

ANEXO 1. RETO N°2

IMPULSAR EL DESPLIEGUE DEL VEHÍCULO AUTOMATIZADO Y EXTENDER SU DOMINIO OPERATIVO EN LA RCE

Fecha de última actualización: 1 de diciembre de 2022

1. Antecedentes

Disponer de un automóvil que no requiera de conductor humano presenta importantes ventajas, como la potencialidad de reducir la siniestralidad al minimizar la influencia del error humano en la accidentalidad, aproximándonos al ideal de Usuario Seguro emanado de los principios del Sistema Seguro. Igualmente, se aspira que la conducción automatizada (C.A) repercuta en una mejora de la eficiencia en la conducción, repercutiendo así en la reducción de la congestión y la contaminación. Adicionalmente, el vehículo autónomo (V.A), puede llegar a contribuir en una movilidad más inclusiva, haciendo posible que personas que no pueden conducir (algunas personas de edad avanzada o con discapacidad, menores o personas sin permiso de conducir) accedan a una movilidad flexible y personalizada. La conducción autónoma dará lugar a nuevas pautas de movilidad en el transporte de viajeros y mercancías y, previsiblemente, generará asimismo nuevos modelos de negocio.

Aunque el papel principal lo ostentan los fabricantes de vehículos, los cuales van avanzando en el desarrollo de tecnologías que permiten altos niveles de automatización en cualquier red de carreteras del mundo, desde el lado de la infraestructura se requiere también que la DGC se plantee como objetivo el estudio de soluciones innovadoras para la maximización del dominio de funcionamiento de estos vehículos en la Red de Carreteras del Estado.

Este objetivo está alineado con las estrategias europeas que se han enunciado en las comunicaciones de la Comisión Europea sobre “Estrategia de movilidad sostenible e inteligente: encauzar el transporte europeo de cara al futuro” (diciembre 2020) y “Una movilidad sostenible para Europa: segura, conectada y limpia” (mayo 2018).

A nivel nacional, la Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030 y el futuro Plan Estratégico de Carreteras, tratan de impulsar introducción de la conducción autónoma en nuestro sistema de transportes.

2. Necesidades no cubiertas

En los últimos años se han producido grandes avances hacia altos niveles de automatización en los vehículos. Existe cierto desconocimiento sobre los requisitos y necesidades de la tecnología de la conducción automatizada para su funcionamiento

seguro y continuo en niveles 4 y 5 en distintos entornos viarios. (tipo de vía, nudos, glorietas, trenzados, bifurcaciones, divergencias, túneles, etc.).

En España, las carreteras se diseñan, conservan, explotan y gestionan desde el prisma del usuario humano, ya sean conductores, peatones o ciclistas. Las necesidades para la operación eficiente del vehículo autónomo pueden diferir en al menos algunos aspectos respecto de las necesidades de los usuarios humanos. En efecto, la normativa técnica de Carreteras sobre el diseño, construcción y conservación de la Red de Carreteras del Estado no considera en la actualidad las necesidades de los vehículos autónomos.

Por todo lo anterior, y aunque la completa automatización del parque móvil queda aún lejana, se presentan retos a los que desde hoy MITMA aspira a lograr una mejor comprensión para mediante las inversiones más eficientes poder dar respuesta a las necesidades reales de la conducción automatizada.

Con las características actuales de las infraestructuras pueden llegar a producirse desconexiones de los sistemas de conducción automatizada, poniendo en riesgo la seguridad y comodidad en la conducción. Para ampliar el dominio de funcionamiento de los vehículos autónomos es necesario clasificar las infraestructuras en función del nivel de automatización que permiten y ampliar el conocimiento para poder priorizar las inversiones sobre la infraestructura, siempre realizando primero aquellas actuaciones que también benefician a los conductores humanos.

