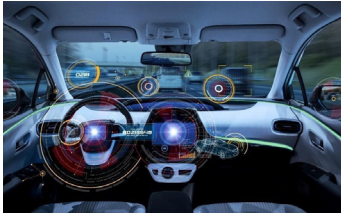


Ecosistema del vehículo conectado en España



The connected vehicle ecosystem in Spain

Grupo de Trabajo ITS y vehículo autónomo

Comité Técnico C13 "Seguridad Vial" de la ATC

El ecosistema del vehículo conectado en España implica la integración de los vehículos con la infraestructura vial y con las redes de comunicación, permitiendo una conducción más segura y eficiente. Este avance se basa en un pilar fundamental: la evolución de la tecnología aplicada a cada uno de los tres componentes, como vehículos equipados con sensores y sistemas de comunicación intravehicular y extravehicular, las infraestructuras inteligentes y las telecomunicaciones de corto y largo alcance. El desafío es asegurar la privacidad y adaptarse a la coexistencia de vehículos con diferentes niveles de conectividad, requiriendo una evolución sincronizada de infraestructura, vehículos y usuarios. En España, la infraestructura vial está avanzando hacia la conectividad mediante 13,000 km de fibra óptica y 10,000 dispositivos de monitorización gestionados por la DGT. Sin embargo, el país enfrenta retos significativos en la adaptación tecnológica de sus carreteras, especialmente en vías no principales, debido a limitaciones geográficas y técnicas, de su parque móvil y de sus usuarios y políticas de seguridad vial.

Sin embargo, algunos ejemplos de experiencias llevadas a cabo ponen de manifiesto los pasos dados en este sentido por las administraciones españolas.

Por último se hace una reflexión sobre la resolución de un mínimo de cuestiones técnicas y funcionales, sin perder de vista que el objeto final de la seguridad vial es el usuario.

The connected vehicle ecosystem in Spain involves the integration of vehicles with road infrastructure and communication networks, enabling safer and more efficient driving. This progress is based on a fundamental pillar: the evolution of technology applied to each of the three components, such as vehicles equipped with sensors and intra-vehicular and extra-vehicular communication systems, intelligent infrastructures and short- and long-range telecommunications. The challenge is to ensure privacy and adapt to the coexistence of vehicles with different levels of connectivity, requiring a synchronized evolution of infrastructure, vehicles and users. In Spain, the road infrastructure is moving towards connectivity through 13,000 km of fiber optics and 10,000 monitoring devices managed by the DGT. However, the country faces significant challenges in the technological adaptation of its roads, especially on non-major roads, due to geographical and technical limitations, its vehicle fleet and users, and road safety policies.

However, some examples of experiences carried out show the steps taken in this direction by Spanish administrations.

Finally, a reflection is made on the resolution of a minimum of technical and functional issues, without losing sight of the fact that the ultimate object of road safety is the user.

Prólogo

(Por Roberto Llamas Rubio, presidente del Comité Técnico de Seguridad Vial de la Asociación Técnica de Carreteras (ATC))

La movilidad de los ciudadanos debe entenderse como un derecho y así se recoge en la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030 desarrollada por el MITMA. Y esta movilidad debe ser lo más segura posible, para lo cual debe estar inspirada en los principios del sistema seguro, donde se consideran inaceptables las víctimas en carretera y se persigue la tan deseada Visión Zero, Cero muertes y Cero heridos graves.

Dentro de esta coyuntura, reseñar que actualmente estamos inmersos en una época tecnológica con un proceso de importantes innovaciones y transformación de digitalización de la carretera. Esto conllevará un mayor avance en la circulación conectada y alcanzar un alto grado de circulación autónoma, que llegará más pronto que tarde. Y en este contexto, la circulación conectada y autónoma crea unas altas expectativas para conseguir mejoras importantes en la seguridad vial. Pero si bien, dentro del colectivo científico es admitido que la conducción conectada y autónoma supondrá un gran avance en la reducción de los accidentes de tránsito, igualmente es aceptado que ello no supondrá, por sí sola, alcanzar el objetivo anhelado de cero víctimas mortales.

Todo hace apuntar que la tecnología está yendo muy deprisa y, a veces, sin considerar a algunos de los agentes involucrados (vehículo/usuario). Pero el grado de desarrollo es muy heterogéneo entre los países. Así, España aparece en los últimos puestos del ranking internacional en cuanto a desarrollo de la tecnología necesaria para una conducción conectada y su aplicación a la infraestructura.

Concretamente, apenas un 20% del parque automovilístico español en la actualidad está conectado, por lo que nos queda mucho por hacer. Una de las claves de este “retraso” puede estar en el alto coste a la hora de renovar el vehículo tradicional por uno que cuente con conectividad de serie, lo que hace que “no esté al alcance de todos”. Por lo que los servicios que permitan la posibilidad de transformar un automóvil en uno inteligente ayudarán a democratizar esta movilidad del futuro.

No obstante, la generalización del vehículo conectado y autónomo contribuirá a alcanzar el objetivo de la Visión Zero, pero en el camino también acarreará nuevos desafíos y retos, así como también nuevos roles de responsabilidades que deberán ser resueltos previamente. Algunas cuestiones tan importantes como las derivadas de la fiabilidad, seguridad de la conectividad (ante posibles interrupciones o falta de transmisibilidad necesaria), legibilidad de las marcas viales y señalización de la carretera en cualquier circunstancia meteorológica, etc.

Estas cuestiones y otros aspectos e implicaciones que conlleva la conducción conectada es lo que ha promovido al Comité de Seguridad Vial a analizar la implicación de la conducción autónoma en la seguridad de la circulación y el grado de implantación en nuestro país. Para ello, se creó un grupo de trabajo pilotado inicialmente por Alonso Domínguez y posteriormente por Ana Samper, ambos de NTT Data.

Como resultado de este trabajo, se presenta este primer artículo sobre el ecosistema del vehículo conectado en España, donde se expone de forma resumida y didáctica los elementos principales participantes en dicho ecosistema (vehículos, infraestructura, comunicaciones y otros), pasando por una descripción del estado del arte y experiencias en esta materia y finali-

zando con el planteamiento de las carencias técnicas y funcionales más significativas existentes actualmente y las principales conclusiones obtenidas.

Por último, y como Presidente del citado Comité, quisiera dejar constancia de mi agradecimiento a los miembros del grupo de trabajo autor del presente artículo, por el esfuerzo y trabajo realizado, que estoy seguro que ayudará a familiarizarse en este ámbito, a los más iniciados, y a ampliar el conocimiento sobre la situación actual y la problemática existente que conlleva la conducción conectada y autónoma y que habrá que resolver de manera satisfactoria.

1. Introducción

Cuando buscamos en internet información acerca de los vehículos conectados con la infraestructura encontramos estas preguntas:

¿Te imaginas un coche hablando con los semáforos? ¿O una carretera que le dice al coche que hay hielo en la calzada?

¿Se imaginan poder anticiparse a los peligros que pudieran aparecer en la carretera como si tuvieran un “sexto sentido” al volante?

Los conductores, de manera tradicional, han recibido información visual y en ocasiones sonora de su entorno: otros vehículos (y sus conductores), señales de tráfico, marcas viales, dispositivos de control de tráfico, policía, personal de servicios de emergencia, etc.

Actualmente, el conductor cuenta con dispositivos, dentro y fuera del vehículo, que le ayudan en la conducción más allá de la mera visión del conductor y de la señalización estática, como paneles de mensajería variable que informan en tiempo real de incidencias (accidentes, retenciones, mal tiempo...), semáforos que adaptan su funcionamiento a las condiciones del

tráfico optimizando la regulación del flujo de vehículos, pasos de peatones que alertan a los conductores cuando un peatón se acerca, conos conectados, sistemas e-call, etc., sin olvidar todos ADAS (sistemas avanzados de asistencia a la conducción) que incorporan los vehículos.

Esto ha sido posible gracias a los avances tecnológicos experimentados en los vehículos, en las telecomunicaciones y en los elementos de la infraestructura.

1. La fabricación de vehículos desde el accionamiento manual, hasta la incorporación de sensores y el desarrollo de los sistemas de comunicación intravehicular, como la tecnología CAN bus (Controller Area Network) que conecta los sistemas y sensores individuales.



Figura 1. Advertencia de infracción de semáforo en rojo
Fuente: <https://www.its.dot.gov/>

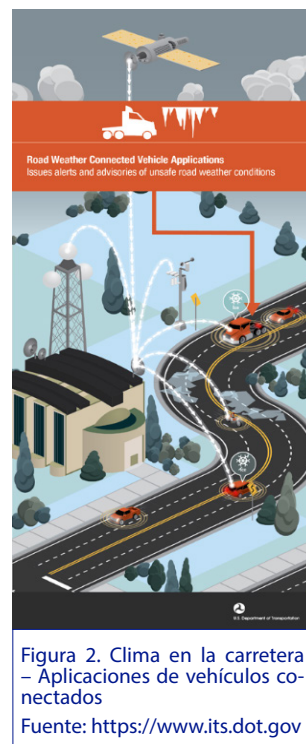


Figura 2. Clima en la carretera – Aplicaciones de vehículos conectados
Fuente: <https://www.its.dot.gov>

2. Las telecomunicaciones desde la telefonía por cable hasta las redes de comunicación inalámbrica (telefonía móvil) e internet. Esta evolución, ha permitido extender las capacidades de comunicación a cualquier lugar, sin necesidad de acoplarse a ningún elemento físico, pudiendo enviar y/o recibir datos de toda tipología desde cualquier dispositivo en cualquier localización. La tecnología Cloud, a su vez, ha permitido incorporar, dentro de internet, capacidades de almacenamiento y procesamiento de datos masivos a costes muy reducidos. Y finalmente, la evolución de la industria electrónica ha permitido fabricar módulos de comunicación inalámbrica de mínimo tamaño y a bajo coste.



