

**BRTA**

BASQUE RESEARCH  
& TECHNOLOGY  
ALLIANCE

# MOVILIDAD SOSTENIBLE E INTELIGENTE

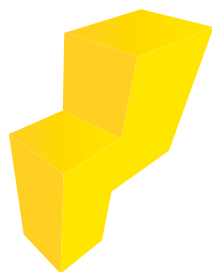
LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN DE BRTA

LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN DE BRTA



An aerial photograph of a dense, vibrant green forest. A winding river flows through the center of the forest, reflecting the sky. A prominent circular opening in the forest canopy reveals a clear blue sky, creating a striking contrast with the surrounding greenery. The overall scene is serene and natural.

# ÍN- DI- CE



# **BRTA**

BASQUE RESEARCH  
& TECHNOLOGY  
ALLIANCE

**Introducción y contexto global \_04**

**Definición de los ámbitos  
tecnológicos de actuación de BRTA \_24**

**Vehículos eléctricos \_30**

**Infraestructura para movilidad sostenible \_42**

**CCAM Movilidad cooperativa  
conectada y automatizada \_50**

**Servicios de Movilidad Sostenible y logística \_68**

**Tabla capacidades de BRTA \_78**

# 10

## INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO GLOBAL

- 1.1 Estrategia europea de movilidad sostenible e inteligente \_ 10**
- 1.2 Necesidades de investigación en movilidad para Europa \_ 11**
- 1.3 Contexto en el resto del mundo \_ 14**
- 1.4 Contexto en Euskadi \_ 16**
- 1.5 Cadena de valor y oportunidades en Euskadi \_ 20**





MOVILIDAD SOSTENIBLE  
E INTELIGENTE

**01**

**INTRODUCCIÓN Y  
CONTEXTO GLOBAL**



Este documento aborda el reto general de conseguir una movilidad sostenible de personas y mercancías, estableciendo una hoja de ruta tecnológica para BRTA en base a las capacidades y experiencia de sus centros para dar respuesta a dicho reto y teniendo en cuenta la potencialidad del tejido empresarial de Euskadi y las oportunidades que se presentan para su desarrollo y la competitividad internacional.

## **Objetivos fundamentales del reto de movilidad sostenible**

El sector del transporte aporta un 5 % al PIB europeo y emplea directamente a unos diez millones de trabajadores y, aunque **la movilidad aporta numerosos beneficios socio-económicos,**

**La movilidad aporta numerosos beneficios socio-económicos, pero no está exenta de costes medioambientales y para nuestra sociedad.**

**no está exenta de costes medioambientales y para nuestra sociedad.** Entre ellos cabe destacar las emisiones de gases de efecto invernadero o la contaminación atmosférica, acústica y del agua, pero también los accidentes de tráfico, la congestión y la pérdida de biodiversidad, todo lo cual repercute en nuestra salud y bienestar.

Por lo tanto, el reto general de movilidad sostenible abarca dos objetivos fundamentales muy ambiciosos: la neutralidad climática europea de aquí a 2050 y la seguridad, queriendo llegar a lo que se conoce como “Visión Cero” muertos en las carreteras europeas en el año 2050.

#### Neutralidad climática

La UE se ha comprometido a lograr la neutralidad climática de aquí a 2050. Para ello, el sector del transporte debe experimentar una transformación que hará necesaria una reducción del 90 % de las emisiones de gases de efecto invernadero, garantizando al mismo tiempo soluciones asequibles para los ciudadanos. Hoy en día, el sector del transporte sigue siendo el segundo mayor emisor de gases de efecto invernadero (GEI), después del sector energético, produciendo más del 20% de las emisiones en toda Europa.

En este contexto, la Comisión Europea, presentó en julio de 2021 el paquete de medidas **«Objetivo 55»**, que es el plan de la UE para cumplir los objetivos climáticos del Pacto Verde Europeo.

Dichas medidas incluyen la revisión de la legislación de la UE en el ámbito del transporte, la Comisión propuso ampliar el objetivo de reducción de emisiones al 55 % para los turismos y al 50 % para las furgonetas con respecto a los niveles de 2021 para 2030; propuso además establecer un objetivo para 2035 del 100 % tanto para turismos como para furgonetas; las nuevas normas también exigirán a los fabricantes de camiones y otros vehículos pesados reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> de los nuevos vehículos con respecto a los límites previamente adoptados en 2019.

La reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> requiere la implantación generalizada de los vehículos de bajas emisiones y de emisión cero en todos los modos de transporte, la cual debe ir acompañada de la creación de una red global de infraestructuras de recarga y repostaje.

#### Seguridad – “Vision Zero”

En lo que respecta a la seguridad vial, los compromisos de la UE se han concretado en el documento **EU Road Safety Policy Framework 2021-2030**. Next Steps towards ‘Vision Zero’, estableciendo que la mentalidad del objetivo «Visión Cero» debe arraigar más de lo que lo ha hecho hasta ahora, tanto entre los responsables políticos como en la sociedad en general. El documento trata también de las tendencias en movilidad y seguridad vial que cabe esperar para el decenio (como automatización, economía colaborativa o nuevas formas de movilidad personal) y de la atención especial que se debe prestar a las personas con movilidad reducida y mayores de 64 años.



MOVILIDAD SOSTENIBLE  
E INTELIGENTE

# 01

## INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO GLOBAL

**Desde hace un tiempo se observan, principalmente en entornos urbanos, cambios en las formas de movilidad tradicionales y aparición de otras nuevas.**



## Tendencias

La evolución de la movilidad que cabe esperar en los próximos años, no va a depender sólo de factores endógenos asociados a las políticas concretas definidas por las Administraciones Públicas, sino también de tendencias exógenas socio-económicas y tecnológicas en el ámbito de la movilidad. Entre estas tendencias cabe destacar:

- Envejecimiento de la población: Tendencia plenamente presente en nuestra sociedad en los últimos años, cuyo impacto en la seguridad vial ya se contemplaba en la Estrategia de Seguridad Vial 2011-2020, pero cuya magnitud crece con el tiempo. Se plantea, por tanto, el desafío de atender de forma segura a las necesidades de movilidad de la creciente población de personas mayores, en todas sus formas de participación.
- Aumento de la población urbana y despoblación rural: Desde el punto de vista de la seguridad vial esto plantea dos desafíos. Por un lado, la seguridad en los desplazamientos en las zonas urbanas y periurbanas, con necesidades de movilidad cada vez más numerosas y la aparición de nuevas formas de movilidad que intentan dar respuesta a estas necesidades. Y por otro, atender a la seguridad en los desplazamientos en las zonas rurales, cada vez más despobladas y donde la incidencia del envejecimiento de la población es aún mayor, que se realizan en su inmensa mayoría por medio de carreteras convencionales.
- Nuevas formas de movilidad: Desde hace un tiempo se observan, principalmente en entornos urbanos, cambios en las formas



de movilidad tradicionales y aparición de otras nuevas. En consecuencia, se produce una creciente heterogeneidad en el tráfico, con tipos de vehículos con muy diferentes masas, velocidades y vulnerabilidades. Esta realidad presenta el desafío de garantizar la convivencia segura de todos los medios de movilidad.

- La cultura de las personas jóvenes: Es otro factor a tener claramente en cuenta, porque marca el futuro a corto y medio plazo. Los jóvenes apuestan por el pago por uso, por compartir, por la sostenibilidad, por la movilidad multimodal y por la utilización del smartphone para consultar y contratar servicios relacionados con la movilidad. Es decir, que algunas de las tendencias anteriores se acentúan particularmente en este colectivo; por lo cual cabe esperar que sean tendencias cuya importancia aumente en un futuro próximo.
- Seguridad vial en las organizaciones: Las Administraciones Públicas y entidades privadas tienen una enorme influencia en la sociedad, que debe repercutir en

la mejora de la seguridad vial. De forma directa, fomentando la seguridad vial de sus plantillas, clientes o proveedores; y de forma indirecta, mediante la adopción de criterios de seguridad vial en sus cadenas de valor y en sus decisiones de compras de bienes y servicios.

- Avances tecnológicos tanto en las infraestructuras y sistemas de vigilancia y gestión de tráfico como en los vehículos: La integración de estos avances pretende reducir la siniestralidad atribuible a errores y conductas de riesgo, aunque plantea el desafío de hacerlo adecuadamente para aumentar la seguridad, garantizando que con ello no se estén creando indirectamente nuevos riesgos, como un posible incremento de las distracciones asociado a los nuevos sistemas de comunicación.

A continuación, se presentan las estrategias adoptadas en Europa y en países representativos como Estado Unidos y Japón con relación al reto general de movilidad sostenible.

**Los jóvenes apuestan por el pago por uso, por compartir, por la sostenibilidad, por la movilidad multimodal y por la utilización del smartphone para consultar y contratar servicios relacionados con la movilidad.**



### 1.1 Estrategia europea de movilidad sostenible e inteligente

Desde Europa se ha definido una estrategia que establece una hoja de ruta para encarrilar el transporte europeo hacia un futuro sostenible e inteligente. Para ello se han identificado 10 áreas emblemáticas con un plan de acción asociado que coordinará las acciones en los próximos años. El plan incluye acciones concretas y medidas políticas para alcanzar el objetivo de reducir un 90% las emisiones del sector del transporte de aquí a 2050. La estrategia establece varios hitos para lograr ese objetivo. Así se espera que:

#### En 2030

- Al menos 30 millones de vehículos de emisiones cero circularán por las carreteras europeas.
- 100 ciudades europeas serán climáticamente neutras.
- Se duplicará el tráfico ferroviario de alta velocidad.
- Los viajes colectivos programados de menos de 500 km serán neutros en carbono dentro de la UE.
- La movilidad automatizada se implantará a gran escala.
- Los buques de emisiones cero estarán listos para el mercado.

#### En 2035

- Los grandes aviones con emisiones cero estarán listos para el mercado.

#### En 2050

- Casi todos los coches, furgonetas y autobuses, así como los nuevos vehículos pesados, serán de emisiones cero.
- El tráfico ferroviario de mercancías se duplicará.
- Se triplicará el tráfico ferroviario de alta velocidad.
- La Red Transeuropea de Transporte (RTE-T) multimodal equipada para un transporte sostenible e inteligente con conectividad de alta velocidad estará operativa para toda la red.

El plan de acción de esta estrategia europea se estructura en torno a las siguientes 10 iniciativas emblemáticas:

1. Impulsar la adopción de vehículos de emisiones cero, combustibles renovables y de baja emisión de carbono e infraestructuras relacionadas e infraestructuras relacionadas.
2. Crear aeropuertos y puertos con cero emisiones.
3. Una movilidad interurbana y urbana más sostenible y saludable.
4. Transporte de mercancías más ecológico.

5. Tarifificación del carbono y mejores incentivos para las personas usuarias.
6. Hacer realidad la movilidad multimodal conectada y automatizada.
7. Innovación, datos e inteligencia artificial para una movilidad más inteligente.
8. Reforzar el mercado único.
9. Una movilidad justa para todos.
10. Mejorar la seguridad del transporte.

De este conjunto de iniciativas emblemáticas, se detallan a continuación las que abordará este documento y que requerirán innovación e investigación para alcanzar los objetivos que plantean.

## 1.2 Necesidades de investigación en movilidad para Europa

De las iniciativas prioritarias del apartado anterior, no se considerarán en este White Paper las prioridades que se refieren a aeronáutica o que tienen aspectos legislativos o que únicamente están relacionadas con aspectos legislativos y son los siguientes:

2. Crear aeropuertos y puertos con cero emisiones.
5. Tarifificación del carbono y mejores incentivos para las personas usuarias.
8. Reforzar el mercado único europeo.

A continuación, se detallan el resto de las iniciativas que sí son de interés.

### 1.2.1 Vehículos de emisiones cero

Con el objetivo de alcanzar las metas presentadas en el Plan del Objetivo Climático para 2030 y situarse a partir de 2025 en una trayectoria clara hacia una movilidad sin emisiones, la CE ha propuesto una revisión de las normas de CO<sub>2</sub> aplicables a automóviles y furgonetas en junio de 2021. Asimismo, la Comisión revisará las normas de CO<sub>2</sub> correspondientes a los vehículos pesados en este sentido.

Diferentes iniciativas europeas como por ejemplo «Batteries Europe», «2Zero» y «Clean Tech Europe», contribuyen a la oferta de tecnologías innovadoras para vehículos de cero emisiones. En el caso del transporte por carretera, ya se están desplegando soluciones de emisión cero. A día de hoy, los fabricantes están invirtiendo en el desarrollo de vehículos eléctricos con

batería. La aceptación comercial está creciendo, especialmente la de los automóviles, furgonetas y autobuses utilizados en zonas urbanas, mientras que la de los camiones y autocares empieza a despuntar.

Los fabricantes también están invirtiendo en vehículos con pila de combustible de hidrógeno, en particular para su uso en flotas comerciales, autobuses y transporte pesado. Estas opciones prometedoras cuentan con el apoyo de las estrategias de la UE para la integración del sistema energético y del hidrógeno, además del Plan de acción estratégico para las baterías. La eficiencia energética ha de ser un criterio para priorizar la futura elección de tecnologías adecuadas atendiendo a todo el ciclo de vida. Las soluciones tecnológicas transitorias deben cumplir plenamente las normas en materia de CO<sub>2</sub> y contaminación.

