitar, cuando sea posible, información mínima sobre el tráfico universal en relación con la seguridad vial, con carácter gratuito para el usuario.
- El suministro armonizado de un número de llamada de emergencia en toda la Unión (eCall).
- El suministro de servicios de información sobre plazas de aparcamiento seguras y protegidas para los camiones y vehículos comerciales.

Posteriormente, con motivo del cumplimiento de objetivo marcado por la Estrategia de Movilidad Sostenible e Inteligente, la Comisión Europea presentó en diciembre de 2021 una propuesta de revisión de la Directiva ITS y algunos de sus reglamentos delegados, y anunció que apoyaría la creación de un mecanismo de coordinación para los puntos de acceso nacional (NAP). La revisión forma parte también de la evolución de la Estrategia Europea de Datos⁴⁴. Entre las novedades incluye medidas que aceleren el despliegue de estos sistemas, como la movilidad conectada y automatizada, o las plataformas online que permitan a los usuarios acceder a varios modos de transporte.

En un reciente informe⁴⁵ del Think Tank del Parlamento Europeo, en el que se resume el estado actual del proceso de actualización de la Directiva ITS, se señalan los beneficios potenciales que traerá esta revisión, tales como: menores barreras de entrada al mercado de nuevas empresas, la mejora en la innovación debido a la mayor y mejor disposición de los datos *Open Source*, la mejora en la eficiencia debido a la mayor calidad de los datos, la

⁴³ [Directiva 2010/40/UE](#), de 7 de julio de 2010 por la que se establece el marco para la implantación de los sistemas de transporte inteligentes en el sector del transporte por carretera y para las interfaces con otros modos de transporte.

⁴⁴ [Estrategia Europea de Datos](#) de la Comisión

⁴⁵ [Informe estado revisión de la Directiva de ITS](#): Think Tank Parlamento Europeo

creación de empleos, la mejora de la experiencia del usuario y accesibilidad gracias a las plataformas digitales multimodales, la mejora de seguridad y reducción de accidentes y la reducción de emisiones y consumo de energía, entre otros.

Otra de las normativas clave para comprender el marco de ITS es el Reglamento delegado (UE) 2022/670⁴⁶, por el que se completa la Directiva 2010/40/UE en lo que se refiere al suministro de servicios de información sobre el tráfico en tiempo real a escala de la Unión Europea, estableciendo requisitos para garantizar la accesibilidad, el intercambio, la reutilización y la actualización de los datos en toda la red de carreteras accesible al público o que forman parte de la red global de la RTE-T.

A nivel nacional, el Real Decreto 662/2012⁴⁷, que transpone la Directiva europea al marco nacional, incluye, entre otros, la creación de un Registro de aplicaciones y servicios de sistema de transporte inteligentes. En él, se inscribirán las entidades, Administraciones y demás proveedores de aplicaciones y servicios de sistemas ITS en España, cuyo responsable es el organismo autónomo de la DGT.

▪ Marco regulatorio de acceso a los datos del vehículo

La Comisión Europea publicó, en febrero de 2020, la Estrategia Europea de Datos. La estrategia tiene como objetivo la creación de un mercado único de datos que permita que “fluyan libremente dentro de la Unión y entre sectores en beneficio de las empresas, los investigadores y las administraciones públicas”.

Para lograr dicho fin, la estrategia se apoya en medidas políticas e inversiones que hagan posible la economía de los datos de los próximos años. En paralelo, la Comisión presentó una Comunicación titulada “Configurar el futuro digital de Europa”⁴⁸.

El marco europeo general de acceso a los datos parte de esta Estrategia, y cuenta con las siguientes piezas regulatorias:

- **Ley Europea de Gobernanza de Datos**⁴⁹: pilar clave de la estrategia europea y su objetivo es aumentar la confianza en el intercambio de datos, fortalecer los mecanismos para aumentar la disponibilidad de los datos y superar los obstáculos técnicos para la reutilización de estos. Esta Ley apoya la creación y el desarrollo de espacios comunes de datos a nivel europeo en dominios estratégicos, a nivel público y privado, en sectores en los que se incluye el transporte (ej. datos de movilidad y navegación en tiempo real). La Ley entró en vigor el 23 de junio de 2022 y se aplicará a partir de septiembre de 2023.
- **Mercado Único de los datos**: en paralelo la Unión Europea está creando un mercado único de datos en el que los datos puedan fluir dentro de Europa y entre sectores, las normas europeas, en particular la privacidad y la protección de datos, así como la ley de competencia se respeten plenamente. Entre otros aspectos, la Comisión

⁴⁶ [Reglamento delegado \(UE\) 2022/670](#), de 2 de febrero de 2022, por el que se completa la Directiva 2010/40/UE en lo que se refiere al suministro de servicios de información sobre el tráfico real.