Figura 3. El coche que habla con los semáforos

Fuente: SEAT, <https://www.seat.es/sobre-seat/noticias/corporativas/>



Figura 4. Detección de obstáculos en la carretera

Fuente: Coches con G5: conducir con un sexto sentido (SEAT, <https://www.seat-mediacycenter.es/>)



Figura 5. Información visual al conductor

Fuentes: <https://www.autopista.es/noticias-motor/>; <https://www.lavozdegallicia.es/noticia/gallicia/2015/07/23/>; <https://www.auto10.com/reportajes/>



Figura 6. Evolución en la fabricación de vehículos

Fuente: <https://auction-team.de/>; <https://pixabay.com/es/>; <https://noticias.coches.com/>; <https://diag-electronic.com/>

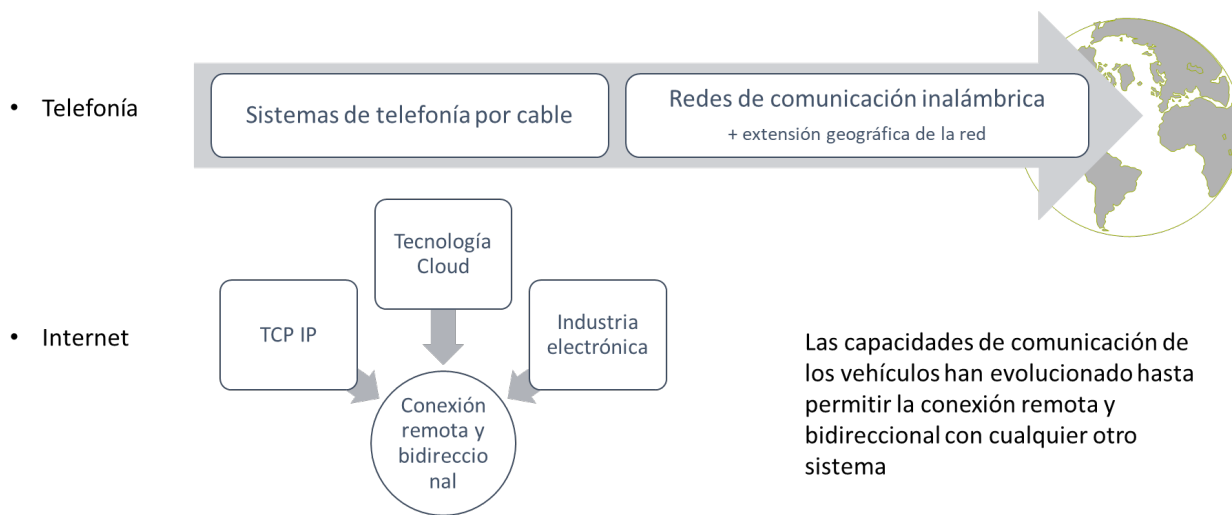


Figura 7. Evolución en las telecomunicaciones



Figura 8. Evolución del equipamiento de la carretera

Fuentes: <https://auction-team.de/>; <https://pixabay.com/es/photos/>; <https://diag-electronic.com/>

En la figura 9 se muestra la evolución cronológica de los avances referidos.

Vemos como los vehículos ya empiezan a tener la capacidad de almacenar datos en los años 80, junto con

los comienzos de la tecnología móvil e internet, pero no es hasta que el desarrollo de la tecnología (más barata, con más alcance y con más capacidad de datos) puede proporcionar nuevas capacidades de información al usuario sobre los parámetros de

conducción cuando se puede hablar de una conducción conectada, que consiste básicamente en recibir datos y alertas telemáticamente y en la conexión remota y bidireccional entre el vehículo y cualquier otro sistema.

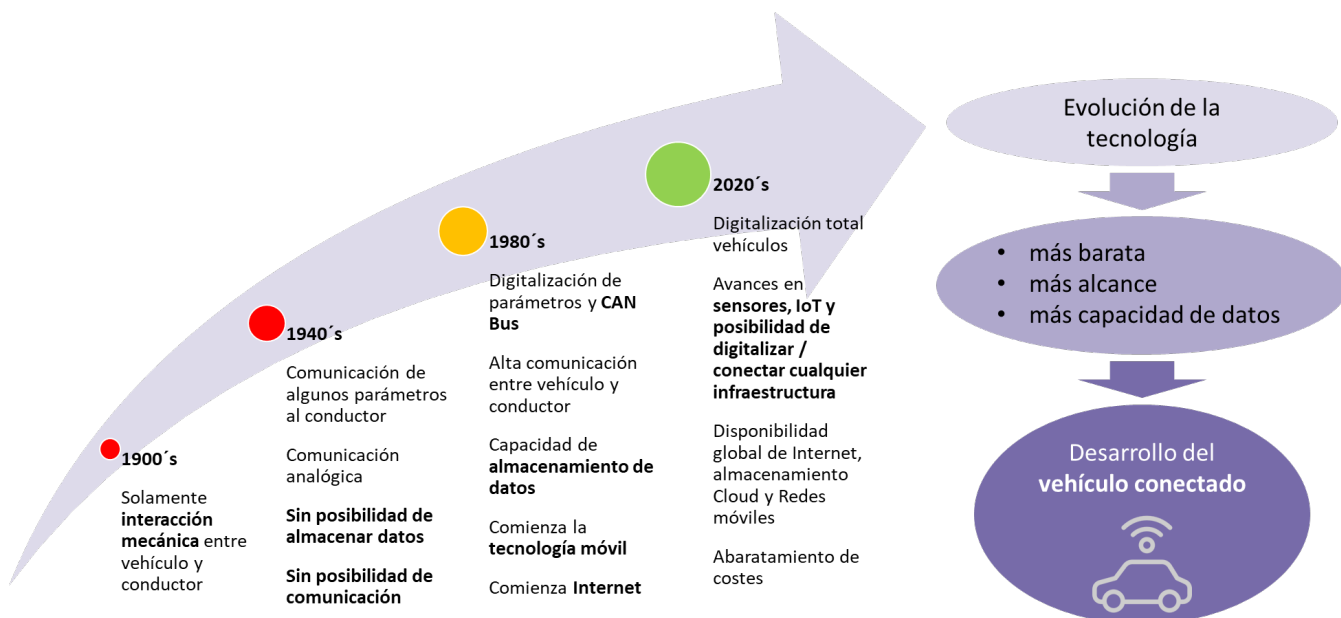


Figura 9. Cronología de la evolución tecnológica de los vehículos

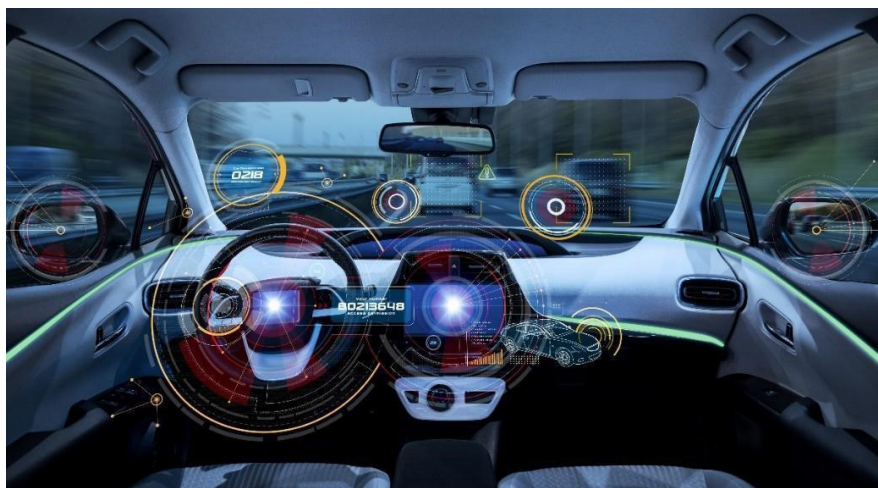


Figura 10. Conducción conectada

Fuente: <https://www.marca.com/coches-y-motos/tecnologia/>

2. Ecosistema de Vehículo Conectado

Pero el vehículo conectado no funciona solo. Necesita, además, de la infraestructura sobre la que circula y las conexiones entre ambos, sin olvidar a los usuarios.

Cuanto mayor sea el flujo de información entre vehículos, dispositivos y servicios de red, podremos conducir percibiendo por anticipado lo que nos vamos a encontrar en la carretera, consiguiendo, por tanto, mejoras en la seguridad, en la movilidad y en los impactos ambientales.

Por ejemplo, en el ámbito de la seguridad podremos conocer si hay un coche averiado ocupando un carril, que un coche se aproxima al mismo cruce que nosotros, que se acerca un vehículo de emergencias, que hay hielo en la calzada, detectar peatones y/o avisarles sobre vehículos que se acercan, etc. Respecto a la movilidad podremos saber cuál es la ruta idónea, la conexión con otros medios de transporte, si hay plazas libres en un aparcamiento, etc. Y en cuanto a los impactos ambientales, tendremos información para poder evitar atascos

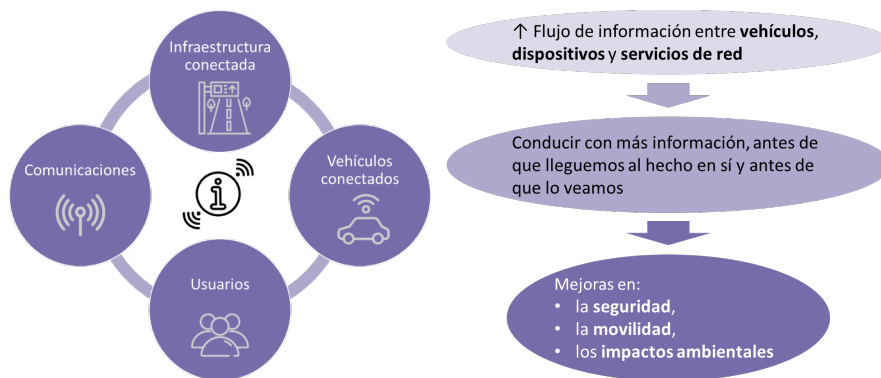


Figura 11. Ecosistema del vehículo conectado

consiguiendo un menor consumo de combustible y, por tanto, generando menos emisiones.

2.1. Vehículo Conectado

El vehículo, como primer componente del ecosistema conectado, tiene acceso a redes de comunicación y está equipado con sensores embarcados, de manera que puede completar la información suministrada por sus sistemas internos con la información recibida de otros elementos de su entorno, combinando ambas para que el sistema de gobierno (conductor, en el caso de vehículo conectado, o automatismo, en el caso de los vehículos autónomos) pueda tomar la decisión más segura y eficiente en todo momento.