Como se ha señalado, en los últimos años se han realizado importantes esfuerzos para reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos procedentes de los vehículos de motor. Sin embargo, quedan muchas actividades para lograr esos objetivos tan ambiciosos y con necesidades de investigación importantes.





### 1.2.2 Una movilidad interurbana y urbana más sostenible y saludable

La UE presentó en diciembre de 2021 su nuevo Marco de Movilidad Urbana para establecer orientaciones europeas sobre la manera en que las ciudades pueden reducir las emisiones y mejorar la movilidad. Esto beneficiará a una amplia mayoría de personas usuarias, considerando que más de un 70% de la población de la Unión Europea vive en entornos urbanos actualmente.

En concreto el marco presta especial atención al transporte público y a los desplazamientos a pie y en bicicleta, da prioridad a las soluciones con cero emisiones para las flotas de transporte urbano. Esto implica una necesidad de servicios eficientes de movilidad, abriendo una oportunidad a la investigación de la creación de nuevos servicios de movilidad en el entorno urbano.

### 1.2.3 Transporte de mercancías más ecológico

La logística multimodal debe formar parte de la transformación del transporte de mercancías, dentro de las zonas urbanas y fuera de ellas. El crecimiento del comercio electrónico ha modificado significativamente los hábitos de consumo, pero deben tenerse en cuenta los costes externos de millones de entregas, incluida la reducción de los trayectos sin carga e innecesarios. En consecuencia, la planificación de la movilidad urbana sostenible también debe englobar la dimensión del transporte de mercancías a través de planes específicos de logística urbana sostenible. Dichos planes acelerarán el despliegue de las soluciones de emisión cero ya disponibles y la investigación en conseguir un reparto de mercancías más eficiente y sostenible.

### 1.2.4 Hacer realidad la movilidad multimodal conectada y automatizada

La UE debe aprovechar al máximo las soluciones digitales inteligentes y los sistemas de transporte inteligentes (ITS). Los sistemas conectados y automatizados tienen un enorme potencial para mejorar fundamentalmente el funcionamiento de todo el sistema de transporte y contribuir a los objetivos de sostenibilidad y seguridad. Las acciones se centrarán en apoyar la integración de los modos de transporte en un sistema multimodal que funcione.

Europa debe aprovechar las oportunidades que ofrece la movilidad conectada, cooperativa y automatizada (CCAM). La CCAM puede proporcionar movilidad para todos, mejorar la seguridad vial y hacer más eficiente el transporte y la movilidad. La Comisión impulsa mediante la Asociación CCAM y a través de otras asociaciones centradas en las tecnologías digitales. Estas asociaciones son importantes a la hora de desarrollar y aplicar una agenda europea de investigación e innovación compartida, coherente y a largo plazo, reuniendo a agentes de toda la cadena de valor. La UE debe asegurarse de que los esfuerzos estén bien coordinados y de que los resultados lleguen al mercado. Por ejemplo, hay que abordar la falta de armonización y coordinación de las normas de tráfico pertinentes y la responsabilidad de los vehículos automatizados. La visión es hacer de Europa un líder mundial en el desarrollo y despliegue de servicios y sistemas CCAM y contribuir así de forma significativa al liderazgo europeo en un transporte por carretera seguro y sostenible.



**Se promueve la investigación en soluciones que permitan una nueva movilidad asequible y accesible en todas las regiones y para todos los pasajeros, incluidos aquellos con discapacidad y movilidad reducida.**

### **1.2.5 Innovación, datos e inteligencia artificial para una movilidad más inteligente**

La UE debe garantizar el máximo nivel de rendimiento de las infraestructuras digitales, en particular a través del 5G, que ofrece un amplio abanico de servicios y ayuda a conseguir niveles más altos de automatización entre las diferentes aplicaciones de movilidad. Por otro lado, es necesario lograr una conectividad con una cobertura ininterrumpida a través de los principales corredores de transporte de toda Europa con infraestructuras de conectividad 5G.

La inteligencia artificial (IA) se está volviendo fundamental para la automatización del transporte en todos los modos y los componentes y tecnologías digitales ocupan un lugar central en ellos. Desde Europa se ha propuesto una normativa sobre inteligencia artificial definiendo sectores en los que es crítica la aplicación de IA como la conducción automatizada.

La transformación digital del sector del transporte y la movilidad requiere abordar aspectos relacionados con la disponibilidad, el acceso y el intercambio de datos. En Europa se va a proponer la construcción de un espacio común europeo de datos relativos a la movilidad. Esto tendrá en cuenta la gobernanza transversal y la norma relativa a los datos, así como el principio de neutralidad tecnológica. La finalidad es recopilar, conectar y poner a disposición datos para lograr los objetivos de la UE, de la sostenibilidad a la multimodalidad.

Puesto que el acceso a los datos de los vehículos será fundamental para el intercambio de datos relativos al transporte y la movilidad inteligente, se ve necesaria la investigación en la compartición de información de calidad y de manera segura.

### **1.2.6 Una movilidad justa para todos**

La crisis económica ha puesto de relieve la necesidad de una movilidad asequible, accesible y justa para los pasajeros y otras personas usuarias de los servicios de transporte. Se promueve la investigación en soluciones que permitan una nueva movilidad asequible y accesible en todas las regiones y para todos los pasajeros, incluidos aquellos con movilidad reducida.

### **1.2.7 Mejorar la seguridad del transporte (Safety&Cybersecurity)**

Europa sigue siendo la región de transporte más segura del mundo. Así y todo, en 2019, aproximadamente 22.700 personas perdieron la vida en las carreteras de la UE y por cada persona fallecida, en torno a otras cinco sufren lesiones graves con secuelas para toda la vida. Por ello, la UE ha definido su estrategia de seguridad vial de 2018. Desde el punto de vista de investigación cabe resaltar la necesidad de aspectos de diseño, validación y certificación de los vehículos automatizados en las dimensiones de seguridad funcional (safety) y ciberseguridad (cybersecurity) integrando soluciones de inteligencia artificial confiables.



## 1.3 Contexto en el resto del mundo

14

En este apartado se describen las estrategias adoptadas por Estados Unidos y Japón, elegidos por ser dos de los países más representativos con relación al reto de la transición hacia una futura movilidad sostenible.

### 1.3.1 Estados Unidos

En septiembre de 2022, los responsables de los departamentos de Energía, Transporte, Vivienda y Desarrollo Urbano y de la Agencia de Protección del Medio Ambiente firmaron un histórico memorando de entendimiento (MOU, por sus siglas en inglés) para permitir a las cuatro agencias federales acelerar el futuro del transporte limpio, asequible y equitativo de la nación. El MOU pedía a las agencias que publicaran una estrategia global para descarbonizar el sector del transporte que ayudara a orientar las futuras decisiones políticas, así como la investigación, el desarrollo, la demostración y el despliegue en los sectores público y privado.

Las diferentes agencias federales han publicado el Plan Nacional para la Descarbonización del Transporte de Estados Unidos, un marco interinstitucional de estrategias y acciones para eliminar todas las emisiones del sector del transporte de aquí a 2050. El Plan ofrece un

enfoque de todo el gobierno para hacer frente a la crisis climática y cumplir los objetivos globales de una red eléctrica 100% limpia para 2035 y cero emisiones netas de carbono para 2050.

Las acciones de esa estrategia son similares a las de Europa e identifican que, el uso generalizado de la conectividad y la automatización cambiarán drásticamente la movilidad del futuro de forma difíciles de prever. Las políticas y las soluciones tecnológicas pueden aprovechar estos cambios para mejorar la seguridad, la comodidad y la asequibilidad y permitir una movilidad más eficiente al tiempo que ayudan a evitar el riesgo de aumento de los desplazamientos. Los sistemas de transporte deben ser lo bastante flexibles para adaptarse a las nuevas tecnologías y a los imprevistos que provoquen cambios en la movilidad.

### 1.3.2 Japón

Japón se enfrenta a retos como el descenso de la natalidad, el envejecimiento de la población, la energía y el medio ambiente. El gobierno japonés está trabajando en un proyecto para la “Sociedad 5.0”, un sistema social que resuelva o mitigue estos problemas utilizando tecnologías IoT (Internet of Things), IA y robótica. Resolver los problemas del sector del transporte también está su agenda.



**La creación de sistemas de movilidad de nueva generación es uno de los proyectos emblemáticos que deben abordarse para hacer realidad la “Sociedad 5.0”.**

La creación de sistemas de movilidad de nueva generación es uno de los proyectos emblemáticos que deben abordarse para hacer realidad la “Sociedad 5.0”. El gobierno japonés está promoviendo el desarrollo institucional, el desarrollo tecnológico y proyectos de demostración con indicadores clave de rendimiento (KPI, por sus siglas en inglés) adjuntos, como el servicio de transporte de conducción automatizada no tripulada en vías públicas de zonas limitadas. Se espera que la conducción automatizada contribuya a un transporte por carretera más seguro y fluido, en el que más personas puedan viajar cómodamente, y a la mejora de la eficiencia industrial y de las industrias relacionadas.

Asimismo, la estrategia “Reform 2020” de proyectos público-privados para acelerar el crecimiento (en el marco de la estrategia de revitalización de Japón), incluye el “Uso de sistemas de movilidad de nueva generación y tecnología de automatizada” entre las prioridades del Gobierno de demostración de proyectos concretos.

# H<sub>2</sub>



## 1.4 Contexto en Euskadi

La Ley 11/2023 de movilidad sostenible de Euskadi, publicada en noviembre de 2023, establece los principios y objetivos a los que debe responder el transporte de personas y mercancías para lograr el desarrollo integral de una movilidad sostenible, saludable y segura desde las perspectivas social, económica y ambiental, en línea con las políticas y directrices europeas. Entre estos principios se incluye la priorización de medios de transporte con menor coste ambiental y la aplicación de las nuevas tecnologías y la innovación al servicio del transporte.

En este sentido, en Euskadi, la movilidad eléctrica ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, respaldada por iniciativas de las diferentes administraciones y el compromiso de todos los actores con la sostenibilidad. Entre las diferentes iniciativas estratégicas cabe destacar la “Estrategia vasca del hidrógeno” y la “Estrategia vasca de movilidad eléctrica”. Asimismo, en Euskadi existen diversas infraestructuras e iniciativas relacionadas con la nueva movilidad eléctrica, sostenible, cooperativa conectada y autónoma.


### 1.4.1 Estrategia vasca del hidrógeno

La Estrategia Vasca del Hidrógeno tiene como objetivo establecer las directrices para impulsar la creación de un ecosistema del hidrógeno basado en la **producción de hidrógeno renovable** y en unas **infraestructuras de almacenamiento, transporte y distribución** que soporten el mercado local y sirvan de base para establecer un centro logístico con relevancia en el mercado internacional de exportación. Esto supondrá una oportunidad de descarbonización para la industria vasca y, al mismo tiempo, de desarrollo industrial para posicionarse como exportadores de tecnología.

### 1.4.2 Estrategia vasca de movilidad eléctrica

Esta estrategia se elaboró con la colaboración de diferentes agentes a través de encuentros donde se han analizado los diferentes ámbitos de la movilidad eléctrica. Se ha mantenido contacto con empresas de servicios de recarga, con la administración municipal, clústeres, redes comerciales de vehículos, colegios de administradores de fincas, fabricantes de automoción y flotistas, entre otros.





**La estrategia vasca de movilidad eléctrica se elaboró con la colaboración de diferentes agentes a través de encuentros donde se han analizado los diferentes ámbitos de la movilidad eléctrica.**

17

Alineada con otras iniciativas como la “Estrategia Klima 2050”, “Estrategia Energética de Euskadi 2030” y el “Plan Director de Transporte Sostenible”, esta iniciativa propone unos objetivos específicos para 2030 en 3 de los 4 ejes en los que desarrollará su plan de acción:

- **EJE 1 Electrificación de la movilidad.**
  - . 16% del parque móvil, electrificado.
  - . 50% de los autobuses urbanos, electrificados.
  - . 80% de las flotas de taxis, electrificadas.
- **EJE 2 Implantación de infraestructura de recarga.**
  - . Duplicar el número de puntos de carga rápida en Euskadi: 80 puntos de recarga de 50 kW.
  - . 12 emplazamientos con terminales de carga ultrarrápida.
- **EJE 3 Desarrollo tecnológico e industrial.**
  - . 15 proyectos de movilidad eléctrica en el sector de automoción vasco, traccionados por la iniciativa privada y apoyados por el Gobierno Vasco.
  - . 10 proyectos de marcado carácter tecnológico en el ámbito de la recarga del vehículo eléctrico, traccionados por la iniciativa privada y apoyados por el Gobierno Vasco.

- **EJE 4 Coordinación de políticas y marco regulatorio.**

La consecución de estos objetivos exigirá una agenda de inversiones que deberá ser liderada por los agentes privados y que deberá contar con un decidido compromiso por parte de todos los niveles de la administración:

- Para impulsar la adquisición de vehículos eléctricos, cubriendo los sobrecostes que requiere esta tecnología, se estima una inversión entre 1000 y 1500 millones de euros.
- Para potenciar las infraestructuras de recarga rápida y ultrarrápida, se estima una inversión de 300 a 500 millones de euros.
- Para impulsar el desarrollo tecnológico e industrial se estiman necesarios entre 250 y 340 millones de euros.
- Para aspectos transversales, como adecuaciones de carácter regulatorio o acciones de educación y sensibilización, se precisarán entre 1 y 2 millones de euros.