En definitiva, con el fin de optimizar las infraestructuras existentes y mejorar la eficiencia en la conservación y explotación de estas también desde la perspectiva del vehículo autónomo conectado, se requiere conocer con exactitud las necesidades de los vehículos con respecto a la conectividad, mapas de alta definición, sistemas inteligentes de transporte, posicionamiento GPS, digitalización y condiciones físicas de la carretera. Además, tanto los fabricantes de vehículos como las administraciones de carreteras se beneficiarían de un intercambio activo de datos sobre el tráfico y las condiciones de la infraestructura.

Por todo ello, para poder adaptar la normativa técnica, ampliar el dominio de funcionamiento, priorizar inversiones, aumentar el beneficio y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad en la circulación de los vehículos autónomos, la Dirección General de Carreteras necesita ampliar su conocimiento sobre el comportamiento y necesidades de estos con respecto a los distintos elementos y partes de la carretera.

3. Objetivo del proyecto

El objetivo general del proyecto es dotar a la Dirección General de Carreteras de **soluciones eficientes para impulsar el despliegue del vehículo autónomo y extender su dominio operativo en la RCE.**

Programa de Compra Pública de Innovación de la Dirección General de Carreteras

Las soluciones deben proporcionar análisis, diagnóstico e ingeniería viaria para poder implantar nuevos enfoques en la identificación, procesamiento y generación de propuestas de mejora, priorizar inversiones, mejorar el correcto guiado y circulación segura de vehículos autónomos, clasificación de las infraestructuras, adaptación de las vías a las nuevas necesidades, adaptación de la normativa técnica, optimización de la capacidad, intercambio de datos y la mejora de la conservación y explotación de las carreteras.

A través de las soluciones, se deberá poder ampliar el conocimiento actual y mejorar el servicio ofrecido, garantizando la comodidad y seguridad en la circulación de vehículos autónomos, en un escenario a corto plazo con un parque móvil parcialmente automatizado, y en un escenario a medio-largo plazo con un parque móvil casi totalmente automatizado y en el que es esperable que la tecnología de automatización sea más madura, anticipándose en la detección de retos y mejorando la eficiencia en el uso de recursos públicos.

Se busca la aplicación de nuevas metodologías de trabajo como el Big Data, la digitalización de la infraestructura y de la demanda de movilidad, machine learning, machine vision e inteligencia artificial, todo ello con el objetivo de lograr una mejora en la seguridad y comodidad en la circulación de vehículos autónomos, ampliando su rango de funcionamiento y mejorando la eficiencia de la conservación y explotación de la Red de Carreteras del Estado.

a) Dimensiones a tener en consideración

Esta solución innovadora deberá tener en consideración las siguientes dimensiones:

- Labores a apoyar:
 - Establecer nuevas directrices de ingeniería viaria que permitan garantizar el correcto guiado y circulación segura de vehículos autónomos.
 - Innovación en los elementos de equipamiento en carretera (señalización horizontal y vertical, balizamiento, barreras de seguridad, etc.) que mejoren la seguridad vial, la comodidad de los vehículos autónomos, y la adecuada funcionalidad de la infraestructura.
 - Investigación de las necesidades de los vehículos con respecto a la infraestructura.
 - Mejora en el procesamiento y gestión de los datos obtenidos por los vehículos, para su posterior uso en la conservación, explotación, y planificación.
 - Innovación en materia de mapas digitales.
- La solución podrá aplicarse a cualquier activo de la Red de Carreteras del Estado o su red anexa, incluyendo:
 - Calzada principal

Programa de Compra Pública de Innovación de la Dirección General de Carreteras

- Vías de servicio/vías colectoras-distribuidoras
- Túneles
- Nudos
- Glorietas
- Trenzados
- Bifurcaciones
- Divergencias
- Variables a optimizar:
 - Seguridad, comodidad y eficiencia del tráfico
 - Conservación y explotación de las infraestructuras
 - Optimización de recursos y adecuación al uso.
 - Continuidad en los itinerarios para V.A.
 - Sostenibilidad ambiental, económica y social

b) Requisitos esperados de la solución

A continuación, se detallan los requisitos que desde la DGC se considera que las soluciones innovadoras propuestas deberían permitir satisfacer. No obstante, esta relación no debe considerarse ni exhaustiva ni obligatoria. Se podrán considerar igualmente válidas propuestas que ofrezcan funcionalidades y capacidades no contempladas por la DGC, así como las que sólo permitan satisfacer algunos de los requisitos

Las soluciones deberán basarse en análisis, diagnóstico e ingeniería viaria, de forma que sea posible realizar propuestas precisas con su correspondiente traducción en inversiones.