Hablamos, por tanto, de:

Comunicación intravehicular, que es la que conecta los diferentes sensores de los que disponga o pueda disponer en un futuro un vehículo (cámaras de alta definición, LIDARs, sensores de proximidad, etc.), mediante diferentes protocolos y medios (CAN bus, LIN, FlexRay, etc.), con la unidad de a bordo del vehículo ("On Board Unit" o "OBU"), que centraliza esa información.

Comunicación extravehicular, denominada V2X (o comunicación del vehículo con todo), que lleva a cabo la unidad de a bordo del vehículo (OBU) del vehículo, lo que permite aumentar el alcance (limitado) de los sensores. Sería el caso, por ejemplo, de un vehículo que se aproxima y no es visible aún por la cámara pero que envía una

señal advirtiéndole de su posición y velocidad.

Las comunicaciones del vehículo conectado V2X, desde el punto de vista funcional, pueden ser:

- V2V (Vehículo a Vehículo): comunicación entre vehículos, utilizada principalmente para aspectos relacionados con la seguridad como, por ejemplo, la prevención de colisiones.
- V2I (Vehículo a Infraestructura): comunicación del vehículo con los dispositivos de la vía y las unidades de carretera (RSU), para priorizar y sincronizar semáforos y señales y contribuir a la eficiencia de la circulación.
- V2N (Vehículo a red "Network"): para comunicarse con una red móvil y la conectividad de la red. [Google Maps, Waze, ...]. Para monitorizar el tránsito y brindar opciones de rutas.
- V2P (Vehículo a Peatón): para detectar a los peatones o a las bicicletas.
- V2D (Vehículo a Dispositivo): para comunicarse con dispositivos inteligentes como smartphones, llaves inteligentes y rastreadores de coches.
- V2G (Vehículo a red, cuadrícula "Grid"): para comunicarse con la red eléctrica (vehículos eléctricos).

Las comunicaciones principales son V2V, V2I y V2N, siendo las demás una extensión de éstas.

En resumen, a más información más eficiencia en la conducción y menos situaciones de riesgo.

2.2. Infraestructura Conectada

La infraestructura viaria también forma parte del ecosistema conectado. Por una parte, el equipamiento vial con el que está dotada supone una

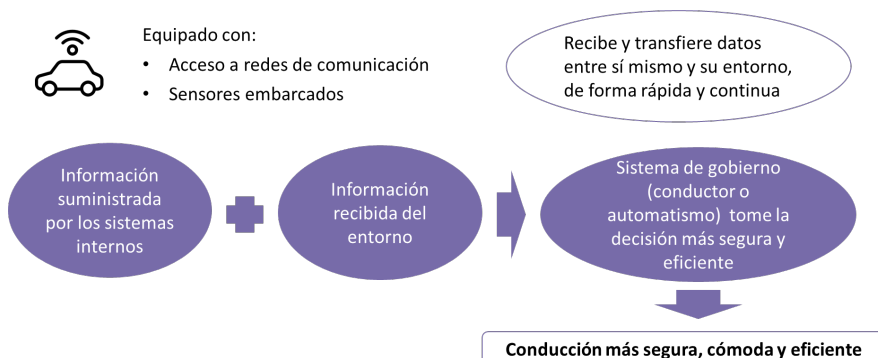


Figura 12. Vehículo conectado

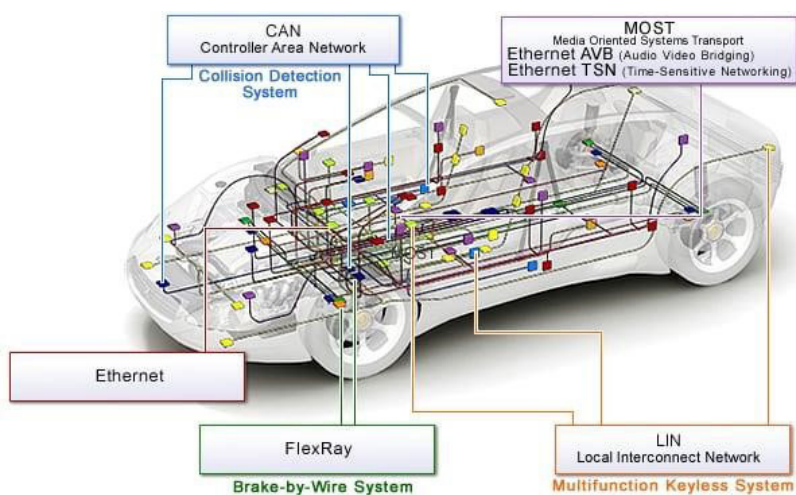


Figura 13. Comunicación intravehicular

Fuente: <https://primatex.tn/expertises/in-vehicle-networks/>

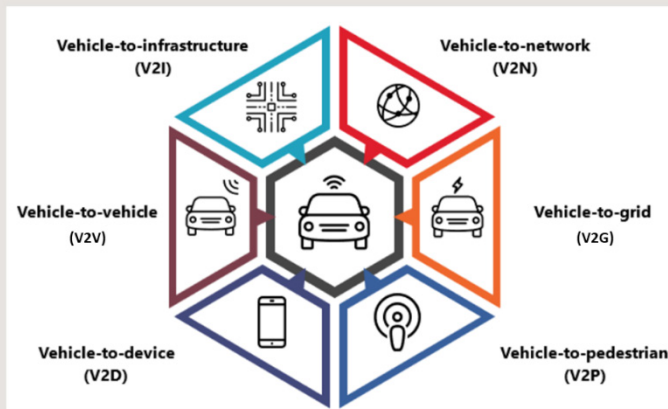
Vehículo a todo (V2X)

Figura 14. Comunicación extravehicular

fuentes de información fundamental para la toma de decisiones. Por otra parte, se puede dotar a los elementos de la infraestructura de la carretera de dispositivos que proporcionen información a los vehículos conectados, o la reciban de estos, mediante conectividad inalámbrica sobre las condiciones de la carretera y el entorno. Estos elementos pueden ser semáforos, señalización vertical, dispositivos de obras y otros tipos de sensores y receptores/emisores como RSU (road side units).

Para que los sensores de los vehículos se conviertan en una alternativa a la transmisión tienen que poder “entender” la infraestructura. En este sentido ¿qué mínimos debe aportar la carretera?

En primer lugar, la infraestructura debería cumplir con las normativas vigentes referentes a trazado y equipamiento vial y contar con una conservación adecuada de la infraestructura y de los elementos instalados en ella. Cuanto mejor esté diseñado y conservado, mejor se percibirá tanto por parte de los conductores como por parte de los sensores de los vehículos.

Incluso habría que ir más allá y conocer las necesidades de operatividad de los vehículos autónomos y conectados para adaptar la infraes-

tructura a sus necesidades y facilitar el desarrollo de estas tecnologías incorporando los cambios necesarios en las normativas correspondientes.

La infraestructura además debe estar sensorizada para permitir y facilitar la comunicación entre los distintos componentes del ecosistema.

Desde hace tiempo la DGT utiliza elementos instalados en las carreteras como aforadores, cámaras y radares para implementar Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS) que hacen posible controlar el estado del tráfico e informar a los usuarios a través de paneles informativos o vía web de las distintas incidencias (accidentes, derrumbamientos, condiciones climáticas adversas, etc.) que suceden en las carreteras mejorando así su seguridad y sostenibilidad.

A este respecto, la DGT en su Plan ITS, organiza y clasifica una serie de servicios ITS que están disponibles actualmente describiendo el equipamiento necesario y los criterios básicos de implantación para facilitar la selección de cada uno de ellos dependiendo de su utilización. Los servicios ITS que describen se estructuran en tres bloques. En el primer bloque se engloban los sistemas cuya función principal es contribuir a la mejora de la seguridad vial y son los siguientes:

- Desvío automatizado por condiciones meteorológicas adversas (niebla o viento).
- Desvío automatizado en infraestructuras singulares por incidentes, accidentes o catástrofes naturales.
- Sistema para el guiado de tráfico en condiciones meteorológicas adversas.
- Cruces inteligentes.
- Detección automática de animales en calzada.
- Detección de usuarios vulnerables en el arcén.
- Semáforo inteligente en travesías.
- Pulsadores para la activación de señalización luminosa en puntos de especial riesgo para la seguridad vial de los peatones.

Los otros dos bloques incluyen servicios ITS relacionados con la Gestión del Tráfico y la Vigilancia y el Control para velar por el cumplimiento de las normas de circulación y señalización existentes.

En un futuro los coches podrán interactuar con estos dispositivos, pero también podrán comunicarse con otros usuarios y servicios de la vía como vehículos, grúas, ambulancias, ciclistas, parkings inteligentes, etc. De este modo, no solo se reducirán considerablemente los accidentes de tráfico, sino que se podrán evitar atascos y coordinar la movilidad de los vehículos.

En este sentido la DGT también ha desarrollado la plataforma DGT 3.0, plataforma IoT en la nube pública, que permite la interconexión en tiempo real entre todos los actores que forman parte del ecosistema de tráfico y movilidad; dispositivos de señalización, fabricantes de vehículos, administraciones, aseguradoras y proveedores de aplicaciones relacionadas con movilidad segura y eficiente.

En definitiva, la infraestructura deberá respaldar la visión humana y artificial, creando redundancia que ayuda al conductor a tomar decisiones críticas de conducción y sienta las bases para posibilitar el desarrollo de la futura conducción autónoma.

2.3. Comunicaciones

El alcance es una de las características principales de las comunicaciones del vehículo conectado con el entorno (V2X) y, desde este punto de vista, podemos dividirlos en dos tipos: las de corto alcance y las de largo alcance. En el caso de las primeras, hablamos también de una comunicación directa entre dispositivos y en el segundo caso, a través de la infraestructura de las redes de comunicaciones.

Comunicación de corto alcance (comunicación directa)

Este tipo de comunicación o sin uso de la infraestructura de la red, requiere de gran fiabilidad y muy bajo tiempo de latencia, para permitir a los sistemas del vehículo disponer en tiempo real de la información necesaria (proveniente principalmente de la infraestructura o de otros vehículos), que le permita reaccionar de manera eficaz ante cualquier eventualidad, especialmente aquella que quede fuera del alcance de sus propios sensores del vehículo, como hemos visto anteriormente.