⁴⁷ [Real Decreto 662/2012](#), de 13 de abril, por el que se establece el marco para la implantación de los sistemas inteligentes de transporte (SIT) en el sector del transporte por carretera y para las interfaces con otros modos de transporte.

⁴⁸ [Configurar el futuro digital de Europa](#), Comisión Europea

⁴⁹ [Ley de Gobernanza de Datos](#), Comisión Europea

Europea tiene previsto desarrollar las reglas sobre el acceso y la reutilización de los datos en cada uno de los sectores clave (incluida automoción).

- **Ley de Datos Europea (Data Act)⁵⁰:** la Comisión presentó en febrero de 2022 la propuesta sobre normas armonizadas para el acceso justo a los datos y su uso. Esta propuesta está en la fase final de tramitación y aprobación, y está previsto que se publique en 2023. Su objetivo es garantizar la equidad mediante el establecimiento de normas al uso de los datos generados por los dispositivos de Internet de las cosas (IoT), así como garantizar la coherencia entre los derechos de acceso a los datos, que a menudo se desarrollan para situaciones específicas y con diferentes reglas y condiciones.
- **Futura propuesta de Reglamento para regular el acceso a los datos del vehículo:** el acceso a los datos del vehículo no es algo novedoso, pues comenzó a regularse a nivel europeo desde 2007, en el marco de la homologación de tipo, para los datos de reparación y diagnóstico a bordo (OBD) para garantizar una competencia leal en el mercado de posventa de reparación y mantenimiento (RMI). Desde entonces, el mercado de los vehículos conectados se ha desarrollado exponencialmente. Ya en 2018, más del 85% de todos los vehículos nuevos estaban conectados de forma inalámbrica a la red, y según la Comisión Europea, se espera que más de 470 millones de vehículos conectados circulen por las carreteras de Europa, USA y China en 2025⁵¹.

Por ello, la Comisión Europea **está desarrollando una propuesta de reglamento que establezca las condiciones para acceder y utilizar dichos datos generados en el vehículo**. Su objetivo es crear reglas claras y favorables a la competencia para los servicios que se basen en el acceso a los datos del vehículo, por ejemplo: reparación y mantenimiento, car sharing, movilidad como servicio, etc.

▪ Marco regulatorio de la ciberseguridad y actualización de software

Dentro del Foro Mundial para la Armonización de la Reglamentación sobre Vehículos (UNECE WP.29), el grupo de trabajo GRVA “Working Party on Automated/Autonomous and Connected Vehicles” desarrolló, aprobó y publicó en junio de 2020 dos reglamentos que contienen requisitos de ciberseguridad y actualización de software para el vehículo conectado:

- **Reglamento CEPE 155⁵² de disposiciones relativas a la homologación de vehículos en lo que respecta a la ciberseguridad:** Este reglamento desarrolla, dentro del marco de la homologación, los requisitos de ciberseguridad del vehículo (producto) y de los procesos de ingeniería asociados (desarrollo, producción, operación,

⁵⁰ [Ley de Datos Europea](#), Comisión Europea

⁵¹ [ITS digest](#), Febrero 2018

⁵² [Reglamento UNECE n.º 155](#) de disposiciones uniformes relativas a la homologación de los vehículos de motor en lo que respecta a la ciberseguridad y al sistema de gestión de esta.

mantenimiento y retirada del servicio) que deberán cumplirse a través del sistema de gestión de la ciberseguridad (CSMS).

Esta normativa, cuya entrada en vigor se produjo en enero de 2021, ha sido adoptada por 54 Estados de los 56 miembros de UNECE (todos salvo USA y Canadá), que son los que tienen firmado un acuerdo de reconocimiento recíproco de la regulación. Por su parte, la Unión Europea ha establecido que todos los vehículos que se homologuen a partir de **julio de 2022** tendrán que cumplirlo. Este requisito se extenderá a todos los vehículos nuevos a partir de **julio de 2024**.

- **Reglamento CEPE 156⁵³ de disposiciones relativas a la homologación de vehículos en lo que respecta a las actualizaciones de software:** El reglamento desarrolla, dentro del marco de homologación, los requisitos mínimos de los procesos de actualización de software (tanto las de por cable como las *Over-the-air*).

La normativa, a nivel europeo, que entró en vigor en enero de 2021, es obligatoria para vehículos homologados desde **julio de 2022** y será obligatorio para nuevos vehículos en **julio de 2024**.