### 1.4.3 Iniciativas e infraestructuras estratégicas de Euskadi relacionadas con la nueva movilidad

Existen varias iniciativas en el ámbito de la creación de espacios de experimentación lideradas principalmente por las 3 Diputaciones Forales.

#### . Bizkaia Connected Corridor (BCC)

Se trata de una iniciativa público-privada – Diputación Foral de Bizkaia y TECNALIA – para ensayar, validar y demostrar tecnologías vinculadas con la Movilidad Cooperativa, Conectada y Autónoma y las Infraestructuras Inteligentes y Digitales en un escenario real.

Bizkaia Connected Corridor pone a disposición de tejido industrial y de investigación vasco los **1.200 km de carreteras de Bizkaia** con todas sus infraestructuras asociadas: túneles, viaductos, taludes, vías de servicio, centros de control, etc., para ser empleados como laboratorio de pruebas de las tecnologías **CCAM y de Infraestructuras Inteligentes y Digitales**, tanto tecnologías físicas, vinculadas con Materiales, Resiliencia, Sostenibilidad, etc., como iniciativas digitales, vinculadas con la inteligencia artificial, la Ciberseguridad, las Comunicaciones Avanzadas, las Tecnologías de Software, etc.

#### . Gipuzkoa Living Lab (GLL)

Gipuzkoa Living Lab tiene 3 objetivos principales: la creación de un **entorno de experimentación real** en el que las empresas y centros tecnológicos puedan testear sus soluciones de CCAM en un entorno real de experimentación, la adecuación de las infraestructuras viarias a la movilidad del futuro y la creación de servicios de movilidad avanzados para la ciudadanía. Para ello pone a disposición de los diferentes agentes, prácticamente la totalidad de su red de carreteras, la infraestructura física y lógica necesaria y la gestión y operativa de las pruebas.

#### . Vitoria-Gasteiz Mobility Lab

Mobility Lab pretende identificar y testar soluciones innovadoras en el campo de la movilidad urbana y la logística aprovechando el singular ecosistema empresarial e investigador con el que cuentan Vitoria-Gasteiz y Araba. Una de las líneas estratégicas del Mobility Lab es la creación de un living lab consistente en varios espacios físicos regulados de experimentación que simulen las condiciones de prueba de un laboratorio en un **entorno real controlado** y bajo una normativa que lo permita (regulatory sandbox). De esta manera, se busca que diferentes agentes de innovación (empresas, centros de investigación, universidades, etc.) puedan diseñar y testear soluciones innovadoras en materia de movilidad y logística. En concreto, se plantean seis espacios específicos destinados a drones, vehículo autónomo y conectado, reparto de última milla, transporte público inteligente, logística intermodal y vías de alta capacidad.

Asimismo, existen otras iniciativas estratégicas en Euskadi para impulsar la colaboración y la investigación en el ámbito de la movilidad eléctrica y sostenible:

#### . Mubil

Polo de Nueva Movilidad de Euskadi, que aglutina las capacidades existentes en el territorio y aporta infraestructuras diferenciales para generar nuevas oportunidades en el ámbito de la movilidad inteligente y sostenible mediante la innovación y la colaboración.

#### . BasqueCCAM

La asociación BasqueCCAM promueve la generación de un ecosistema de I+D e innovación para el impulso de tecnologías y soluciones para la Movilidad Conectada, Cooperativa y Autónoma (CCAM) en el País Vasco, con proyección local, estatal e internacional.

# LIVING LAB CORREDOR COOPERATIVO INFRAESTRUCTURAS INTELIGENTES

Bizkaia Connected Corridor



**Existen varias iniciativas en el ámbito de la creación de espacios de experimentación lideradas principalmente por las 3 Diputaciones Forales.**

## . Industria eMobility

Foro de la Nueva Movilidad de Gipuzkoa, constituido por empresas y organizaciones vinculadas con el sector de la Nueva Movilidad y liderado por Cámara de Gipuzkoa.

## . Automotive Intelligence Center (AIC)

Centro de competencia mundial que ofrece infraestructuras especializadas y un espacio de trabajo multidisciplinar en el ámbito de la automoción, incluyendo un Centro especializado en electrificación de vehículos (ECC - Electrification Competence Center).

## . Basque Automotive Manufacturing Center (BAM)

Centro de investigación de fabricación avanzada en automoción especializada es tecnologías para el desarrollo del vehículo eléctrico y en tecnologías digitales. Es una iniciativa de colaboración público-privada, impulsada por Mercedes-Benz, Gestamp y MB Sistemas de Corporación Mondragón.

## . Corredor Vasco del Hidrógeno (BH2C)

Asociación público-privada de Euskadi, que impulsa actividades de investigación e innovación en tecnologías de hidrógeno (producción, infraestructuras, logística de distribución, aplicaciones de descarbonización de la industria y el transporte y otros usos).

## . Zirkular Bat

Iniciativa promovida desde el Departamento de Sostenibilidad de la Diputación Foral de Gipuzkoa, la Fundación Naturklima y con el soporte técnico de CIDETEC Energy Storage, es una comunidad de empresas cuyo objetivo principal es el estímulo y la promoción de un ecosistema circular de baterías en Gipuzkoa, con un alcance global. Desempeña su labor en un entorno de colaboración público-privada, protagonizado por actores del entorno industrial local, con vocación de colaborar con empresas tractoras de otros territorios.



## 1.5 Cadena de valor y oportunidades en Euskadi

20

Las estrategias e iniciativas descritas en los apartados anteriores proporcionan un marco de inestimable valor para el impulso de la competitividad y el posicionamiento internacional de los distintos agentes de la cadena de valor de la movilidad eléctrica en Euskadi. Los espacios colaborativos y living labs generarán oportunidades de innovación tecnológica y no tecnológica, dando lugar a nuevas propuestas de valor añadido y nuevos modelos de negocio.

Este desarrollo del sector industrial y de servicios en torno a la movilidad eléctrica generará impactos positivos a nivel económico, medioambiental y social (nuevas posibilidades de formación, generación de empleo, beneficios para la salud por la descarbonización...) y además proporcionará otros beneficios como por ejemplo la provisión de flexibilidad a las redes de distribución de energía eléctrica.

El siguiente gráfico muestra la composición de los distintos agentes implicados en la cadena de valor del vehículo eléctrico en Euskadi:

### Composición de los agentes en la cadena de valor del vehículo eléctrico en Euskadi.



**Euskadi cuenta con un importante tejido empresarial en el sector de automoción. También cuenta con importantes empresas en el sector ferroviario y aeronáutico. Adicionalmente, existe todo un entramado de PYMEs proveedoras de componentes para los distintos sectores del transporte.**



#### Tejido empresarial

Cabe destacar la relevancia del sector vasco de automoción, con un volumen de facturación en la actualidad equivalente a un 25% del PIB de Euskadi, con un 90% de ventas en el mercado internacional y con más de 40.000 empleos en el territorio.

Euskadi cuenta con importantes empresas en el sector de automoción como Mercedes, Irizar, CIE Automotive o Gestamp, entre otras, y con la Corporación Mondragón, como primer grupo industrial vasco, que entre sus divisiones incluye algunas relacionadas con la fabricación de componentes para automoción. También cuenta con importantes empresas en el sector ferroviario, como CAF, y aeronáutico, como ITP Aero. Adicionalmente, existe todo un entramado de PYMEs proveedoras de componentes para los distintos sectores del transporte.

Asimismo, Euskadi cuenta con una combinación de posicionamiento y *know-how* tecnológico e industrial en otras áreas directamente relacionadas con la movilidad eléctrica como el almacenamiento de energía, los motores eléctricos o la electrónica de potencia.

En el ámbito concreto de las baterías, Euskadi cuenta con Cegasa, Basquevolt y CIDCell como fabricantes de celdas y con diversas empresas

a lo largo de la cadena de valor de las baterías, abarcando el desarrollo de materiales para celdas y para carcasas de baterías, el ensamblaje de *battery packs* –LANZO Batteries, orientada al sector aeroespacial–, el desarrollo de sistemas de gestión de baterías (BMS, TMS) –como la start up Optimized Battery Systems, OBS–, el reciclaje, etc. En el ámbito de los motores eléctricos hay fabricantes vascos como Obeki, Lancor y Alconza y en electrónica de potencia aplicada al vehículo eléctrico trabajan empresas como Ingeteam o Jema, entre otras.

En lo que respecta al sector energético, se pueden identificar en Euskadi empresas que están claramente bien posicionadas en el ámbito de las infraestructuras de recarga como Iberdrola o Ibil.

Asimismo, Euskadi cuenta con numerosas empresas del sector TIC, relevantes para el desarrollo de la Movilidad Cooperativa, Conectada y Autónoma, como Ibermatica, Ikusi, Gertek, etc., múltiples empresas auxiliares que pueden proveer sensores y otras de instalaciones de los sensores y elementos de monitorización en las infraestructuras.

También hay que mencionar la presencia en Euskadi de importantes ingenierías como Sener, Idom, etc.

### Clústeres

Cabe destacar la relevancia de los clústeres de Euskadi como dinamizadores de la colaboración entre los distintos agentes científico-tecnológicos y las empresas vascas para impulsar su competitividad. Los más relacionados con la movilidad eléctrica son:

- ACE – Cluster de Energía de Euskadi.
- ACICAE – Cluster de Automoción de Euskadi.
- GAIA - Asociación de Industrias de Conocimiento y Tecnología Aplicada de Euskadi (incluye Electrónica, Informática, Telecomunicaciones, Ingeniería).
- HEGAN – Basque Aerospace Cluster.
- MLC-ITS - Clúster de Movilidad y Logística de Euskadi.

### Agentes científico-tecnológicos

Euskadi cuenta con las capacidades y experiencia de diversos Centros de BRTA que trabajan en materias relacionadas con el desarrollo de vehículos de cero emisiones (AZTERLAN, CEIT, CIC ENERGIGUNE, CIDETEC, GAIKER, IKERLAN, LEARTIKER, LORTEK, TECNALIA, TEKNIKER, VICOMTECH). Estos Centros tienen líneas de investigación alineadas con la movilidad eléctrica y participan en múltiples proyectos de I+D a nivel internacional, nacional y regional, en muchos de ellos colaborando con universidades y/o empresas vascas. También están bien posicionados en asociaciones, plataformas, redes de conocimiento y otras iniciativas internacionales y nacionales. Presencia en plataformas, asociaciones y otras iniciativas internacionales relacionadas con la movilidad eléctrica:

- ALISTORE - Network of research in the field of batteries and battery materials.
- Batteries 2030+ - Sustainable Batteries of the Future.
- BATTERIES EUROPE - European Technology & Innovation Platform on batteries.

- BEPA - Batteries European Partnership Association y BATT4EU - Batteries European Partnership.
- CCAM – European Partnership on Connected, Cooperative and Automated Mobility.
- EBA - European Battery Alliance.
- EARPA - European Automotive Research Partners Association.
- ECH2A - European Clean Hydrogen Alliance.
- EGVIA2ZERO - European Green Vehicles Initiative Association y 2Zero Partnership.
- EMIRI - Energy Materials Industrial Research Initiative.
- ERTICO – ITS Europe.
- ERTRAC - European Road Transport Research Advisory Council.
- EUROBAT - Association of European Automotive and Industrial Battery Manufacturers.
- HYDROGEN EUROPE RESEARCH.
- LiPLANET - Network of research pilot lines for lithium battery cells.
- UPCELL – European Battery Manufacturing Alliance.

Presencia en plataformas y asociaciones nacionales:

- AEC – Asociación Española de la Carretera.
- AEH2 - Asociación Española de Hidrógeno.
- AEPIBAL - Asociación Española de Pilas, Baterías y Almacenamiento Energético.
- BATTERYPLAT - Plataforma Tecnológica Española de Almacenamiento.
- ITS España.
- M2F – Plataforma Tecnológica Española de Automoción y Movilidad.
- PTE HPC - Plataforma Tecnológica Española del Hidrógeno y Pilas de Combustible.
- SERNAUTO - Asociación Española de Proveedores de Automoción.

**Los objetivos marcados por la CE para la descarbonización del sector del transporte y, en particular, los hitos establecidos en las normas relativas a las emisiones de CO<sub>2</sub> de vehículos, suponen una gran oportunidad para impulsar la investigación y el desarrollo tecnológico necesarios para avanzar en el despliegue de los vehículos de cero emisiones.**



#### **Oportunidades de desarrollo tecnológico e innovación en Euskadi**

El apoyo de la Administración Pública y la presencia de agentes industriales y científico tecnológicos a lo largo de toda la cadena de valor de la movilidad eléctrica, hacen que Euskadi se encuentre en una posición inmejorable para desarrollar actividades de investigación, desarrollo e innovación, generando valor económico en la región.

Los objetivos marcados por la CE para la descarbonización del sector del transporte y, en particular, los hitos establecidos en las normas relativas a las emisiones de CO<sub>2</sub> de vehículos, suponen una gran oportunidad para impulsar la investigación y el desarrollo tecnológico necesarios para avanzar en el despliegue de los vehículos de cero emisiones de gases de efecto invernadero, ya sea mediante la electrificación (baterías y pilas de combustible de hidrógeno) o mediante motores de combustión de hidrógeno. Ninguna tecnología se adapta a todos los casos de uso de transporte, por lo que es preciso avanzar en el desarrollo de las principales apuestas, dirigiendo los esfuerzos a disminuir los costes actuales asociados a su implementación, a avanzar en sus prestaciones para satisfacer la demanda de las personas usuarias y a mejorar aspectos de seguridad, fiabilidad y circularidad.