La primera tecnología que apareció fue conocida como DSRC (Dedicated Short Range Communication), en los Estados Unidos, y ETSI (European Telecommunications Standards Institute) ITS-G5, en Europa. Esta tecnología está basada en el estándar WLAN IEEE 802.11p, (Wi-Fi) y se ha usado en muchos países en aplicaciones V2V, V2P y V2I. Sin embargo, la evolución de la tecnología celular desde LTE (Long Term Evolution), conocida como 4G, hacia 5G NR (New Radio),

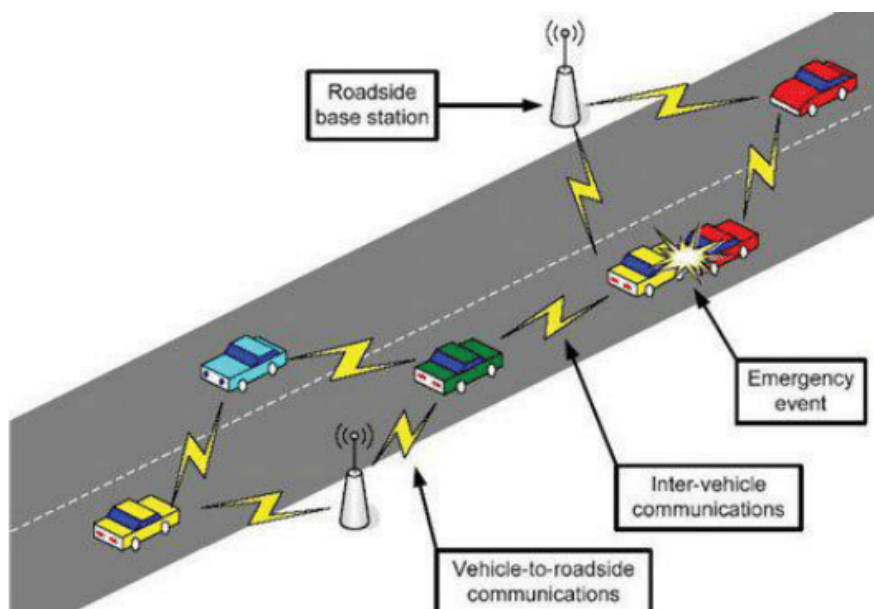


Figura 15. Crisis arquitectónicas en redes vehiculares ad-hoc 1 (Sai Kiran Pasupuleti).

Fuente: <https://www.researchgate.net/publication>

con prestaciones de tiempos de latencia muy reducidos, han hecho posible disponer de comunicaciones del vehículo con todo (V2X), con tecnología celular, de manera directa, es decir, sin que sea necesario disponer de cobertura de red 5G en la zona y con un rendimiento similar a las que se realizan mediante DSRC. Esta otra tecnología, se conoce como C-V2X (celular vehículo con todo) y es la que ha tomado la delantera en países como Estados Unidos o China, en cambio, el uso de DSRC está más extendido en Europa y Japón.

En cuanto a las prestaciones, existen estudios que apuntan a un mayor rendimiento de C-V2X frente a DSRC y, aunque se trata de estudios realizados en un momento concreto sobre tecnologías que están en continuo desarrollo, parece que es innegable la mayor capacidad de integración en las redes móviles celulares de C-V2X frente a DSRC.

Hay que señalar que, ambas tecnologías no son compatibles. Es decir, un vehículo dotado de comunicación DSRC, no se podrá comunicar con otro vehículo o con una RSU que disponga de C-V2X. Sin embargo, en

su implementación interna, ambas disponen de idénticas capas de red, seguridad y capa de aplicación, diferenciándose únicamente en la denominada “capa de acceso al medio”, por lo que algunas empresas (como, por ejemplo, Autotalks o Harman, del grupo Samsung), suministran dispositivos con una funcionalidad dual en ambas tecnologías.

Sin embargo, sólo el tiempo dirá qué tecnología dominará el mercado o si ambas coexistirán. Si bien ambas poseen el apoyo de compañías tecnológicas a nivel global, en este momento C-V2X cuenta con el apoyo de empresas que se consideran pesos pesados de la industria tecnológica, lo que le puede dar una ventaja sobre DSRC.

Lo que parece indudable es que esta carrera tecnológica y de prevalencia en el mercado retrasará la utilización masiva de estos dispositivos en los vehículos. Hay que tener en cuenta que, para que la comunicación V2V sea funcionalmente operativa, es necesario que en un radio de 300 m exista un número de vehículos suficiente con el sistema de comunicación V2V compatible instalado.

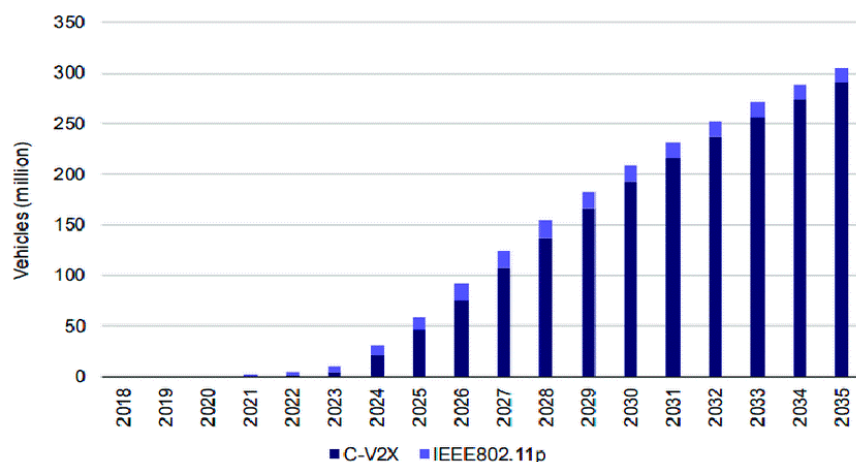


Figura 16. Previsión de vehículos equipados con DSRC (IEEE 802.11p) frente a C-V2X.

Fuente: <https://www.researchgate.net/publication/>

Comunicaciones de largo alcance

Hablamos en este caso, de la conexión a través de la infraestructura de las redes de telecomunicaciones.

En el caso de los vehículos (comunicación V2N), el uso de las redes 5G, permite la transmisión de datos a alta velocidad, habilitando el rápido acceso a servicios en la nube.

En el caso de las RSU ubicadas en la infraestructura viaria (comunicaciones I2N), la utilización de la infraestructura de las redes de comunicaciones permite el envío y recepción de datos desde los centros de control centralizados. Esta información puede ser reenviada, a su vez, hacia los vehículos situados en las proximidades

de la RSU, a través de las comunicaciones de corto alcance o hacia los peatones y ciclistas a través de sus dispositivos móviles, por lo que ambos modelos (corto y largo alcance) se complementan.

Para finalizar, se debe mencionar un aspecto muy importante a tener en consideración en este desafío tecnológico: la seguridad en las comunicaciones. Deberá seguir siendo prioritario preservar la privacidad de los datos, como puede ser la identidad tanto del vehículo como del conductor.

2.4. Usuarios

El avance del ecosistema conectado permitirá aumentar el grado de au-

tonomía en los vehículos que circulan por las vías públicas, dejando el protagonismo del conductor en un segundo plano. Sin embargo, durante un largo periodo de tiempo deberán convivir vehículos con diferentes niveles de conectividad y conductores con diferentes capacidades de adaptación a los nuevos escenarios. Por ello, el usuario y cómo se va a ver afectado por cada uno de los nuevos avances debe ser un elemento más en el proceso.

La evolución de los diferentes elementos que intervienen en el resultado final (infraestructura, vehículo, conectividad y usuario) no se dará de forma conjunta, sino que cada uno de ellos estará condicionado por diferentes aspectos que harán que lo haga más deprisa o de forma más pausada.

En este contexto se plantean los tres siguientes posibles escenarios para poder alcanzar el objetivo marcado de forma que tenga en consideración la realidad social actual:

1. Una evolución lineal de todos los elementos que intervienen.

Representa una evolución en la que todos los elementos que intervienen lo hacen al mismo ritmo.

Se trata de un escenario ideal pero no realista, dado que no solamente serían los usuarios quienes deberían adaptarse al cambio, sino también el parque de vehículos, entre otros. Estos lastrarían la implementación de las soluciones de vehículos conectados, que se vendrían desarrollando a una mayor celeridad.

2. Una evolución gradual o escalonada.

Este escenario podría considerarse como más idóneo. Se trataría de marcar el mismo ritmo de desarrollo para los diferentes agentes mediante hitos en espacios temporales acotados.

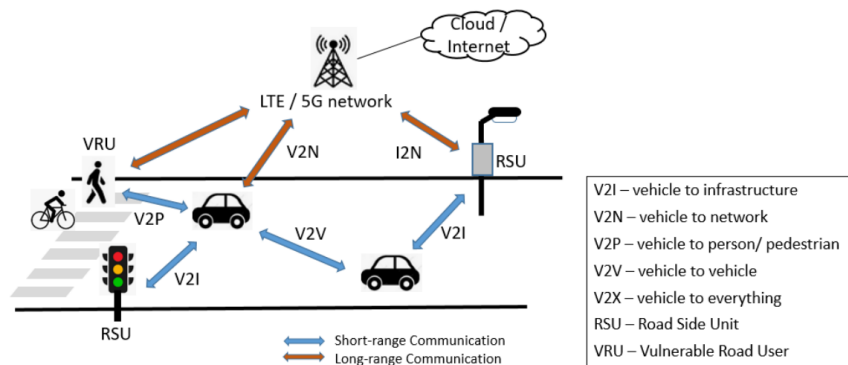


Figura 17. Sistema de comunicaciones V2X

Fuente: Takahito Yoshizawa, Dave Singelee, Jan Tobias Mühlberg, Stéphane Delbruel, Amir Taherkordi, Danny Hughes, and Bart Preneel. 2022. A Survey of Security and Privacy Issues in V2X Communication Systems. ACM Comput. Surv. 99, 9, Article 999 (August 2022), 39 pages.