En este sentido, se valorarán positivamente las propuestas que establezcan métodos de alto rendimiento, mecanismos que mejoren la comodidad y seguridad en la circulación de vehículos autónomos, métodos innovadores a problemáticas ocultas y recurrentes, métodos que amplíen el conocimiento en la materia, y que en todo caso contemplen la rápida evolución de las tecnologías asociadas a la automatización de los vehículos con todas sus incertidumbres, y los contextos socioeconómicos que dominan su avance.

Se podrá plantear, si procede, que la solución propuesta pueda ser validada en un entorno real tipo sand-box.

4. Casos de uso

A continuación, se plantean dos casos de uso para la solución innovadora. Se debe tener en consideración que estos son sólo ejemplos que tienen como objetivo facilitar la elaboración de las propuestas. Por tanto, las soluciones innovadoras propuestas podrán centrarse indistintamente en estos u otros casos de uso. De hecho, se valorarán

positivamente las propuestas que aborden casos de uso adicionales a los que aquí se presentan.

CASO DE USO A: En la actualidad, con el nivel de automatización parcial de los vehículos disponible, ocurre que en determinados elementos de trazado singulares de la vía, una glorieta, determinadas intersecciones a nivel, un túnel, una bifurcación, o situaciones como puede ser una zona de obras, pueden llegar a producirse desconexiones del sistema de conducción automatizada. Con la desconexión, el vehículo autónomo cede el control al conductor, lo que podría generar problemas de comodidad y seguridad, que pudieran resultar en accidentes o incidentes.

Las desconexiones se pueden producir por diferentes razones: estado de la señalización vertical y/o horizontal, iluminación insuficiente, geometría de la carretera, condiciones meteorológicas, zonas de obras, incidentes inesperados, etc.

La solución innovadora, basándose en técnicas como el Big Data, Redes Neuronales, Inteligencia Artificial, Machine Learning u otras, es capaz de detectar estas problemáticas de manera sistemática e identificar el motivo preciso que provoca tal desconexión, así como formular una propuesta técnica innovadora y eficiente para acoger a los vehículos autónomos de niveles intermedios a corto plazo, pero incluyendo la masiva automatización a medio o largo plazo. Con estas soluciones, que podrán ser a nivel de normativa de Carreteras a nivel global, o en cuestiones concretas de la conservación o gestión de la vía, MITMA dispondría de unos criterios técnicos sólidos y adecuados para responder en su caso a las posibles necesidades de inversión de la manera más eficientes, y de igual modo se adaptarían las normativas técnicas de carreteras relativas a trazado, señalización horizontal y vertical, balizamiento, firmes, conservación y explotación, garantizando la continuidad y ampliando en lo posible así el dominio de funcionamiento de los vehículos autónomos.

CASO DE USO B: La evolución de las tecnologías de sensorización y automatización de los vehículos autónomos pueden brindar oportunidades para soluciones innovadoras de diseño de las carreteras, que pudieran contemplar escenarios que logren maximizar la eficiencia del sistema de transporte viario. En efecto, pudieran plantearse escenarios viales a corto plazo en que existieran carriles dedicados para platooning de vehículos pesados, o en escenarios a medio plazo que contemplaran la especialización de carriles para vehículos autónomos, ya sean ligeros, pesados o de transporte público colectivo (ej. BRT). Con este tipo de soluciones, que requieren en primer lugar conocer el estado de madurez operativa de los sistemas de automatización a corto, medio y largo plazo, y en segundo lugar generar soluciones técnicas y justificadas, de diseño viario y planes de explotación viario que permitan el funcionamiento seguro y eficiente de este tipo de vehículos, MITMA persigue responder de la manera más eficiente y precisa a los retos

de los distintos escenarios de futuro (ej. automatización parcial, (ADAS) automatización total, automatización total masiva del parque móvil) que permitan lograr una máxima eficiencia del transporte viario y de las inversiones viarias.