La movilidad eléctrica cooperativa, conectada y autónoma requiere de infraestructuras inteligentes que permitan la carga de los vehículos eléctricos, la gestión de la energía, la comunicación entre los vehículos y la infraestructura, así como la monitorización y el control de los sistemas. Se requieren actividades de I+D que permitan una gestión eficiente de la carga, la interoperabilidad entre diferentes sistemas, la gestión de la energía, la seguridad y la monitorización y control de los sistemas.

# 02

## DEFINICIÓN DE LOS ÁMBITOS TECNOLÓGICOS DE ACTUACIÓN DE BRTA







# 02

## DEFINICIÓN DE LOS ÁMBITOS TECNOLÓGICOS DE ACTUACIÓN DE BRTA

**Del análisis realizado al inicio de este documento, se ha visto que las iniciativas a nivel europeo son similares a las definidas en EE.UU. y Japón.**

Del análisis realizado al inicio de este documento, se ha visto que las iniciativas a nivel europeo son similares a las definidas en EE.UU. y Japón. Se puede hacer una traslación de las necesidades de I+D en grandes titulares referidas a las iniciativas prioritarias de la UE para una transición hacia una movilidad sostenible, que se puede resumir en la siguiente tabla.

Estas necesidades de I+D nos han llevado a establecer unos ámbitos de actuación que incorporan implícitamente las iniciativas propuestas desde Europa.

### Necesidades de I+D de las diferentes prioridades

Iniciativa prioritaria europea	Necesidad de I+D+i (Investigación en...)
(1) Impulsar la adopción de vehículos de emisiones cero, combustibles renovables y de baja emisión de carbono e infraestructuras relacionadas.	. Vehículos eléctricos. . Infraestructuras de recarga.
(3) Una movilidad interurbana y urbana más sostenible y saludable.	. Nuevos servicios de movilidad.
(4) Transporte de mercancías más ecológico.	. Logística urbana avanzada.
(6) Hacer realidad la movilidad multimodal conectada y automatizada.	. Movilidad cooperativa conectada y autónoma.
(7) Innovación, datos e inteligencia artificial para una movilidad más inteligente.	. Tecnologías habilitadoras: conectividad, datos e inteligencia artificial.
(9) Una movilidad justa para todos.	. Movilidad inclusiva.
(10) Mejorar la seguridad del transporte.	. Ciberseguridad, validación y certificación.



## Relación entre los ámbitos, las necesidades de I+D y las iniciativas

Ámbito de actuación BRTA	Necesidad de I+D+i	Iniciativa EU
Vehículos eléctricos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Investigación en componentes de VE.</li> <li>. Investigación en Hidrógeno.</li> </ul>	<p>(1)</p> <p>(1)</p>
Infraestructura para movilidad sostenible.	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Investigación en infraestructuras de recarga.</li> <li>. Digitalización de infraestructuras.</li> <li>. IA, Datos, Conectividad.</li> </ul>	<p>(1)</p> <p>(6)</p> <p>(7)</p>
CCAM Movilidad cooperativa conectada y autónoma.	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Conectividad.</li> <li>. Creación de servicios CCAM.</li> <li>. Vehículos autónomos.</li> <li>. IA.</li> <li>. Ciberseguridad, validación y certificación.</li> <li>. Movilidad inclusiva.</li> </ul>	<p>(6) (7)</p> <p>(6)</p> <p>(6)</p> <p>(7)</p> <p>(10)</p> <p>(9)</p>
Gestión y Servicios de movilidad Logística.	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Nuevos servicios de movilidad.</li> <li>. Tecnologías habilitadoras.</li> <li>. Movilidad inclusiva.</li> <li>. Logística urbana avanzada.</li> <li>. Ciberseguridad, validación y certificación.</li> </ul>	<p>(3)</p> <p>(7)</p> <p>(9)</p> <p>(4)</p> <p>(10)</p>

# 02

## DEFINICIÓN DE LOS ÁMBITOS TECNOLÓGICOS DE ACTUACIÓN DE BRTA

La división en estos ámbitos se ha realizado principalmente en base a las áreas sobre los que se quieren abordar los aspectos de investigación de la movilidad sostenible. sobre los que se quieren abordar los aspectos de investigación de la movilidad sostenible.

El primer ámbito de actuación definido, el de vehículos eléctricos, está directamente relacionado con la iniciativa prioritaria europea 1 de vehículos cero emisiones e infraestructuras relacionadas. En este primer ámbito incluiremos los retos y las prioridades de I+D relativas a baterías y pilas de combustible de hidrógeno, motores eléctricos y electrónica de potencia, así como aspectos relativos a la operativa de validación del vehículo eléctrico.

Todos los aspectos de I+D+i relacionados con infraestructuras serán objeto del segundo ámbito de trabajo. Este segundo ámbito abarcará, por tanto, las infraestructuras para movilidad sostenible relacionadas con la iniciativa europea 1 para las infraestructuras de recarga, pero también las infraestructuras inteligentes para CCAM, utilizando tecnologías habilitadoras de datos (plataformas de datos), IA para digital twin y conectividad.

El tercero de los ámbitos (CCAM) está directamente relacionado con la iniciativa 6 de hacer realidad la movilidad multimodal, conectada y automatizada, pero también con las tecnologías habilitadoras de la iniciativa 7, por la propia naturaleza de la conectividad, porque la percepción del entorno está relacionada con las técnicas de IA y los datos son fundamentales para las estrategias de guiado y percepción. Evidentemente también está relacionado con los aspectos de certificación y validación requeridos por los vehículos autónomos.



**Una movilidad y logística interurbana y urbana más sostenible. Se trata de la misma idea generación de servicios avanzados, para lo cual es necesario investigar en tecnologías habilitadoras como IA.**

El cuarto ámbito está directamente relacionado con iniciativas europeas para una movilidad y logística interurbana y urbana más sostenible. Se trata de la misma idea generación de servicios avanzados, para lo cual es necesario investigar en tecnologías habilitadoras como IA, conectividad y datos y debe ser inclusiva para todos como se requiere en las iniciativas 4 y 9. Así como en la movilidad, la logística y está directamente relacionada con la iniciativa de transporte de mercancías más ecológico, focalizando en los aspectos de la logística urbana, porque tiene incidencia en la movilidad en las ciudades y por acotar el ámbito de aplicación.



En la siguiente tabla se recoge la relación entre los ámbitos y las iniciativas europeas.

**Relación entre los ámbitos, las necesidades de I+D y las iniciativas**

Iniciativas	Ámbitos			
	Vehículos eléctricos	Infraestructuras	CCAM	Movilidad y Logística
Vehículos de emisiones cero e infraestructuras relacionadas	•	•		
Movilidad interurbana y urbana más sostenible y saludable				•
Transporte de mercancías más ecológico				•
Movilidad multimodal conectada y automatizada		•	•	
Movilidad justa para todos			•	•
Innovación, datos e inteligencia artificial para una movilidad más inteligente		•	•	•
Mejorar la seguridad del transporte			•	•

30

# VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

30

- 3.1 Introducción y alcance del ámbito \_ 33**
- 3.2 Baterías para electromovilidad \_ 34**
- 3.3 Hidrógeno \_ 36**
- 3.4 Máquinas eléctricas \_ 38**
- 3.5 Electrónica de potencia \_ 40**
- 3.6 Operativa y validación del vehículo eléctrico \_ 41**





MOVILIDAD SOSTENIBLE  
E INTELIGENTE

**03**

**VEHÍCULOS  
ELECTRICOS**

**Una de las principales estrategias para avanzar en la descarbonización del transporte es la electrificación, sustituyendo los motores de combustión interna de los vehículos por motores eléctricos.**





## 3.1 Introducción y alcance del ámbito

Una de las principales estrategias para avanzar en la descarbonización del transporte es la electrificación, sustituyendo los motores de combustión interna de los vehículos por motores eléctricos, que no generan emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Otra estrategia es la utilización de motores de combustión de hidrógeno, ya que el hidrógeno no genera emisiones de CO<sub>2</sub> en su combustión.

Existen otras estrategias de descarbonización como la utilización de combustibles renovables (biocombustibles o sintéticos), cuya emisión de CO<sub>2</sub> pueden equilibrarse con el CO<sub>2</sub> capturado durante su proceso de elaboración, que no son objeto de este documento, aunque actualmente son de gran interés para sectores como el aeronáutico o naval como alternativas para alcanzar sus requerimientos de una forma técnico-económica viable.

El alcance de este ámbito es, por tanto, el de los vehículos propulsados por motores eléctricos y el de los vehículos propulsados por motores térmicos que utilizan hidrógeno como combustible, ambas alternativas consideradas de cero emisiones de gases de efecto invernadero. En el caso de los vehículos eléctricos, los motores pueden estar alimentados por baterías o bien por pilas de combustible de hidrógeno (que generan electricidad al combinar el hidrógeno almacenado en el vehículo con el oxígeno de la atmósfera). Cada tecnología cuenta con sus propias fortalezas y actualmente se está realizando una intensa labor de investigación para avanzar en su desarrollo y dar mejor respuesta a los requerimientos de los distintos modos de transporte y a las tendencias en la demanda de la sociedad (mayor autonomía del vehículo, menor tiempo de recarga, mayor seguridad, etc.).

Se han definido 5 sub-ámbitos o áreas de trabajo y para cada uno de ellos se han establecido los

principales retos tecnológicos asociados y las prioridades de I+D de los Centros de BRTA para abordar dichos retos. A continuación, se describe brevemente el alcance de los 5 sub-ámbitos:

- 1. Baterías para electromovilidad:** comprende baterías de distintas químicas con aplicación a corto y medio plazo en electromovilidad, desde la celda hasta el *battery pack*, incluyendo sistemas de refrigeración, sistemas de gestión BMS (Battery Management System), desarrollo de gemelos digitales, etc. y abarcando todo el ciclo de vida de las baterías, desde su fabricación hasta su segunda vida útil o reciclaje.
- 2. Hidrógeno:** incluye pilas de combustible y motores de combustión de hidrógeno, así como sistemas de almacenamiento del hidrógeno a bordo del vehículo.
- 3. Máquinas eléctricas:** comprende diversos tipos de motores eléctricos avanzados para propulsar vehículos eléctricos, abarcando aspectos relacionados con la mejora de sus prestaciones, fiabilidad y diseño circular.
- 4. Electrónica de potencia:** abarca todos los sistemas electrificados del vehículo (tren de tracción eléctrica, sistema de recarga y sistemas auxiliares de climatización, entretenimiento, etc.), incluyendo el diseño de materiales, componentes y arquitecturas, así como herramientas de diseño, operación y estrategias de control.
- 5. Operativa y validación del vehículo eléctrico:** abarca soluciones basadas en gemelos digitales (software y hardware) y bancos de ensayos para reducir tiempos de prueba y validación de nuevas funcionalidades y tecnologías de vehículos eléctricos (en base a escenarios de conducción, parámetros del vehículo, etc.), así como el desarrollo de perfiles de control eficientes y sistemas de control predictivos.

### 3.2 Baterías para electromovilidad

#### 3.2.1 Introducción y definición del subámbito

Una de las principales ventajas de la electrificación con baterías es la elevada eficiencia energética en diferentes modos de transporte, y que globalmente puede llegar hasta un 75%. Las baterías están desempeñando un papel de importancia creciente para descarbonizar el transporte ligero –y particularmente los vehículos de pasajeros y furgonetas-, que representa del orden del 50% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector del transporte en Europa. La electrificación con baterías también contribuye a la descarbonización del transporte pesado –camiones, ferrocarril, aeronáutico, maquinaria de obra, etc. Sin embargo, las baterías tienen el inconveniente intrínseco de una densidad de energía muy inferior a la de los combustibles líquidos hidrocarbonados convencionales. A pesar de la menor eficiencia de los motores de combustión interna, éstos siguen dando lugar a autonomías netas superiores, entre

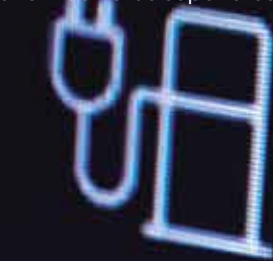
otras consideraciones.

En este contexto, resulta crucial seguir apostando por la investigación y desarrollo en baterías para aplicaciones de transporte y movilidad con el fin de superar los retos operativos que éstas presentan en relación a los combustibles fósiles, y en consecuencia facilitar su aceptación por parte del mercado.

#### 3.2.2 Retos específicos

La electrificación con baterías es aplicable a una variedad de modos de movilidad de personas y transporte de mercancías. Por otra parte, si bien la tecnología de baterías más asentada para este campo es la de ión litio, existen otras químicas y variantes de interés con opciones de ocupar segmentos del mercado significativos, como las baterías de litio con electrolito sólido, las baterías de ion sodio, de litio/azufre y otras. En este contexto, si bien cada sector de aplicación tiene unos requisitos específicos, existen varios retos generales que se pueden formular de manera genérica para todos los modos de transporte y químicas de baterías:

- Mejorar las prestaciones de las baterías:



118 mi

69%

## **Las baterías están desempeñando un papel de importancia creciente para descarbonizar el transporte ligero, que representa del orden del 50% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector del transporte en Europa.**

densidad de energía gravimétrica y volumétrica, densidad de potencia.