No obstante, requeriría de un mayor horizonte temporal puesto que la implementación de una mejora tecnológica en la infraestructura vendría de la mano con una adaptación paulatina de los vehículos y, sobre todo usuarios a la misma.

3. Una evolución desacompasada

Quedaría, además, un último escenario que se caracterizaría por tratarse de una evolución totalmente desacompasada en lo que respecta a la tecnología de las vías y el conjunto de usuarios/vehículos, que se daría de forma brusca.

En el marco de la seguridad vial, esta presenta nuevos retos que han de ser tratados y estudiados dado que un desarrollo desacompasado puede dar lugar a comportamientos muy heterogéneos entre los usuarios, debido a las diferentes conectividades de los vehículos en los que circulan y a las diferentes capacidades de los propios usuarios.

En cualquiera de los casos, la adaptación del parque de vehículos y de los usuarios a la nueva realidad debe ser tomada muy en cuenta, especialmente durante la fase transitoria.

3. Situación actual del ecosistema en España

3.1. Realidad de las carreteras

Según información recogida en la página web de la DGT, en el apartado de tecnología e innovación en carretera, las carreteras interurbanas españolas son recorridas por 13.000 km de fibra óptica y están monitorizadas con cerca de 10.000 dispositivos (entre cámaras, lectores de matrículas, aforadores y estaciones meteorológicas), todo ello gestionado por la DGT.

La red de carreteras de España

tiene, a 31 de diciembre de 2023, 165.375 kilómetros, de los cuales 26.459 km están administrados por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 71.145 km están gestionados por las Comunidades Autónomas y 67.770 km por las Diputaciones, sin contar la red a cargo de los ayuntamientos y las vías dependientes de otros organismos. De la totalidad de la red, 17.551 km son vías de gran capacidad (autopistas de peaje, autopistas libreas, autovías y carreteras multicarril) por lo que la red de fibra óptica representa el 7,86 % del total de la red y el 74 % de las vías de gran capacidad.

Hay estudios que están valorando si es necesario adaptar las carreteras, sensorizando tramos para obtener información del tráfico y desarrollar la movilidad eléctrica y el vehículo autónomo o si con la entrada del 5G, su velocidad y ancho de banda, no será necesaria la adaptación de toda la red de carreteras.

La misma página menciona el proyecto AIVIA de Ferrovial en el que en una primera fase (2020 a 2022) mejoraría la infraestructura física de los distintos corredores (sensorización de las vías y dispositivos que van a proporcionar la seguridad vial adecuada). El avance de la tecnología permitirá que, de aquí a 2026, los corredores tengan tecnología suficiente para que

las tareas puedan ser más complejas, permitiendo la carga en carretera, la priorización del transporte público, el acceso a vehículos compartidos o carriles de emergencia virtuales. A partir de 2026 se podrá gestionar el tráfico de una forma más dinámica, maximizando capacidad, fluidez y flexibilidad de la red, ayudando a reducir congestión y contaminación.

A pesar de estas previsiones, en el primer informe sobre el vehículo conectado (VC) y el vehículo autónomo (VA) elaborado por la patronal de fabricantes de vehículos y camiones (ANFAC) en junio de 2022, España aparece en los últimos puestos del ranking internacional en cuanto a desarrollo de la tecnología necesaria para una conducción conectada y su aplicación a la infraestructura. El indicador que nos coloca en esta posición se compone de cuatro subindicadores provenientes de diferentes fuentes de información, tales como el Global Cybersecurity Index, Huawei Global Connectivity Index, Speedtest y Global Competitiveness Report, según las siguientes categorías: ciberseguridad, conexión, inversión tecnológica, y calidad y conectividad de la red de carreteras.

Los resultados obtenidos por subindicador y por indicador global son los reflejados en la figura 18:

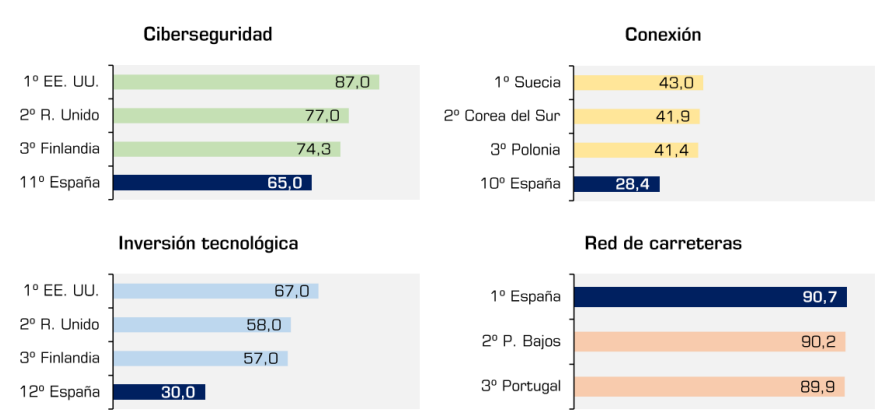


Figura 18. Resultados de indicadores
Fuente: <https://anfac.com/wp-content/uploads/2022/06/Informe-sobre-Vehiculo-Autonomo-y-Conectado-2022.pdf>

La conclusión del informe de ANFAC con respecto al indicador global es que España, con una puntuación de 50.5 sobre 100, se sitúa en los últimos puestos del ranking internacional principalmente por que la inversión de España en tecnología es mucho menor que en los países que lideran el ranking.

Aunque destaca la red de carreteras española tanto por calidad de la infraestructura como por km de vías rápidas, hay que tener en cuenta que en el informe mencionado se están analizando las carreteras que conectan las principales ciudades del país. Estas son en su mayoría vías de alta capacidad y no representan la realidad de la red de carreteras en la que existe gran heterogeneidad dentro de las infraestructuras viarias.

Valga como ejemplo la Red Foral de Carreteras de Gipuzkoa. La orografía de Gipuzkoa se caracteriza por su terreno accidentado, donde las carreteras discurren por estrechos valles que marcan las cuencas fluviales existentes y donde, ocasionalmente, se han de salvar considerables diferencias de cotas. De los más de 1300 km

con que cuenta la Red, se estima que solamente unos 147 km serían susceptibles de implementación de soluciones relacionadas con el vehículo autónomo, quedando al margen de este desarrollo otras vías de calzadas separadas y gran capacidad, en las que la existencia de enlaces y otros condicionantes, entre otros, impediría la implantación de estas soluciones.

El resto de las carreteras que componen la red también quedarían fuera, dado que se trata de vías de menor rango que dan servicio principalmente en ámbitos comarcales e inferiores, en las que son habituales la presencia de usuarios vulnerables -principalmente ciclistas-, existen un elevado número de accesos y que en muchas ocasiones discurren por núcleos urbanos en forma de travesía.

Por ello, la Red Foral de Carreteras de Gipuzkoa puede considerarse como una red heterogénea en términos de trazado y usos. Ante esta realidad, a priori, solamente se podría considerar como las vías de alta capacidad señaladas anteriormente como posibles emplazamientos que soportarían tecnologías del vehículo conectado, recordando que solamente suponen el 11% del total.

También conviene citar que estas cuentan con limitaciones en el trazado: alineaciones curvas consecutivas de radios reducidos -y en muchas ocasiones con peraltes insuficientes- y rampas/pendientes elevadas, entre otras. Si se quisiera primar la seguridad frente a otros aspectos como son el servicio de la vía, se requeriría replantear las velocidades de circulación en dichas carreteras.

Es aquí donde entran en escena otras inercias que determinarían la implantación de estas tecnologías, y que irían más allá de aspectos puramente técnicos: las reticencias del gestor y de los dirigentes políticos.

En este sentido se ha de poner en valor la posición de la figura del asesor de seguridad vial a quien, de forma transversal, le correspondería marcar el ritmo de la implantación teniendo en consideración todos los agentes involucrados.

3.2. Realidad de los vehículos

España cuenta con 24,7 millones de turismos con una edad media que supera los 13 años. La antigüedad del parque móvil no ha dejado de crecer desde la crisis económica de 2008. Seis de cada diez turismos matriculados en España superan los 10 años mientras que el 19 %, unos 4,7 millones de coches, supera los 20 años. Esto tiene un efecto considerable tanto para la contaminación atmosférica como para la seguridad vial, ya que el riesgo de fallecer o resultar herido grave en caso de accidente es el doble si se conduce un coche de entre 10 y 15 años en relación con los vehículos de menos de un lustro, según la Dirección General de Tráfico (DGT).

Las cifras empeoran en el caso de los camiones, cerca del 79 % supera la década, y de las furgonetas, ya que más de un tercio tiene más de 20 años. La conectividad de los coches se va incrementado, aunque tiene un grave problema: la desconexión de los vehículos antiguos. En la actualidad, apenas un 20% del parque automovilístico está conectado, por lo que queda mucho por hacer, según un estudio de GANVAM (Grupo Autónomo Nacional de Vendedores de Automóviles, Camiones y Motocicletas) y Movistar.

Las previsiones de GANVAM muestran que en poco más de cuatro años el 35% del parque estará conectado, mientras que en 2030 alcanzará en torno al 40%. Además, añade que, para esa fecha, el 100% de los coches de menos de cinco años estará conectado.

Resultado final

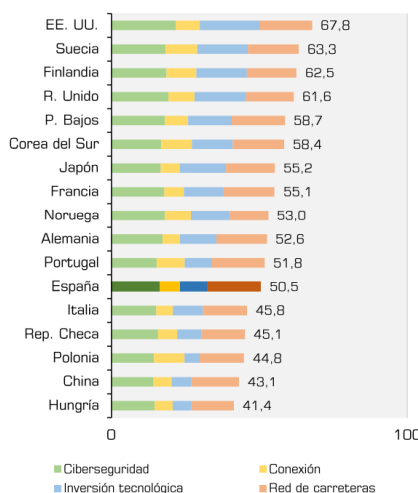


Figura 19. Ranking internacional del vehículo autónomo y conectado

Fuente: <https://anfac.com/wp-content/uploads/2022/06/Informe-sobre-Vehiculo-Autonomo-y-Conectado-2022.pdf>

El presidente de GANVAM ha resaltado que la conectividad es “el verdadero punto de inflexión de la movilidad”, y ha señalado que, “dado que renovar el coche por uno que cuente con conectividad de serie “no está al alcance de todos”, los servicios de terceros que dan la posibilidad de transformar un coche en uno inteligente ayudarán a democratizar un servicio con beneficios tanto para el conductor como para sentar las bases del negocio de la distribución que viene.