5. Beneficios esperados

Entre los principales beneficios resultantes de aplicar las soluciones a nivel del MITMA se espera lo siguiente:

- Disponer de herramientas y procedimientos para una correcta aproximación a la inversión eficiente en infraestructuras viarias que permitan y promuevan los distintos niveles de conducción automatizada en la RCE.
- Promover y potenciar a escala nacional en la RCE el despliegue del vehículo autónomo en España.
- Disponer de criterios técnicos exigibles a lo largo del ciclo de vida de la carretera con el fin de garantizar el correcto guiado y circulación segura de vehículos autónomos.
- Reducir el número de desconexiones producidas en los sistemas de conducción autónoma, ampliando el rango de funcionamiento de estos en condiciones de seguridad y comodidad, así como garantizar los servicios asociados a la accesibilidad y justicia social especialmente en entornos remotos rurales.
- Disponer de opciones de funcionamiento óptimo del vehículo autónomo en infraestructuras donde convivan vehículos con distintos niveles de automatización, diferenciando escenarios temporales y posibles adecuaciones transicionales.
- Mejorar la eficiencia del tráfico, eficiencia energética, y seguridad vial.
- Ampliar el conocimiento de los potenciales beneficios obtenidos por el vehículo autónomo con respecto al diseño, señalización y balizamiento de la infraestructura para adaptar la normativa técnica sobre el diseño, planificación y gestión de la Red de Carreteras del Estado.
- Para los escenarios futuros previsibles, establecer un enfoque apropiado en cuanto a las inversiones públicas a llevar a cabo en términos de:
 - o Priorización de inversiones en modificación de la infraestructura física.
 - o El nivel de inversión requerida para adecuación de la infraestructura física que es económicamente justificable y eficiente.
 - o El nivel de inversión eficiente en materia de infraestructura digital que pueda complementar a la infraestructura física en su papel de facilitar la conducción automatizada.

6. Contenido innovador

Programa de Compra Pública de Innovación de la Dirección General de Carreteras

Actualmente existen medidas innovadoras que desde un punto de vista técnico tratan de abordar la adaptabilidad de las infraestructuras a las nuevas necesidades y la seguridad y comodidad de la circulación en la Red de Carreteras del Estado.

MITMA, como garante de la seguridad viaria y la comodidad de los usuarios de la Red de Carreteras del Estado, precisa de herramientas y soluciones innovadoras, adicionales a las que ya disponen que existen actualmente en el mercado y que permitan una mayor adaptabilidad para la circulación de diferentes tipos de vehículos.

En efecto, no existen en el mercado soluciones integrales que combinan simultáneamente lo siguiente para ampliar el dominio de funcionamiento de los vehículos autónomos, pero si existen soluciones independientes como:

- Dominios de conducción autónoma seguros.
- Big data
- Machine vision
- Machine learning
- Inteligencia artificial.
- Equipamientos innovadores.
- Nuevos materiales seguros.

Asimismo, parte de la innovación de la solución será que se antepone al usuario en el centro de cualquier decisión, entendido desde el punto de vista de su seguridad, comodidad y tiempo de viaje, alineado con los conceptos de Sistema Seguro, en contraste con los enfoques más tradicionales en los que la infraestructura se tendía a considerar como un elemento estanco y sin relación con el usuario de la misma.

Además, parte de esta innovación podrá traducirse en una innovación en la normativa de carreteras que establezca criterios y recomendaciones para la gestión inteligente de las infraestructuras de manera que de partida (carreteras de nueva construcción) o en carreteras en servicio se implanten soluciones que maximicen la eficiencia de la infraestructura viaria y el sistema de transporte.