- Mejora en la durabilidad: ciclabilidad y envejecimiento.
- Disminuir el tiempo de carga de las baterías (carga rápida).
- Aumentar la seguridad de las baterías, con particular énfasis en evitar y controlar situaciones de riesgo como el “thermal runaway” o embalamiento térmico.
- Integración eficiente en battery packs de sistemas de gestión avanzados (BMS).
- Avanzar en la digitalización, como concepto transversal coadyuvante para la simulación del comportamiento de las baterías, de los procesos de fabricación, etc.
- Optimizar el coste, tanto de los materiales como de los procesos de fabricación.
- Avanzar en los distintos aspectos relacionados con la economía circular, la sostenibilidad y la reducción del impacto medioambiental, incluyendo conceptos de ecodiseño y segunda vida.

### **3.2.3 Prioridades de I+D**

En función de los retos generales indicados, cabe destacar los siguientes ejes principales de I+D:

- Desarrollo y evaluación de nuevos materiales de electrodo y celda de alta densidad de energía, ciclabilidad, carga rápida y seguridad intrínseca para las químicas de baterías actuales y futuras: Li ion, Na ion, Li/S, etc.
- Desarrollo nuevos electrolitos sólidos con elevada estabilidad electroquímica, amplia ventana térmica de operación y carga rápida para baterías sólidas y semisólidas.
- Desarrollo de nuevos procesos de fabricación de electrodos y electrolitos de estado sólido de manera más sostenible, evitando el uso de disolventes.
- Sistemas de gestión de baterías (BMS)

avanzados, con alta precisión, integración de sensórica avanzada (seguridad y prevención de eventos térmicos), estandarización, interoperabilidad, ciberseguro, funcionalidades y comunicación entre vehículo y red eléctrica.

- Algoritmos de estado de función de la batería (SoX) mediante tecnologías de inteligencia artificial para la gestión de una batería de vehículo o una flota.
- Soluciones avanzadas de refrigeración de paquetes de baterías; integración térmica con otras partes del vehículo (habitáculo, etc.)
- Nuevos materiales estructurales tipo composite, aleaciones de aluminio y de acero para aligeramiento del cofre de las baterías, con elevada relación resistencia/rigidez/peso.
- Desarrollo de nuevos materiales relacionados con el empaquetado de módulos y baterías completas que sean capaces de mantener la eficiencia de la batería a lo largo de su vida útil y superar las nuevas especificaciones ignífugas, térmicas y de compatibilidad electromagnética.
- Ecodiseño de sistemas de baterías con la máxima eficiencia en el empaquetado, facilitando y abaratando las operaciones de ensamblaje y desmontaje para segundos usos o final de vida.
- Diseño de sistemas de baterías seguros teniendo en cuenta mitigación del thermal runaway, y minimizar o evitar la propagación en caso de que se diera.
- Desarrollo de gemelos digitales a lo largo de toda la cadena de valor: desde líneas de fabricación y ensamblaje de baterías, hasta aplicación final (vehículos de pasajeros, transporte de mercancías). Optimización de procesos de fabricación, operación y mantenimiento preventivo basada en gemelos digitales y comunicación con la nube.
- Desarrollo de procedimientos y estándares de testeo y evaluación de baterías al final de su vida útil con vistas a su gestión de cara a aplicaciones de segunda vida, garantías, etc.
- Tecnologías para la automatización de clasificación y gestión/desensamblaje de baterías en plantas de reciclaje garantizando la seguridad del proceso.
- Nuevas tecnologías de reciclaje de baterías de bajo impacto medioambiental: hidrometalúrgicas y reciclado directo.

## 3.3 Hidrógeno

### 3.3.1 Introducción y definición

El hidrógeno puede ser usado como materia prima para otros compuestos, como combustible o vector de transporte y almacenamiento de energía; y tiene muchas aplicaciones para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la generación eléctrica (especialmente habilitando una mayor penetración de energías renovables en el sistema eléctrico), la industria, el transporte (vehículos propulsados por pila de combustible) y la vivienda. No obstante, los costes y su falta de madurez tecnológica hacen que su uso sea mínimo en la actualidad.

La utilización de hidrógeno como vector energético es una de las estrategias con mayor potencial para la descarbonización del transporte terrestre. Su elevada densidad energética supone una sustancial ventaja sobre los sistemas puramente eléctricos para su aplicación sobre todo en vehículos pesados, como transporte mercancías. También ofrece la posibilidad de extender significativamente los alcances de los vehículos ligeros, para aplicaciones en entornos urbanos.

Los sistemas propulsivos basados en hidrógeno son bien conocidos en el sector de la automoción, específicamente con vehículos propulsados por pilas de combustible, sistemas híbridos batería/pila de combustible y basados en combustión de hidrógeno.

En este contexto, es muy importante Investigar en tecnologías punteras que permitan alcanzar soluciones de gestión optimizada y segura del Hidrógeno en el ámbito del transporte sostenible por carreteras, y su aceptación por parte de las personas usuarias y el mercado

### 3.3.2 Retos específicos

En este contexto se describen los retos y prioridades de I+D más relevante para hacer del hidrogeno uno de los vectores más importantes para la movilidad del futuro, así como los vehículos eléctricos propulsados por hidrógeno. Existen varios retos generales y específicos para las soluciones tecnológicas de gestión optimizada y segura de los proyectos de generación, almacenamiento, transporte y utilización del Hidrógeno, a continuación, se mencionan los más importantes.

- Coste en la implementación en vehículos propulsados por pilas de combustible.
- Uso de materias primas críticas.
- Densidad de potencia y potencia específica de las pilas de combustible.
- Rendimiento gravimétrico y volumétrico de los sistemas de almacenamiento de hidrógeno.
- Trabajo en condiciones criogénicas, y de alta presión.
- Metodologías de ensayo en condiciones de trabajo específicas.
- Modelización del comportamiento de los materiales en las condiciones de trabajo.
- Uniones en sistemas de almacenamiento y transporte.
- Sensorización en condiciones criogénicas.
- Sostenibilidad, economía circular e impacto medioambiental.

**La utilización de hidrógeno como vector energético es una de las estrategias con mayor potencial para la descarbonización del transporte terrestre.**

**3.3.3 Prioridades de I+D**

En función de los retos generales indicados, cabe destacar los siguientes ejes principales de I+D:

- Reducción de coste de los equipos y hacer viable una producción a gran escala sin limitaciones por el uso de materias primas críticas, es imprescindible la disminución de los materiales preciosos utilizados como catalizadores en pilas de combustible PEM (platino, iridio...); ya sea mediante una deposición más eficiente que potencie su efecto o mediante el uso de sustitutos abundantes y baratos como las combinaciones de oxígeno, nitrógeno y diversos metales de transición como son el hierro y el cobalto.
- Disminución del peso de los sistemas de pila de combustible (factor especialmente crítico en el sector aeroespacial).
- Fabricación y ensamblaje de pilas -celda, módulo, pack-.
- Desarrollo de sistemas de propulsión basados en la combustión de hidrógeno, el cual presenta mayores dificultades para la estabilización de la combustión y una temperatura adiabática de llama superior a la de los combustibles tradicionales.
- Mejora en estrategias y componentes avanzados de control (eléctrico -BMS-, térmico -TMS-) de los sistemas de pila de combustible.
- Modelización de la vida útil de los sistemas de pila de combustible.
- Mejora de los protocolos de recarga de hidrógeno para disminuir los tiempos de recarga de los depósitos sin requerir un mayor consumo de energía durante el proceso.
- Investigar y desarrollar materiales que puedan operar en condiciones criogénicas de forma duradera.
- Investigar y desarrollar materiales de aislamiento térmico.
- Investigar y desarrollar materiales que minimicen el proceso de permeación del hidrógeno, así como en fenómenos de microcraqueo por saltos térmicos y ciclos mecánicos.
- Desarrollo de materiales que mejoren la reacción y la resistencia al fuego.
- Desarrollo de adhesivos e investigación en la Integridad y seguridad de las uniones en elementos de almacenamiento y transporte.
- Investigación en materiales sostenibles y reciclables.
- Fabricación de depósitos de hidrógeno líquido que minimicen la masa y el volumen de estos a través de una mejora de los materiales utilizados y un control del boil-off admisible para cada aplicación concreta.
- Desarrollo de planes de mantenimiento de equipos que trabajen con hidrógeno líquido para minimizar el estrés térmico que genera que estos dejen de operar y que, por lo tanto, pasen de condiciones criogénicas a ambientales.
- Disminución de la masa de los sistemas de almacenamiento de hidrógeno comprimido mediante mejora de los materiales o la eliminación de los liners (desarrollo de tanques tipo V).
- Diseño y fabricación de sistemas de distribución, repostaje y almacenamiento a bordo de hidrógeno seguros.
- Desarrollo de metodologías de ensayo en condiciones de trabajo (i.e.: permeabilidad).



## 3.4 Máquinas eléctricas

### 3.4.1 Introducción y definición


Se puede afirmar sin duda que la movilidad del futuro está orientada a la electrificación del transporte. Por poner un ejemplo, las ventas de los vehículos eléctricos se están incrementando y las previsiones indican que seguirán en esta línea, hasta superar incluso ya en 2035 las ventas de vehículos de combustión interna. Un componente fundamental para dicha electrificación es el motor eléctrico, dado que debe estar presente independientemente del vector energético y el grado de electrificación del medio de transporte. Por esta razón, el mercado de motores eléctricos para el sector del transporte se prevé que aumente con una tasa de crecimiento anual compuesta del 5.5% en una década. La investigación en motores eléctricos más eficientes, más reducidos en relación a su potencia, reciclables y fabricados con materiales reciclados es una prioridad dentro de los planes de la Comisión Europea, y esta es una tendencia a nivel mundial.

Los sistemas propulsivos que se prevé requieran de estos motores eléctricos más avanzados son los siguientes:

- Sistemas de propulsión eléctrica para aplicaciones aeronáuticas.
- Sistemas de tracción para coches eléctricos ligeros.
- Sistemas de tracción para vehículos eléctricos pesados (autobuses, camiones..).
- Sistemas de propulsión marina.
- Sistemas de propulsión para la electromovilidad urbana.

Y las topologías a las que van orientadas las innovaciones que se requieren en el futuro son las listadas a continuación.

- Motores síncronos de imanes permanentes (PMSM).
- Motores síncronos de reluctancia síncrona o conmutada.
- Motores asíncronos o de inducción (ASM).
- Motores síncronos de rotor eléctricamente excitado (EESM).



**Se puede afirmar sin duda que la movilidad del futuro está orientada a la electrificación del transporte.**

### 3.4.2 Retos específicos

Los retos específicos necesarios para la movilidad del futuro están relacionados con las prestaciones, fiabilidad y ciclo de vida “from the cradle to the grave”.

Los objetivos a conseguir son los siguientes:

- Motores de mayor densidad de par/potencia, es decir motores de muy bajo peso y capaces de operar en espacios reducidos.
- Sistemas de extracción de calor más eficientes y compactos.
- Procesos mejorados para la fabricación en serie de motores eléctricos.
- Metodologías de evaluación de seguridad y fiabilidad de motores eléctricos de tracción.
- Incrementar la reciclabilidad y circularidad de los sistemas de tracción.
- Utilización segura de alta tensión para mejora de la eficiencia y altas derivadas de tensión (dv/dt) para utilización de convertidores más compactos.
- Introducción de tolerancia a fallos, donde los motores multifásicos ofrecen mejores prestaciones que los trifásicos.

### 3.4.3 Prioridades de I+D

Por último, y para lograr los retos específicos marcados para los motores de propulsión eléctrica del futuro, las líneas de trabajo en las que se deben centrar las investigaciones son las siguientes:

- Metodologías de optimización electromagnética, térmica y mecánica de motores trifásicos y multifásicos.
- Optimización topológica de componentes. Uso de fabricación aditiva para componentes electromagnéticos, estructurales y de refrigeración.
- Diseño de nuevos sistemas de refrigeración directa de motores eléctricos con nuevos líquidos refrigerantes.
- Desarrollo de metodologías de diseño circular. Uso de materiales magnéticos reciclados, reducción del uso de materiales críticos como las tierras raras en los imanes permanentes. Diseño orientado al reciclado de componentes.
- Sistemas de aislamiento de alta tensión libres de descargas parciales, capaces de operar en condiciones ambientales adversas de temperaturas, humedad y presión atmosférica.
- Mitigación de NVH (Noise, Vibration, Harshness) en motores eléctricos de alta velocidad.
- Integración de motores y convertidores electrónicos. Accionamientos modulares integrados (IMMD, Integrated Modular Motor Drives).
- Mitigación de EMI en sistemas embarcados (motor + convertidor).
- Desarrollo de procedimientos de ensayo acelerado de componentes para la predicción de vida útil de los motores eléctricos.
- Diseño de metodologías de protección interna y externa del motor en caso de fallo.

### 3.5 Electrónica de potencia

#### 3.5.1 Introducción y definición

La electrificación del transporte implica, en el caso de la electrónica de potencia, no solo el desarrollo del tren de tracción eléctrica y su sistema de recarga, sino también la concepción desde cero del vehículo eléctrico, incluyendo el sistema de control y la alimentación de los sistemas auxiliares (climatización, sistemas de seguridad, entretenimiento, etc.). La tendencia se orienta, por un lado, hacia el dimensionamiento de los componentes acorde a las necesidades de cada caso de uso, potenciando el diseño de arquitecturas eficientes, modulares e integradas, y, por otro lado, el desarrollo de estrategias de control que faciliten sistemas multimisión con optimización del control en tiempo real.