En este sentido, apunta que, si bien el desarrollo de la red de la nueva tecnología móvil 5G acelerará la implantación del coche conectado, la tecnología actual ligada a la popularización de los smartphones “permite que estos servicios ya sean posibles” gracias a servicios como Movistar Car, fruto de la alianza de GANVAM con Movistar.

3.3. Realidad de los usuarios

Desde tiempos remotos el ser humano se ha apoyado en la tecnología que ha ido desarrollando, y le ha permitido avanzar en diversos campos que le afectan al día a día, hasta llegar

al conjunto de la sociedad que es en la actualidad, con cierta idea de que “la tecnología lo soluciona todo”, pero pongamos en escena la evolución tecnológica vivida por el ser humano para entender que el paradigma planteado presenta ciertos matices que han de ser considerados.

El primer homo sapiens aparece en el año 300.000 a.C., pero no es hasta el año 4.000 a.C. cuando se inventa la rueda. El primer tramo de la Vía Apia, considerada como una de las calzadas más importantes de la antigua Roma, no fue ejecutada hasta el 300 a.C., y el primer vehículo motorizado con motor de gasolina obtuvo su patente en el año 1886, lo que cambió por completo el concepto de la movilidad. Finalmente, en los años 80, el ingeniero alemán Ernst Dickmanns convierte una furgoneta Mercedes-Benz en un vehículo autónomo guiado por visión y por una computadora integrada, considerándose así como precursor de lo que entendemos hoy en día como vehículo autónomo.

Sirva el ejemplo anterior para comprender que el crecimiento tecnológico se ha dado de forma exponencial. El espacio temporal existente entre su-

cesivas mejoras tecnológicas ha permitido al ser humano ir adaptándose a dichos cambios de forma paulatina, sin que ello le suponga un gran esfuerzo. No obstante, la rapidez en la que se han ido sucediendo los cambios, especialmente en los últimos tiempos, ha puesto de manifiesto una problemática subyacente cada vez más frecuente: la inercia social existente frente al cambio y el posterior gap o hueco que se genera

Recientemente se han dado situaciones en las cuales se ha podido constatar que el avance de la tecnología no favorece a todo el espectro de la sociedad del mismo modo. Un claro ejemplo se puede encontrar en las entidades bancarias. Estas, habiendo invertido grandes cantidades de dinero en el desarrollo de nuevos servicios y canales de comunicación con el cliente, se han encontrado con la problemática de que las personas mayores o sin capacidades han quedado fuera de dicha estrategia. Habiéndose llegado a leer titulares como “La banca abandona a los mayores”.

Finalmente, la banca no ha tenido más remedio y ha establecido medidas para adecuarse a estos colectivos

Tabla 1. Antigüedad del Parque de Vehículos. Fuente: DGT. Anuario Estadístico General 2023									
Antigüedad	CAMIONES	FURGONETAS	AUTOBUSES	TURISMOS	MOTOCICLETAS	TRACTORES INDUSTRIALES	REMOLQUES Y SEMIRREMOLQUES	OTROS VEHÍCULOS	TOTAL
Hasta 4 años	268.947	478.063	13.903	4.459.417	875.371	74.707	90.155	83.501	6.344.064
De 5 a 9 años	289.507	459.648	16.539	5.291.633	676.786	71.652	90.139	46.684	6.942.588
De 10 a 14 años	242.185	257.935	10.874	3.734.738	528.388	30.143	54.409	35.496	4.894.168
De 15 a 19 años	744.568	458.497	11.885	5.665.102	926.618	37.120	115.779	191.965	8.151.534
De 20 y más años	921.791	1.027.090	13.437	6.205.704	1.155.687	39.712	190.425	189.038	9.742.884
Total	2.466.998	2.681.233	66.638	25.356.594	4.162.850	253.334	540.907	546.684	36.075.238



Figura 20. Señal inteligente en intersección, EX-206 Cruce Yelbes

y facilitar su acceso a los servicios financieros. Este ejemplo es totalmente extrapolable a lo que podría suceder en un futuro -no muy lejano- en lo que respecta al vehículo conectado, lo que nos lleva a la siguiente cuestión.

¿Es el ritmo de avance tecnológico adecuado para todas las partes?

Nuevamente, todo hace apuntar a que la tecnología está yendo muy deprisa y sin considerar a algunos de los agentes involucrados (vehículo/usuario).

Esta coyuntura da lugar al planteamiento de las siguientes cuestiones:

- ¿Hasta qué punto es posible reducir el gap existente entre la evolución tecnológica, la antigüedad del parque de vehículos y la adaptación del usuario?
- ¿Cuáles han de ser las políticas a plantear para permitir la circulación por las infraestructuras que cuentan con un elevado grado de desarrollo? ¿Cabría la posibilidad de aplicar políticas de expulsión para ciertos vehículos en infraestructuras concretas, tal y como se lleva a cabo hoy en día en determinadas áreas metropolitanas?
- ¿Cuál es la posición del auditor de seguridad vial durante el proceso?

4. Experiencias

Existen innumerables proyectos y experiencias que materializan la evolución de la movilidad y las ayudas a la conducción mediante la conectividad y los sistemas ITS. Retomando el Plan ITS de la DGT citado en el apartado 2.2. Infraestructura Conectada, se exponen tres ejemplos de estos sistemas llevados a cabo en carreteras de la red española.

Señales inteligentes en intersecciones

En la Red Autonómica de Extremadura se ha instalado un sistema de señales inteligentes en el cruce de Yelbes, en la carretera EX-206 y en el cruce de Rucas, carretera EX-106, con el fin de alertar con antelación a los conductores de la vía principal si un vehículo se aproxima a las intersecciones por la vía secundaria. La detección de este vehículo se realiza mediante un sensor que por radiofrecuencia activa el mensaje de alerta en la señalización LED instalada en ambos sentidos en la vía principal con la suficiente antelación al cruce. La señalización LED se ilumina durante un periodo de 8 a 16 segundos, desde la última detección realizada.



Figura 21. Señal inteligente en intersección, EX-106 Cruce Rucas

Sistema de detección y alerta de niebla densa en autovía

También en la red autonómica de Extremadura, concretamente en la autovía EX-A1 se ha instalado un sistema de sensores de alerta por visibilidad reducida unido a un panel informativo luminoso de mensaje adaptable a cada necesidad, si bien en este caso particular se utiliza siempre el mismo mensaje: "PELIGRO NIEBLA DENSA". Dicha señal de aviso se activa y se desactiva en función de la visibilidad detectada por los sensores.

Por la climatología de la zona, a su situación geográfica, a la orografía por la que discurre su traza y a los cauces



Figura 22. Señal de alerta de niebla densa, EX-A1

fluviales cercanos a la misma, se producen recurrentes fenómenos de nieblas. Esta situación provoca episodios de escasa visibilidad en tramos muy variables en cuanto a la longitud, que van desde decenas de metros en zonas puntuales y aparentemente aleatorias hasta la totalidad del trazado (de casi 100 km) con el consiguiente riesgo para la seguridad vial.

El sistema permite conocer en tiempo real datos sobre las condiciones de visibilidad, rangos de carga de las baterías y paneles solares, temperatura de cada elemento y geoposición del sistema. Cada vez que se activen y desactiven las señales desde el router/modem se emite una alerta (vía SMS, correo electrónico, etc.) que llega al centro COEX y al Servicio de Conservación de la Junta de Extremadura.

Se está estudiando la opción de facilitar dicha información al Centro de Control de Tráfico para que estos a su vez activen los paneles de señalización con mensaje variable instalados en la autovía EX-A1, así como la posibilidad de mejorar el sistema mediante la colocación de balizamiento inteligente en el subtramo más conflictivo, lo cual serviría de gran refuerzo como información al usuario.

Detección y señalización dinámica de fauna salvaje

Ante la problemática de los accidentes originados por la fauna salvaje en nuestras carreteras, se están desarrollando e implantando diversos sistemas de detección y señalización dinámica que avisan al conductor para que disminuya la velocidad y evite el accidente.

En la carretera CA-171 Reinosa-Corconte, con la CA-727, acceso a La Riva se ha instalado un sistema de señales luminosas y balizas enfocado a avisar al vehículo de la presencia de animales, también de pequeña altura

(desde 20-25 cm), que consiste en una doble detección, del animal mediante barrera infrarroja y del vehículo mediante radar.

La alarma salta cuando coinciden ambas detecciones, advirtiendo al conductor de la presencia de un animal en la calzada mediante el encendido de balizas y las señales P-24 de uno y otro lado. En el caso en el que no pase ningún vehículo, tanto las señales como las balizas permanecen apagadas para no modificar el comportamiento de los animales. La barrera de detección cuenta con un sistema antiescarcha, un sistema inteligente de detección de falsas alarmas. Las señales al igual que las barreras se alimentan de forma autónoma mediante un sistema solar. Las comunicaciones entre los distintos elementos (señal-barrera-balizas) se realizan por radio frecuencia, sin cables. Las balizas (opcionales) se alimentan por energía fotovoltaica y estarían conectadas a las señales mediante un cable para que su funcionamiento sea sincronizado entre ellas y con las señales

Otro sistema Inteligente de Paso a Nivel de Fauna lo podemos encontrar instalado en Manzaneruela (Cuenca) para el MITMA y en Palencia para la Junta de Castilla y León.

El sistema consta de un vallado cinéptico a cada lado del tramo en el lugar donde cruzan habitualmente los animales, dejando un tramo intermedio en todo el recorrido sin valla, con el objetivo de que los animales pasen por dicho tramo (Paso a Nivel) y son detectados mediante una barrera fotoeléctrica infrarroja de 4 haces. Si se detecta un animal en la calzada se activan dos señales electrónicas P-24, una en cada sentido. Cuenta con alimentación solar de todos los elementos, señales, detectores y comunicación por radiofrecuencia entre todos los elementos. Además, el sistema está dotado con registro de detección de animales, con fecha, hora y margen de la carretera activado y comunicación Bluetooth con App Android específica para descarga del registro de activaciones y posterior análisis.