Imagen extraída de Freepik

⁵³ [Reglamento UNECE n.º 156](#) de disposiciones uniformes relativas a la homologación de los vehículos en lo que respecta a las actualizaciones de software y al sistema de gestiones de actualizaciones de software.

4.3 LÍNEAS DE ACCIÓN NACIONAL

▪ Desarrollo de un marco normativo para los servicios que se basen en el acceso a los datos del vehículo

Contar con un marco normativo claro y preciso para el **acceso a los datos del vehículo** es un elemento clave. En esta línea, la Comisión está trabajando en una propuesta de reglamento a nivel europeo que establecerá las condiciones para acceder y utilizar los datos generados en el vehículo. Este marco deberá garantizar algunos aspectos que serán esenciales para los fabricantes de vehículos:

- Garantizar la privacidad del usuario de conformidad con el reglamento de protección de datos (GDPR).
- Definir un marco común para la descripción de los datos del vehículo.
- Definir un catálogo de datos disponible para cada fabricante claro y preciso.
- Limitar el impacto sobre la arquitectura del producto que se desee comercializar y garantizar la protección de los secretos comerciales o *trade secrets* para los fabricantes de vehículos.
- Garantizar que el marco normativo no suponga un desincentivo para las empresas que operan el dato.

▪ Análisis y desarrollo de nuevos entornos en términos de comunicaciones

Analizar la necesidad de un modelo de gestión y explotación del espectro de frecuencia para aplicaciones 5G

Existe una demanda creciente en el sector de automoción relativa al uso de la banda de frecuencia en entorno 5G para aplicaciones y sistemas que requieran de alta tasa de transferencia de información, donde se requiere el uso de bandas amplias para garantizar dicha transferencia con bajas latencias.

En el ámbito de la movilidad, hablamos de las aplicaciones al vehículo conectado e integración V2X y aplicaciones de movilidad como servicio (MaaS). No obstante, como veremos más adelante, este campo requiere estandarizar el uso de la banda de frecuencia para esta función.

La tecnología 5G se encuentra aún en una fase de madurez en la que la penetración es escasa y los costes de implementación son elevados, por lo que conviene impulsar la creación de **pruebas piloto** con esta tecnología para que los fabricantes comiencen a considerar sus potenciales beneficios y madurar los distintos casos de negocio.

Como ejemplo de esta evolución, en España, los despliegues de la banda de 3.5 GHz de altas prestaciones han sido un éxito, colocando a nuestro país en la cabeza de los despliegues en Europa. Sin embargo, estos proyectos, que se vienen realizando desde el año 2022 (ej. Telefónica) se han realizado desde una cobertura *Non-Standalone* (NSA). Esto significa que el “Core” de la red ha sido fundamentalmente 4G+ con opción a red 5G integrada, esto es, no se ha realizado sobre una infraestructura 100% nativa 5G.

Por tanto, en primer lugar, se debe alcanzar un desarrollo de **red 5G totalmente nativa y compatible con el despliegue Standalone (SA)**.

Las redes Standalone se encuentran íntimamente conectadas a la tecnología **Network Slicing**, esto es, diferentes redes 5G lógicas sobre infraestructura común. Esta tecnología permitiría la creación de redes personalizadas que responden a necesidades específicas de servicios diferenciales. Como ejemplo de Network Slicing, se podría contemplar la posibilidad de crear una Slice especialmente dedicada a movilidad en la que los vehículos se pudieran conectar directamente a ella, sin tener que depender del uso de esta red para estos recursos.

Analizar la necesidad de uso de bandas milimétricas de frecuencia en entorno 5G

Por otra parte, se debe fomentar el despliegue de las distintas bandas milimétricas en entorno 5G para garantizar la conectividad masiva, bien mediante sandboxes regulatorios o mediante otros proyectos. Las tres bandas más importantes son:

- Banda milimétrica de 700 MHz.
- Banda milimétrica de 3.5 GHz.
- **Banda milimétrica de 26 GHz.**

Hoy en día no existe todavía un **despliegue de la banda mm de 26 GHz**. Esta banda es especialmente relevante para las aplicaciones de movilidad, como complemento para las zonas con mayores necesidades en términos de ancho de banda. En cualquier caso, esta banda debe considerarse de forma complementaria a las otras bandas de frecuencia (700 y, 3.5 GHz). El uso de las 3 bandas propuestas en 5G debería garantizar la continuidad del servicio haciendo la red visible y disponible en todas las carreteras, fábricas, etc.