Además, la electrificación de los vehículos pesados de transporte y de otros sectores, como el aéreo, impulsa el desarrollo de sistemas híbridos, modulares, seguros y optimizados en peso y volumen. En lo relativo al transporte aéreo, el concepto de aeronaves más eléctricas, en las que se electrifican todos los sistemas menos la propulsión gracias a componentes de alta densidad de potencia, es un primer paso hacia el desarrollo de aeronaves sostenibles. Para los fabricantes, la sustitución de los sistemas hidráulicos y neumáticos supone una mayor eficiencia en vuelo y en tierra, además de la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y NOx, una mayor fiabilidad y una reducción de los costes de mantenimiento.

#### 3.5.2 Retos específicos

- Gestión energética para el control de motor y de los sistemas auxiliares (dependencia de la autonomía).
- Banco de ensayos donde testear los ciclos de operación equivalentes a la operación en vehículo.

- Control vectorial máquinas síncronas.
- Cortocircuito dinámico entre fases.
- Análisis en pérdidas de tensión.
- Diseño de convertidores eficientes de reducido volumen y peso.
- Diseño acorde a metodologías de normativas de seguridad.
- Diseño de sistemas modulares y escalables.
- Análisis y optimización de arquitecturas de sistema.
- Desarrollo de algoritmos de operación y control adaptativos.
- Habilitación de sistemas de mantenimiento predictivo.
- Diseño a nivel de sistema y basado en escenarios.

#### 3.5.3 Prioridades de I+D

- Diseño e integración de convertidores modulares basados en tecnologías Wide Band Gap (GaN y SiC), para sistemas de tracción y alimentación de auxiliares en vehículo eléctrico, embarcaciones y aeronaves.
- Diseño y fabricación de materiales y componentes magnéticos para operar a alta frecuencia.
- Desarrollo de estrategias de control y análisis de degradación basadas en convertidores cognitivos e inteligencia artificial.
- Desarrollo integrado de componentes compactos que encapsulen la electrónica de potencia, máquina eléctrica y refrigeración.
- Diseño de sistemas seguros y tolerantes a fallos orientados al cumplimiento de normativas de seguridad.
- Desarrollo de herramientas de diseño y operación basadas en modelos multifísicos e inteligencia artificial.



## 3.6 Operativa y validación del vehículo eléctrico

### 3.6.1 Introducción y definición

El software de control desarrollado en el sector de la automoción debe ser desarrollado de forma ágil y en base a estándares que minimicen el tiempo de pruebas en vehículo y que maximicen la seguridad de los desarrollos. Este proceso puede producir errores y puede conllevar complejidad en trazabilidad de código, pruebas, integración en diferentes plataformas... Es por ello por lo que la tendencia actual consiste en el desarrollo de software de control en base a procedimientos que agilicen la trazabilidad de requisitos, las pruebas, la generación de código automático, y siempre desde una perspectiva de abstracción del hardware final.

Para la operativa y validación de nuevas tecnologías en vehículos eléctricos, es prioritario reducir tiempos de prueba, así como una detección temprana de los posibles defectos de montaje de los vehículos, con el consecuente ahorro en coste. Los gemelos digitales, basados en modelos fidedignos, ayudan en la validación de estas funcionalidades (ciclo de velocidad, escenario de conducción y parámetros del vehículo).

En el sector de automoción, los gemelos digitales permiten la excitación de actuadores reales mediante señales de control/excitaciones procedentes de modelos matemáticos que se ejecutan en un ordenador o sistema de tiempo real. Esta misma estructura serviría de cimentación para la creación del conjunto bancada para el control de funcionalidades en tiempo real.

### 3.6.2 Retos específicos

En este contexto se describen los retos y prioridades de I+D más relevante para la validación de funcionalidades para el vehículo eléctrico. Se mencionan los retos específicos para las soluciones tecnológicas de gestión de energía, gemelos digitales, validación, ciclos de control (velocidad, escenarios, parametrización). Los retos más relevantes son:

- Gemelo digital para validación de funcionalidades.
- Bancada para validación de las pruebas de campo.
- Sistema de control de banco en tiempo real
- Configuración de los Ciclos de conducción, basados en modelos de predicción de consumos.

- Diseño de ECUs (Electronic Control Units) unificadas para eliminar complejidad en la arquitectura y ahorrar en componentes.
- Calibración de los sistemas en bancos de ensayos.
- Gestión y control en tracciones distribuidas.
- Sistemas de control predictivos basados en horizontes electrónicos.
- Asegurar cierto nivel de seguridad en el desarrollo tanto software como hardware.
- Validación de modelo de vehículos eléctricos, y los subsistemas.

### 3.6.3 Prioridades de I+D

En función de los retos específicos indicados, cabe destacar los siguientes ejes principales de I+D:

- Desarrollo de herramientas que permitan la optimización global de los sistemas, conociendo de antemano la ruta preestablecida, que permitan desarrollar perfiles de control eficientes.
- Desarrollo de herramientas para la generación de gemelos digitales, que sean muy fieles a la realidad y que estén basados en datos reales, para la validación y simulación en condiciones adversas.
- Desarrollo de HW con suficiente potencial como para aunar varias centralitas (ECU, Electronic Control Units) en una, disminuyendo la complejidad de la arquitectura final. Hoy en día, los vehículos comerciales cuentan con más de 100 ECUs/vehículos y muchas líneas de código. El objetivo es reducir ambos.
- Desarrollo de modelos, gemelos digitales, que permitan realimentar un banco de ensayos con datos reales, gracias a los sensores y sistemas de comunicación que alimenten estos sistemas en tiempo real.
- Investigar en el alineamiento con las normas correspondientes a cada sistema, tanto en el desarrollo hardware como de software, para poder optimizar los procesos de pruebas, validación y verificación.
- Control en tracciones distribuidas, por ejemplo, vehículos eléctricos con motor en rueda, que permitan mejorar la dinámica de los sistemas y a su vez la seguridad y la eficacia con estas nuevas configuraciones.
- Sistemas de control predictivos basados en horizontes electrónicos, que permitan anticipar las acciones de control mejor de lo que una persona lo puede hacer. Se pretende realizar la optimización del sistema completo, utilizando el conocimiento de los mapas y modelos del tráfico para una predicción más eficiente.

# 04

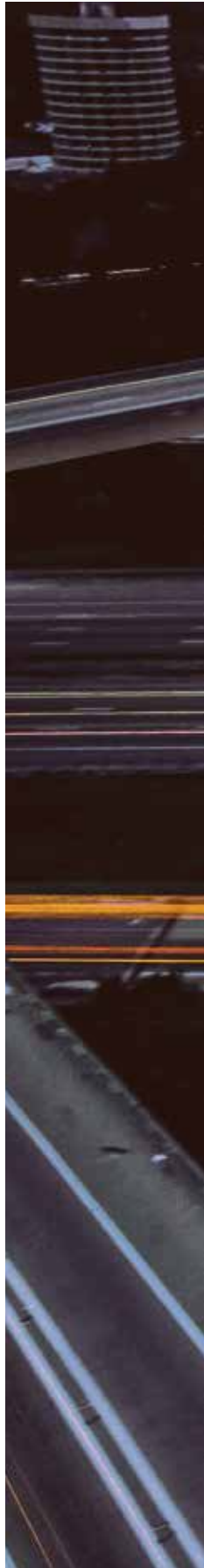
## **INFRAESTRUCTURA PARA MOVILIDAD SOSTENIBLE**

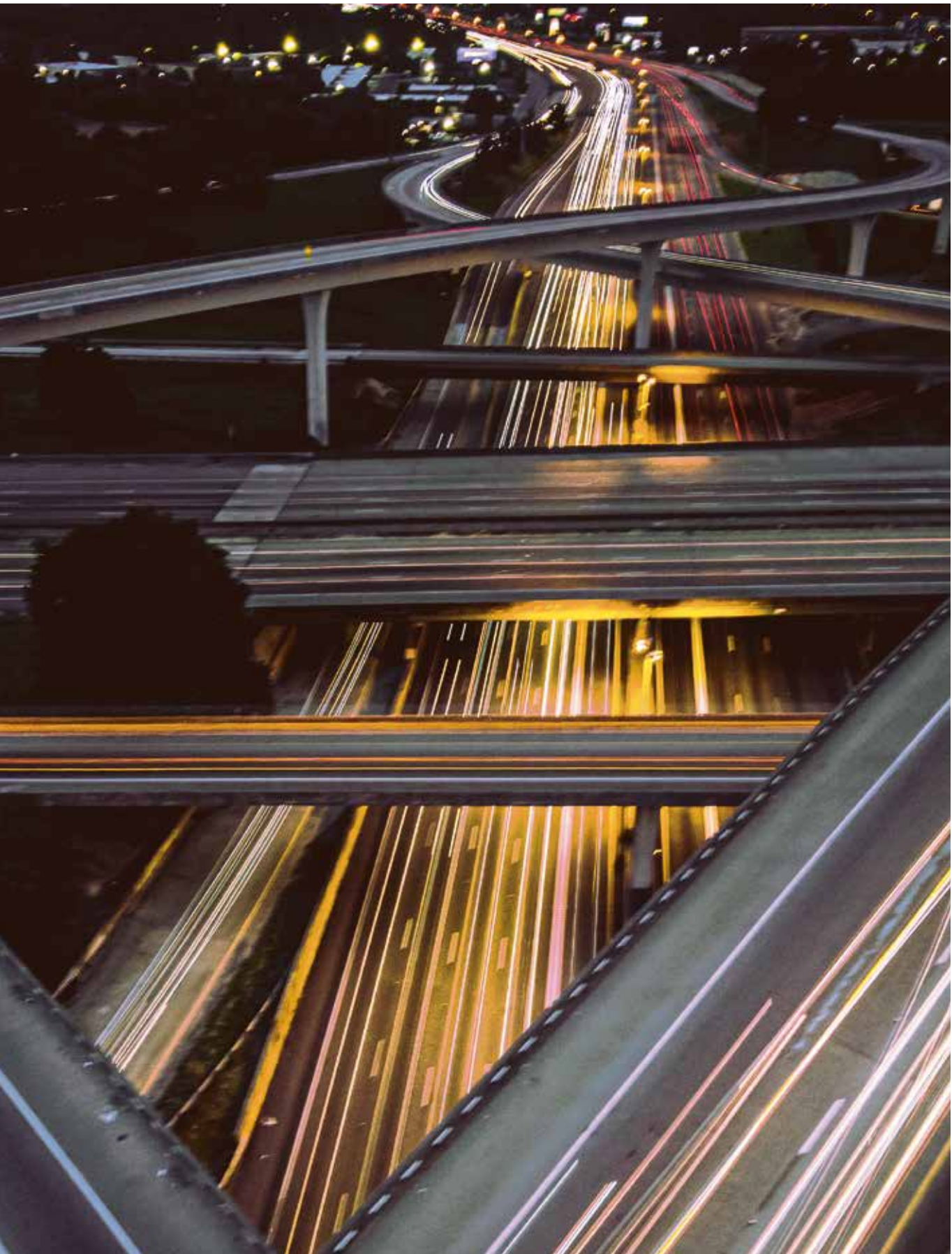
42

***4.1 Introducción y alcance del ámbito \_ 44***

***4.2 Infraestructuras de recarga \_ 45***

***4.3 Infraestructuras inteligentes para CCAM \_ 46***





**Las infraestructuras inteligentes permiten una gestión eficiente de la carga de los vehículos eléctricos, lo que es esencial para la implementación de la movilidad eléctrica.**

### 4.1 Introducción y alcance del ámbito

El despliegue de vehículos de combustibles renovables y con bajas emisiones de carbono, debe ir acompañado de la creación de una red completa de infraestructuras de recarga y repostaje para conseguir la generalización de los vehículos de bajas emisiones en nuestras carreteras. El objetivo planteado en la UE es construir para 2025 la mitad de las 1 000

estaciones de hidrógeno y un millón de los 3 millones de puntos de recarga públicos necesarios para 2030. Esto permitirá disponer de una red extendida que facilite el acceso a todas las personas.

Es objeto de este ámbito la integración de los puntos de recarga en la red, la generación de mapas de recarga, la monitorización de los puntos

de recarga, recopilando toda la información de los mismos. En este apartado también se consideran los puntos de recarga de otros vehículos como bicicletas o motocicletas. Sin embargo, no se consideran aspectos relacionados con la propia generación de energía, aspectos que se tratan con detalle en el White Paper de Transición Energética.

Asimismo, en este ámbito se tienen en cuenta las infraestructuras para la movilidad cooperativa conectada y automatizada que son el conjunto de tecnologías, sistemas y dispositivos que permiten la comunicación e interacción entre vehículos, infraestructuras y personas usuarias, con el objetivo de mejorar la seguridad, la eficiencia y la comodidad del transporte. Estas infraestructuras incluyen, entre otros elementos, la conectividad del vehículo a la infraestructura (V2I), sistemas de navegación inteligente, sistemas de gestión de tráfico, sensores y cámaras para la detección de obstáculos y peligros en la carretera, y sistemas de control de velocidad y de frenado automático.

El ámbito se completa con las tecnologías habilitadoras para disponer de unas infraestructuras debidamente mantenidas que cumplan con los criterios de calidad y seguridad exigidos para cada tipo de vía. Para ello se contemplan acciones en este ámbito relacionadas con la monitorización de infraestructuras y herramientas de gestión inteligente.