Por último, destacar el sistema de señalización con detección remota para evitar atropellos de lince que el MITMA ha instalado en tramos de la N-432, A-66, A-5 y N-630 en la Comunidad Autónoma de Extremadura.

El sistema capta la señal de muy alta frecuencia VHF (Very High Frequency) que emiten los collares de seguimiento que han sido colocados por la Junta de Extremadura en los lin-

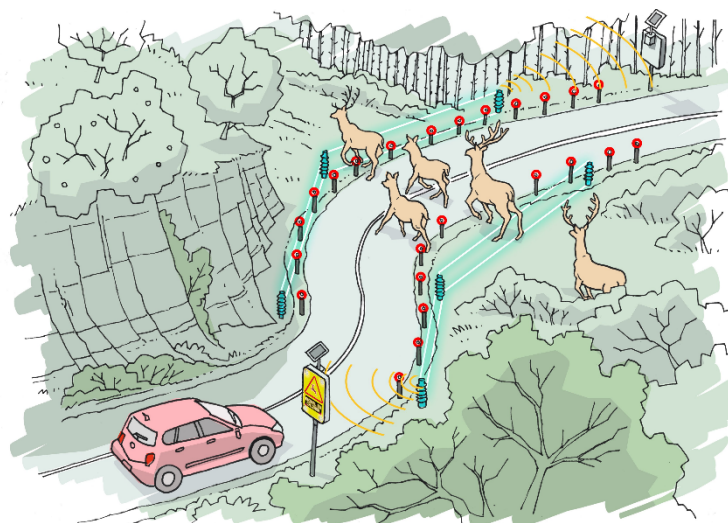


Figura 23. Sistema de detección de fauna salvaje

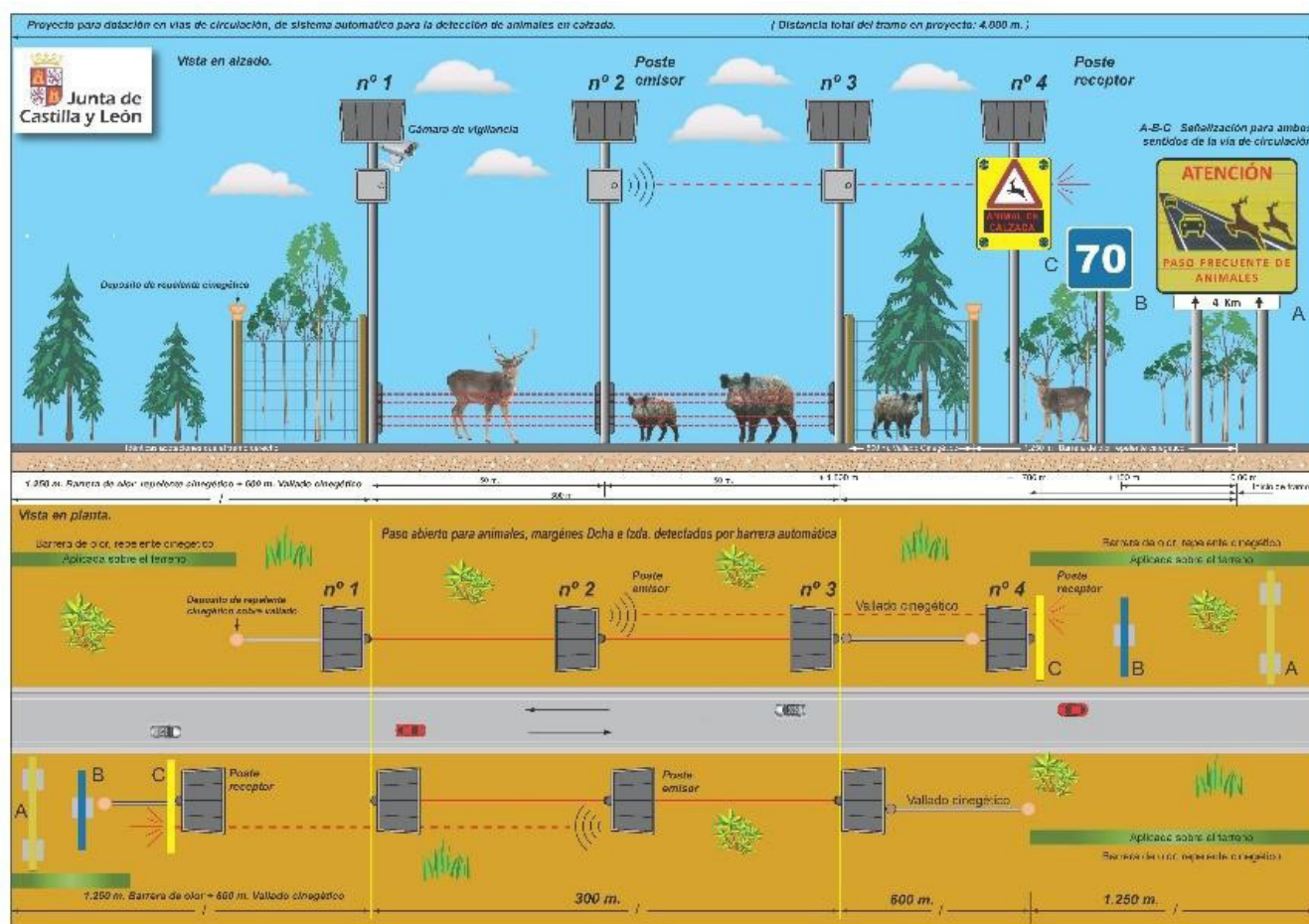


Figura 24. Sistema de detección de fauna salvaje

ces. Actualmente, el número de ejemplares que disponen de estos collares supera ya la media centena y va en aumento. Una vez recibida la señal de VHF, se activa un completo conjunto de equipos interconectados instalados en los puntos de actuación de la calzada (receptores de VHF, cámaras, equipos de transmisión, baterías y señales LED, entre otros) que solo funcionan al detectar dicha presencia. Una vez activados, permanecen encendidos durante un tiempo prefijado (actualmente unos 15 min) y posteriormente se apagan un minuto. Si se sigue detectando presencia, se vuelven a encender. Estos equipos permanecen apagados en caso contrario, evitando así el efecto de “permanencia” y “cotidianidad” que implica que los usuarios no presten atención a dicha señalización.



Figura 25. Sistema de detección de fauna salvaje

También se ha mencionado ya la plataforma DGT 3.0 desarrollada dentro del Proyecto Europeo C-Roads Spain. El objetivo del proyecto es lograr el despliegue armonizado de sistemas ITS cooperativos (C-ITS). Concluyó en junio de 2021.

C-ITS: básicamente tratan de conseguir el intercambio de información entre los Vehículos y la Infraestructura (V2I) así como entre los propios vehículos (V2V) a través de tecnología desplegada en las carreteras (RSU-Road Side Unit) y tecnología desplegada en los vehículos (OBU – On Board Unit)

Se desarrollaron 5 proyectos: DGT 3.0, SISCOGA Extended, Madrid, Cantábrico, Mediterráneo.

En todos los pilotos se equiparon diversos tipos de vehículos (autobuses, vehículos de emergencia, vehículos de mantenimiento, vehículos ligeros, taxis, y se instalaron RSU en diversas ubicaciones

El proyecto más conocido y que sigue vigente es DGT.3.0 , consiste en una plataforma intermedia de tecnología de internet de las cosas (IoT) entre los actores y el usuario final que hace uso de las vías de circulación. Esta plataforma constituye un punto de acceso de información única, gratuita y veraz en tiempo real sobre los que está sucediendo en las carreteras y vías urbanas, información de gran valor para todo el ecosistema de movilidad permitiendo así lograr una movilidad más segura e inteligente.

El conductor puede recibir información, por ejemplo, de la presencia de ciclistas en la vía que comunican su posición mediante dispositivos adosados a la equipación del ciclista o en la propia bicicleta; presencia de obras en la carretera a través del uso de conos conectados que se colocarán en las secciones de la vía donde se esté trabajando, averías en la carreteras por medio de las balizas V16 que una vez activadas por el usuario

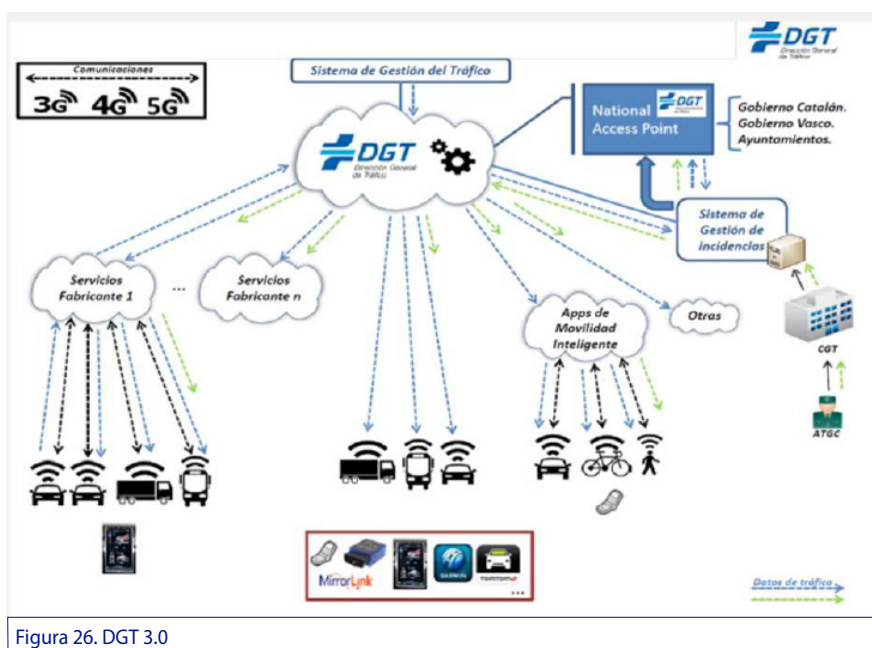


Figura 26. DGT 3.0

en caso de avería o accidente, se conectarán a la DGT 3.0 para transmitir su ubicación; incidencias como atascos, niebla o hielo a partir de datos suministrados por los sensores de los vehículos y otros muchos casos de uso puestos ya en marcha que proporcionarán datos en tiempo real de los peligros potenciales que el conductor va a encontrar en su recorrido minimizando así el riesgo de sufrir un accidente.