## 4.2 Infraestructuras de recarga

### 4.2.1 Introducción y definición

Las infraestructuras de recarga fomentan la adopción de vehículos de combustibles alternativos y su disponibilidad es un aspecto crítico. Los conductores necesitan estar seguros de que podrán recargar sus vehículos cuando lo necesiten.

El despliegue de infraestructuras de recarga estimula la innovación y el desarrollo tecnológico en el sector de la movilidad, fomentando la investigación y el desarrollo de tecnologías más eficientes y rentables para la recarga de vehículos. Además, se crean nuevas oportunidades de negocio en el sector de la movilidad, como la

construcción y el mantenimiento de estaciones de recarga, la producción de equipos de recarga, y la prestación de servicios de recarga a los conductores.

Las infraestructuras inteligentes permiten una gestión eficiente de la carga de los vehículos eléctricos, lo que es esencial para la implementación de la movilidad eléctrica. Estas infraestructuras pueden gestionar la carga de los vehículos en función de la demanda, evitando congestiones y asegurando que los vehículos estén disponibles cuando se necesiten. Estas infraestructuras pueden gestionar la energía de manera inteligente en función de la demanda, optimizando el uso de la energía eléctrica y reduciendo los costos.

Asimismo, hay un creciente negocio que habría que tener en cuenta en este apartado asociado a las estaciones de recarga de vehículos de movilidad personal como bicicletas o motocicletas. Hay estaciones de recarga que necesitan ser gestionadas y monitorizadas en lo que se refiere a instalación en la red, disponibilidad de vehículos, estados de carga de los mismos, etc.

### 4.2.2 Retos específicos

Los retos de este subámbito son los siguientes:

- Implantación de estaciones de recarga de vehículos basados en hidrógeno.
- Velocidad de carga: es importante aumentar la velocidad de carga de las baterías para reducir el tiempo necesario para cargar un vehículo eléctrico y, por lo tanto, hacer que la experiencia de carga sea más cómoda y atractiva para las personas usuarias.
- Interoperabilidad: es necesario desarrollar estándares comunes y sistemas de comunicación que permitan a los diferentes vehículos eléctricos y puntos de carga interactuar entre sí de manera eficiente.
- Seguridad: es necesario desarrollar sistemas de seguridad que protejan tanto a las personas usuarias como a los equipos de carga de posibles riesgos eléctricos o derivados del uso del hidrógeno.
- Monitorización de los puntos de recarga.
- Gestión de energía en la instalación que contiene múltiples puntos de recarga.



### 4.2.3 Prioridades de I+D

Las prioridades de I+D son:

- Diseño de electrónica de potencia para carga rápida.
- Diseñar elementos de sensorización de las estaciones de recarga.
- Diseñar sistemas de gestión de red inteligente en función de la demanda.
- Diseño de estaciones de recarga de hidrógeno con producción in situ: producción, almacenamiento, seguridad y gestión.
- Desarrollar técnicas de seguridad adaptados a las necesidades de las instalaciones de hidrógeno.

## 4.3 Infraestructuras inteligentes para CCAM

### 4.3.1 Introducción y definición

Las infraestructuras inteligentes son necesarias para la implementación exitosa de la movilidad cooperativa, conectada y automatizada (CCAM, de sus siglas en inglés) debido a que estas tecnologías requieren una comunicación en tiempo real entre los vehículos y la infraestructura para poder operar de manera eficiente y segura. A continuación, se presentan algunas de las razones por las cuales se necesitan infraestructuras inteligentes para CCAM:

- Comunicación bidireccional: Las infraestructuras inteligentes permiten una comunicación bidireccional entre los vehículos y la infraestructura, lo que es esencial para la implementación de la movilidad cooperativa en CCAM. Esta comunicación permite a los vehículos recibir información en tiempo real

**Las infraestructuras inteligentes son necesarias para la implementación exitosa de la movilidad cooperativa, conectada y automatizada (CCAM) debido a que estas tecnologías requieren una comunicación en tiempo real entre los vehículos y la infraestructura para poder operar de manera eficiente y segura.**



sobre las condiciones del tráfico, la ubicación de otros vehículos y la disponibilidad de plazas de estacionamiento, entre otros datos importantes.

- Seguridad: Las infraestructuras inteligentes pueden mejorar la seguridad en la movilidad cooperativa en CCAM, al permitir una comunicación bidireccional entre los vehículos y la infraestructura, lo que facilita la identificación de riesgos y la prevención de accidentes.
- Monitorización y control: Las infraestructuras inteligentes permiten la monitorización y el control de los sistemas, lo que implica la supervisión y la corrección de errores en tiempo real, lo que contribuye a mejorar la calidad del servicio y a garantizar la fiabilidad de los sistemas.

Euskadi cuenta con una actividad relevante en la creación de infraestructuras inteligentes para CCAM. Bizkaia cuenta con un corredor de testeo de soluciones CCAM en la AP8 y A8, el Bizkaia Connected Corredor (BCC)<sup>1</sup>, desde el límite con Gipuzkoa hasta la frontera con Cantabria y consta de 25 balizas de comunicaciones ITS-G5 CV2X. Además, tiene una monitorización de las infraestructuras críticas. La Diputación de Gipuzkoa dispone de un Living Lab<sup>2</sup> de movilidad en el que poder testear nuevas tecnologías y crear servicios de CCAM. Dispone de 25 balizas ITS-G5 y CV2X en la AP8 desde la frontera de Irún hasta el límite con Bizkaia y en la AP1 desde Eibar hasta la frontera con Araba. Además, hay otras iniciativas interesantes como el Rural Living Lab de Beasain integrado en la estrategia Smart Mobility Beasain y el Mobility Lab Vitoria Gasteiz Living Lab<sup>3</sup>.

#### 4.3.2 Retos específicos

El reto global que se plantea para este apartado es preparar las infraestructuras para la movilidad cooperativa conectada y automatizada. En ese nuevo paradigma de movilidad la infraestructura estará integrada con los vehículos y con otras infraestructuras alcanzando un ecosistema en el que se comparta la información relevante para que la movilidad sea segura y confiable. Este reto principal lleva a identificar los siguientes retos específicos:

- Digitalización de las infraestructuras. Es necesaria una digitalización de las infraestructuras para la toma de decisiones y poder informar a los vehículos de situaciones cambiantes.
- Monitorización del estado de las carreteras. Será preciso identificar el estado de la propia infraestructura.
- Monitorización de los eventos: obras, accidentes, condiciones meteorológicas, otros incidentes.

1 <https://bizkaiaconnectedcorridor.biz>

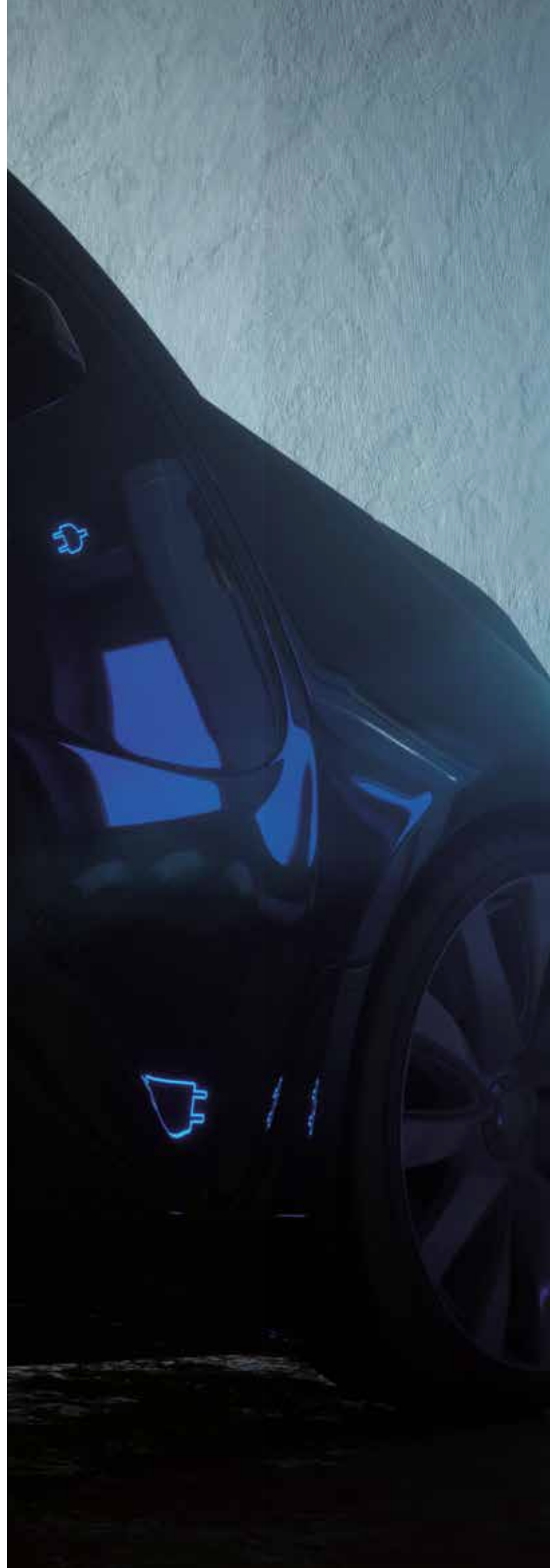
2 <https://www.ceit.es/noticias/-/contents/23/02/2023/ceit-y-la-diputacion-de-gipuzkoa-entran-de-llevo-en-la-era-de-las-carreteras-inteligentes-a-traves-del-living-lab/content/tZ9oin6Nj8k/43977942>

3 <https://mobilitylab.eus/>

# 04

## INFRAESTRUCTURA PARA MOVILIDAD SOSTENIBLE

- Extensión de ODD (Operational Design Domain). Los ODDs son las condiciones en las que funcionan los vehículos autónomos/ automatizados. Se deberá monitorizar la infraestructura para informar a los vehículos para que puedan extender su rango de operación.
- Elementos de gestión de información. Toda la información debe ser gestionada y centralizada por el operador de la infraestructura.
- Elementos de comunicación. Se deberán instalar o utilizar elementos de comunicación en las infraestructuras para comunicaciones I2X.
- Estandarización de las comunicaciones y protocolos. Uno de los retos que se plantea es la estandarización de las comunicaciones y para ello se está trabajando a nivel europeo en diferentes grupos de estandarización.
- Mantenimiento de infraestructuras para vehículos automatizados. La directiva europea de mantenimiento de infraestructuras contempla que las infraestructuras se mantengan de manera adecuada para las necesidades de los vehículos automatizados.
- Ciberseguridad: las TEIC (Tecnologías de la Electrónica, Información y Comunicaciones) necesarias para dar respuesta a los retos expuestos son susceptibles de ser atacadas, poniendo en peligro la seguridad, disponibilidad, integridad y confidencialidad de infraestructuras, servicios y datos. Por lo tanto, la ciberseguridad debe ser considerada desde el diseño de las soluciones, y gestionada durante todo el ciclo de vida de las mismas.







#### 4.3.3 Prioridades de I+D

Las prioridades de I+D que pueden dar respuesta a los retos que se han planteado se muestran a continuación:

- Creación de mapas de alta definición (HD Maps) para la digitalización de infraestructuras.
- Creación de gemelos digitales para simular la evolución del tráfico, los elementos instalados en las infraestructuras y el estado de las vías.
- Sistemas de percepción avanzados para la monitorización del estado de las infraestructuras.
- Desplegar sensores y sistemas de percepción que puedan extender los ODDs.
- Diseño modular y estructurado de plataformas de gestión de infraestructuras.
- Investigar en sistemas de traducción automatizados entre estándares Datex II y C-ITS.
- Diseño de gateways para diferentes tecnologías de comunicaciones.
- Percepción avanzada para el mantenimiento de infraestructuras.
- Modelos predictivos de la evolución del estado de la infraestructura.
- Ciberseguridad por diseño a nivel de componente y sistema, evaluación de ciberseguridad, monitorización de amenazas, gestión de incidencias y actualizaciones de software, etc.