El resto de los proyectos, Piloto Madrid (32 km), Piloto Siscoga extendida (150 km), Piloto Cantábrico (75 km) y Piloto Mediterráneo (125 km), probaron los siguientes servicios en conjunto:

- Alerta de obras
- Condiciones meteorológicas
- Vehículo lento o parado
- Alerta de retención
- Límite de velocidad
- Aproximación de vehículo de emergencia
- Información del tráfico
- Optimizador de rutas
- Información de aparcamiento

- Velocidad óptima para pasar semáforos en verde
- Violación de señales en intersecciones
- Recarga de combustibles alternativos
- Detección automática de niebla
- Alerta de riesgo por colisión
- Atenuación del efecto acordeón

Se obtuvieron resultados satisfactorios en la reducción de:

- Número de frenazos, aceleraciones y deceleraciones
- Número de veces que un vehículo excede el límite de velocidad
- Número de cambios de carril.
- Del tiempo de reacción
- De la velocidad en caso de eventos meteorológicos
- De los tiempos de viaje
- Consumo de combustible y de emisiones contaminantes

Problemas que surgieron:

- Inmensa cantidad de datos registrados por los vehículos.

- Problemas técnicos, como averías, carga de los dispositivos, problemas de cobertura, ataques informáticos.
- Filtrado de mensajes: mensajes de otros vehículos con comunicación V2V que no formaban parte del piloto, lo que indica que la tecnología está más extendida de lo que nos pensamos.
- A veces se comunicaban alertas del sentido contrario de la vía.

Lecciones aprendidas:

- Es mejor la integración de los sistemas en el vehículo para evitar distracciones
- Punto clave de los pilotos: la integración de equipos de distintos fabricantes
- Usuarios no quieren pagar por servicios C-ITS
- Son imperativas las comunicaciones híbridas para aumentar el potencial de los servicios

5. ¿Qué falta?

Para conseguir un ecosistema de vehículo conectado viable hay que resolver un mínimo de cuestiones técnicas y funcionales:

1. Que los elementos participantes en el ecosistema (vehículos, infraestructura y otros) puedan generar información, almacenarla y procesarla, aquí intervienen los sensores, los dispositivos de memoria y el sistema operativo y el software.
2. Que estos mismos elementos participantes puedan comunicarse con el resto del ecosistema, mediante un protocolo de datos común entre fabricantes y su estandarización, esto implica la utilización del mismo lenguaje con la misma formulación de mensajes, la compatibilidad con una red de

comunicaciones o varias mediante protocolos de transporte estandarizados y de manera implícita esto conlleva unos requerimientos de seguridad y privacidad.

3. La orquestación del ecosistema, normas que permiten gestionar el comportamiento de todos los elementos participantes gestionando: la coherencia de los mensajes recibidos, la prioridad ante mensajes contradictorios, el aseguramiento de la identidad, la actualización del software y del firmware (programa básico que controla los circuitos electrónicos de cualquier dispositivo), actualizaciones OTA (over the air) es decir, la actualización inalámbrica de nuevo software o firmware.
4. La definición de comportamientos de los vehículos referente a la información recibida del resto de elementos y establecimiento de la jerarquía de la información, es decir, frente a diversa información

recibida simultáneamente cual es la preferente.

5. La distribución de costes de implantación, que parte asume cada componente implicado: las administraciones, los fabricantes y los particulares.

6. Conclusiones

El estado del arte de la tecnología, tanto a nivel de comunicaciones como a nivel de sistemas de automatización de vehículos, ya no es un impedimento para la implantación de ecosistemas de vehículo conectado.

Es necesario centrarse en que los distintos participantes en la industria, fabricantes de automóviles (y componentes), autoridades con responsabilidad en la gestión del tráfico y proveedores de comunicaciones puedan colaborar sobre unos estándares válidos para toda la industria y en todas las geografías.

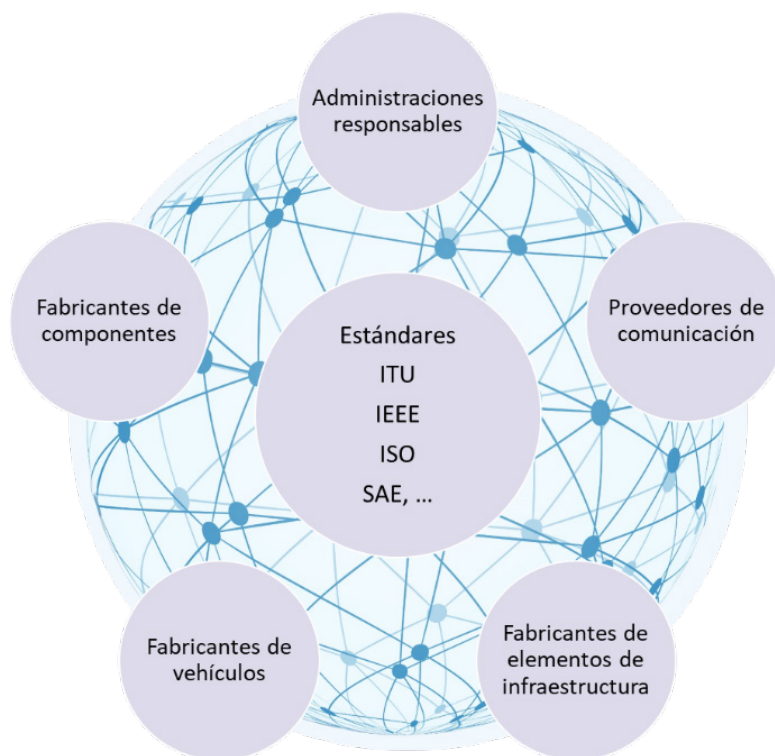


Figura 27. Coordinación de todos los actores

En cualquier caso, el establecimiento de la conducción conectada y en un futuro autónoma va a implicar por un lado la necesidad de aumentar y mejorar considerablemente la conectividad de la red viaria implantando la tecnología necesaria para tener vehículos conectados, y por otro, el mantenimiento y mejora de las infraestructuras de la carretera. Ambos aspectos requieren inversiones importantes por lo que sería bueno tener claras las prioridades y el camino a seguir en cada momento. Para conseguir ir en la dirección adecuada sería importante contar con la comunicación constante entre los actores implicados agrupados o coordinados por una entidad que se aunase los esfuerzos a nivel nacional e incluso internacional.

No hay que olvidar que el usuario es el objeto de la seguridad vial. Todo lo anteriormente expuesto se encuentra recogido en la Estrategia de Seguridad Vial 2030 española, que persigue consolidar una cultura de la movilidad segura para avanzar hacia la Visión Cero en 2050 en la que ninguna persona resulte fallecida ni herida grave por un siniestro vial. La estrategia adopta el enfoque del sistema seguro, administraciones, poderes públicos, empresas, organizaciones y usuarios comparten la responsabilidad de prevenir los siniestros y evitar que los errores humanos provoquen muertes o heridos graves protegiendo así a todas las personas que comparten las vías públicas, para ello se han definido 62 líneas de actuación agrupadas en 9 áreas estratégicas.

De entre todas las líneas de actuación se encuentran directamente alineadas con el vehículo conectado la línea 4.4. Potenciar la gestión del tráfico segura, sostenible e inteligente del área estratégica Vías seguras en la que se promueve el modelo de gestión del tráfico orientado a la fluidez y seguridad de la circula-

ción basado en la comunicación de información en tiempo real al usuario y continuando con el desarrollo e implantación de equipamiento y sistemas ITS en la línea de la plataforma DGT 3.0. Igualmente, en el área estratégica Vehículos seguros y conectados se aborda la seguridad de los vehículos que conforman el parque español se destacan las líneas 5.4 Potenciar la conectividad e impulsar un despliegue seguro de los vehículos autónomos con el objetivo de potenciar la contribución de la conectividad a una movilidad segura mediante el desarrollo de nuevos casos de uso, sentar las bases normativas para el despliegue de la conducción automatizada y consolidar a España como laboratorio de pruebas del vehículo autónomo; 5.5 Minimizar las distracciones e integrar de manera segura las nuevas tecnologías de los vehículos en la que, entre otros aspectos, se presta atención a la relación entre el diseño de los vehículos nuevos y el riesgo de las personas mayores de 64 años que conducen, cuyo número se incrementará significativamente durante la vigencia de la Estrategia; y 5.6 Apoyar las políticas nacionales sobre vehículos y las ayudas a la renovación del parque en la que se apoyan las políticas nacionales de impulso del sector del automóvil, en cuanto suponen de renovación y mejora de las características de seguridad del parque de vehículos.

7. Referencias

- [1] Cuando el coche está conectado con las infraestructuras: así funciona la comunicación V2I (RACE, <https://www.race.es/v2i-coche-conectado-con-la-infraestructura>)
- [2] Seguridad tecnológica al alcance de la mano (DGT, <https://revista.dgt.es/es/reportajes/2021>

/03MARZO/0317portada-DGT-seguridad-tecnologica.shtml)

- [3] Modelo OSI (Open Systems Interconnection)
- [4] <https://www.dgt.es/muevete-con-seguridad/tecnologia-e-innovacion-en-carretera/sistemas-inteligentes-de-transporte-its/>
- [5] <https://www.mitma.gob.es/carreteras/catalogo-y-evolucion-de-la-red-de-carreteras>
- [6] <https://www.ferrovial.com/es-es/negocio/proyectos/aivia-corredores-conectados-orquestados/>
- [7] ANFAC | Informe sobre Vehículo Autónomo y Conectado – Edición 2022
- [8] <https://www.rtve.es/noticias/20211130/antiguedad-coches-automoviles-espana-por-provincias-parque-movil/2231740.shtml>
- [9] Antigüedad del parque de vehículos en España, por provincias (rtve.es)
- [10] ¿Cuántos coches conectados hay en España? (cocheglobal.com)
- [11] DGT - DGT 3.0
- [12] DGT - Seguridad vial 2030 ❖