# CCAM MOVILIDAD COOPERATIVA CONECTADA Y AUTOMATIZADA

50

***5.1 Introducción y alcance del ámbito \_ 53***

***5.2 Reconocimiento del entorno precisa y segura \_ 55***

***5.3 Monitorización del interior del vehículo \_ 57***

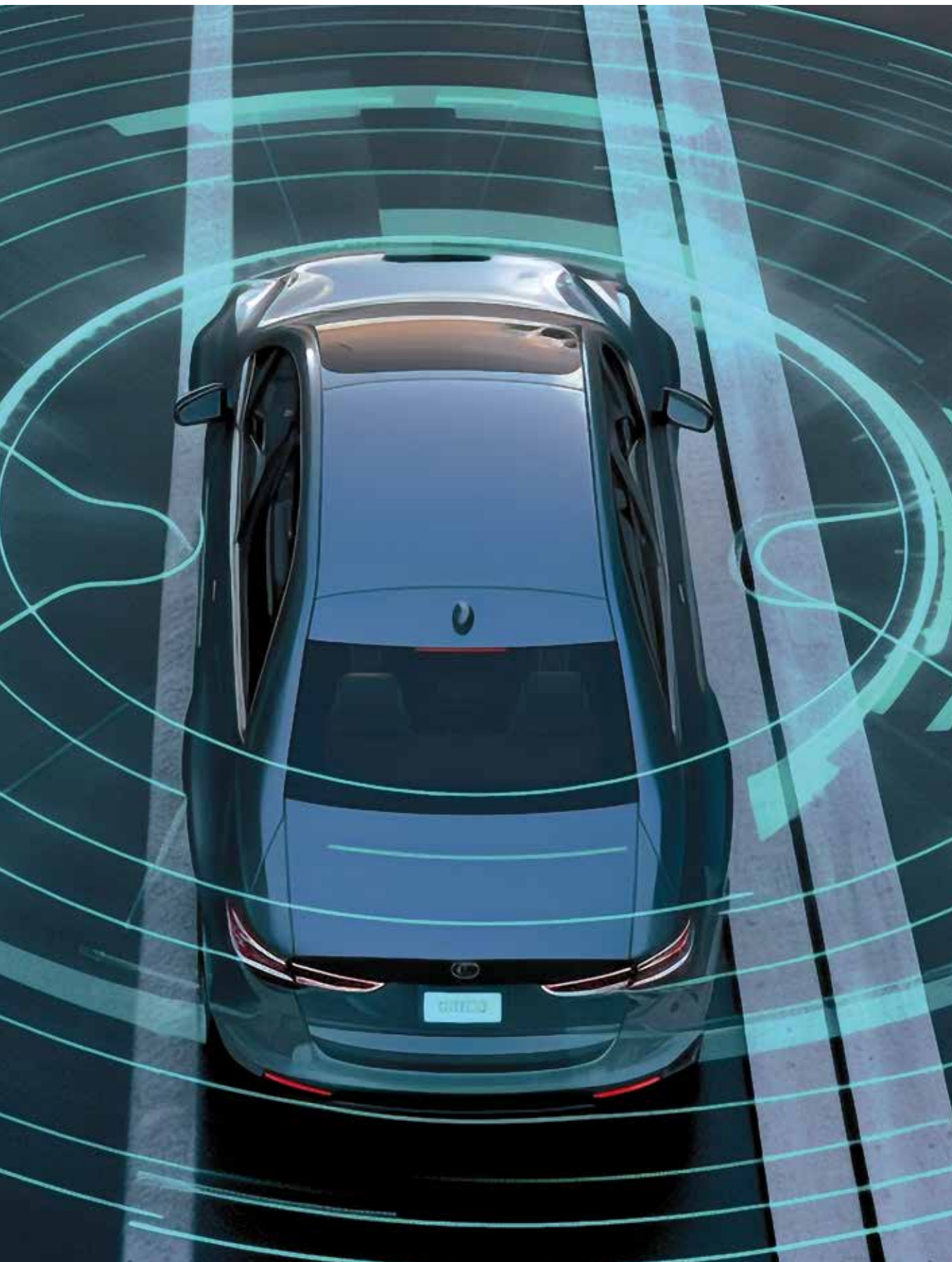
***5.4 Localización precisa \_ 59***

***5.5 Comunicaciones seguras (Ciberseguridad) \_ 61***

***5.6 Sistemas de decisión y control  
de vehículo automatizado \_ 63***

***5.7 Safety, Verificación, Validación \_ 65***





MOVILIDAD SOSTENIBLE  
E INTELIGENTE

# 05

**CCAM MOVILIDAD  
COOPERATIVA  
CONECTADA Y  
AUTOMATIZADA**



**En los últimos años, los sistemas de percepción en vehículos se han convertido en un campo científico de gran importancia para el desarrollo de vehículos autónomos y sistemas de asistencia al conductor.**

## 5.1 Introducción y alcance del ámbito

La movilidad cooperativa, conectada y automatizada es una de las grandes tendencias en la industria de automoción. Esta iniciativa está diseñada para ayudar a los países de la UE y a la industria de automoción europea en su transición hacia la conducción conectada y automatizada, al tiempo que garantiza tanto la seguridad como el servicio orientado a cubrir las necesidades de la sociedad.

Por lo tanto CCAM, es un término general para la movilidad inteligente, también llamada smart mobility: hoy y en el futuro para asegurar una movilidad automatizada, los vehículos deben comunicarse entre sí, estar conectados entre sí y con su entorno (por ejemplo, con semáforos).

El alcance de la CCAM se extiende desde vehículos autónomos y semiautónomos, hasta sistemas de transporte inteligentes, infraestructuras de comunicación y plataformas de servicios de movilidad. Esto significa que la CCAM no solo se limita a los vehículos de pasajeros, sino también a los vehículos comerciales, de carga y de emergencia.

La CCAM tiene como objetivo proporcionar soluciones de movilidad más seguras, sostenibles y eficientes, a través de la integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, el aprendizaje automático, la realidad aumentada y la IoT (Internet de las cosas).


El ámbito de la CCAM está experimentando un rápido crecimiento debido al aumento de la demanda de soluciones de movilidad más eficientes y sostenibles, así como a la creciente inversión en tecnologías avanzadas por parte de la industria y los gobiernos. En resumen, el CCA es una parte fundamental de la transformación digital del transporte y un factor clave en la creación de ciudades inteligentes y sostenibles en el futuro.

Los objetivos generales de CCAM son:

- Reducción del número de muertes y lesiones en el transporte por carretera.
- Coexistencia segura y eficiente entre tráfico “convencional” automatizado y no automatizado para un largo período de transición de tráfico mixto.
- Alta aceptación pública y adopción de CCAM con una comprensión clara de sus beneficios y límites.
- Mayor eficiencia de los flujos de transporte (personas y bienes) que conduce a un mejor uso de la capacidad de la infraestructura y la preservación del espacio público.
- Reducción de las emisiones y la congestión del transporte.
- Hacer de Europa un líder mundial en el despliegue de movilidad conectada y automatizada para personas y mercancías.
- Inversiones más enfocadas y a largo plazo en I+D+i, desarrollo.
- Apoyar la creación, difusión y capitalización del conocimiento para acelerar el desarrollo y la mejora de las soluciones habilitadas para CCAM.

Se han definido 7 sub-ámbitos o áreas de trabajo y para cada uno de ellos se han establecido los principales retos tecnológicos asociados y las prioridades de I+D de los Centros de BRTA para abordar dichos retos. A continuación, se describe brevemente el alcance de los 7 sub-ámbitos:

- Reconocimiento del entorno de manera precisa y segura.
- Monitorización del interior del vehículo.
- Posicionamiento preciso.
- Comunicaciones seguras.
- Sistemas de decisión y control.
- Servicios cooperativos.
- Safety, Verificación, Validación.



**Existen nuevos servicios de movilidad en desarrollo para las ciudades, incluyendo vehículos aéreos como drones y taxis aéreos. Según la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA), el 83% de la población está a favor de la movilidad aérea urbana, que incluiría drones de reparto y taxis aéreos.**



## 5.2 Reconocimiento del entorno precisa y segura

### 5.2.1 Introducción y definición

En los últimos años, los sistemas de percepción en vehículos se han convertido en un campo científico de gran importancia para el desarrollo de vehículos autónomos y sistemas de asistencia al conductor. Estos sistemas desempeñan un papel fundamental al permitir que los vehículos reconozcan y comprendan de manera precisa y segura su entorno, lo que resulta crucial para tomar decisiones adecuadas en tiempo real.

El reconocimiento del entorno abarca la capacidad de un vehículo para identificar, clasificar y comprender los objetos y situaciones presentes en su entorno inmediato. Esto implica la detección de peatones, vehículos, señales de tráfico, obstáculos y otros elementos relevantes para la conducción segura. El objetivo es obtener una representación detallada y precisa del entorno, lo que permite al vehículo tomar decisiones informadas y anticipar posibles riesgos.

Para lograr un reconocimiento del entorno preciso y seguro, se utilizan diversos sensores y técnicas de percepción, como cámaras, radares, lidars y sistemas de procesamiento de imágenes. Estos sistemas capturan y analizan datos en tiempo real, generando una representación digital del entorno del vehículo. A través de algoritmos avanzados de detección, clasificación y seguimiento, se identifican y se realiza un seguimiento de los objetos en movimiento, permitiendo una interpretación precisa de la escena circundante.

El desarrollo de sistemas de percepción en vehículos presenta desafíos científicos complejos. La detección y clasificación precisa de objetos en tiempo real requiere el desarrollo de algoritmos eficientes y robustos, capaces de lidiar con condiciones adversas, como la variabilidad de la iluminación, la presencia de objetos en movimiento rápido y la presencia de obstáculos ocultos. Además, la integración y fusión de datos de diferentes sensores es esencial para obtener una representación completa y confiable del entorno del vehículo.

La seguridad es un aspecto fundamental en el reconocimiento del entorno. Los sistemas de percepción deben ser capaces de identificar y anticipar situaciones de peligro, como colisiones inminentes o comportamientos inseguros de otras personas usuarias de la vía. Esto implica la capacidad de evaluar y predecir la trayectoria y la intención de los objetos en movimiento, permitiendo al vehículo tomar decisiones proactivas para evitar accidentes.

### 5.2.2 Retos específicos

El desarrollo de sistemas de percepción en vehículos para el reconocimiento preciso y seguro del entorno plantea una serie de retos científico-técnicos. Algunos de los principales desafíos son los siguientes:

- **Detección y clasificación de objetos:** Lograr una detección y clasificación precisa de diferentes objetos en tiempo real es fundamental.
- **Ambientes complejos y condiciones adversas:** Los sistemas de percepción deben ser capaces de funcionar de manera confiable en una variedad de ambientes complejos y condiciones adversas.
- **Fusión de datos multimodales:** Integrar y fusionar datos de diferentes sensores, como cámaras, radares y lidars, es esencial para obtener una representación completa y precisa del entorno.

**Los avances en inteligencia artificial, visión por computadora y aprendizaje automático están impulsando el desarrollo de sistemas cada vez más sofisticados y precisos para la monitorización del interior del vehículo y el estado del conductor.**

- Seguimiento y predicción de objetos: Es importante poder realizar un seguimiento continuo y preciso de los objetos en movimiento en el entorno.
- Eficiencia computacional: Los sistemas de percepción deben ser eficientes en términos de consumo de recursos computacionales y tiempo de procesamiento. Esto es especialmente relevante en aplicaciones en tiempo real, donde la velocidad de respuesta es crítica.
- Validación y robustez: Es necesario contar con métodos y técnicas de validación robustos para evaluar y garantizar la confiabilidad y precisión de los sistemas de percepción.
- Interacción con otros sistemas de vehículos: Los sistemas de percepción deben ser capaces de interactuar y comunicarse de manera efectiva con otros sistemas, como los sistemas de control de tráfico y las infraestructuras inteligentes.

### 5.2.3 Prioridades de I+D

- Desarrollar algoritmos y técnicas de aprendizaje automático que puedan identificar con precisión peatones, vehículos, ciclistas, señales de tráfico, obstáculos y otros elementos relevantes en la escena del entorno del vehículo.
- Desarrollar sistemas de percepción capaces de obtener buenos resultados en situaciones de baja visibilidad, cambios bruscos de iluminación, condiciones climáticas desafiantes (lluvia, nieve, niebla), así como la presencia de obstáculos y distracciones en el entorno.
- Desarrollar algoritmos de fusión de datos que combinen de manera efectiva la información de múltiples fuentes, aprovechando las fortalezas de cada sensor y compensando sus limitaciones individuales.



- No solo hay que detectar los objetos, sino también predecir sus trayectorias futuras para tomar decisiones anticipadas y seguras. La predicción de comportamientos y la estimación de la intención de los objetos en movimiento plantean desafíos adicionales en términos de precisión y confiabilidad.
- Se requiere optimizar los algoritmos y técnicas de procesamiento para lograr un equilibrio entre la precisión y la eficiencia computacional.
- Creación de conjuntos de datos de entrenamiento y prueba que sean representativos de las diversas condiciones de circulación, así como el desarrollo de técnicas de prueba y evaluación que aborden escenarios variados y extremos.
- Interacción del sistema de percepción con otros sistemas de los vehículos.

## 5.3 Monitorización del interior del vehículo

### 5.3.1 Introducción y definición

La monitorización del interior del vehículo y el estado del conductor es un campo en constante evolución que busca garantizar la seguridad y el bienestar de los ocupantes durante la conducción. Con los avances en tecnología y sensores, ahora es posible monitorizar de manera efectiva y precisa diversos aspectos dentro del habitáculo del vehículo, así como evaluar el estado físico y mental del conductor.

La monitorización del interior del vehículo abarca la supervisión de elementos como la posición del asiento, el cinturón de seguridad, la temperatura, la calidad del aire y la iluminación, entre otros. Estos datos proporcionan información valiosa para garantizar un entorno cómodo y seguro para los ocupantes.

Por otro lado, la monitorización del estado del conductor se centra en evaluar su nivel de atención, fatiga, distracción y emociones. Se utilizan sensores y algoritmos avanzados para detectar patrones y comportamientos que puedan indicar un estado de somnolencia, falta de concentración o agitación emocional. Esta información permite tomar medidas preventivas, como alertar al conductor o incluso intervenir en el control del vehículo de manera autónoma si se detecta una situación de peligro inminente.

La monitorización del interior del vehículo y el estado del conductor desempeña un papel crucial en la seguridad vial y en la promoción de la conducción responsable. Al detectar y abordar los factores de riesgo relacionados con el comportamiento del conductor y las condiciones dentro del vehículo, se busca reducir los accidentes y mejorar la experiencia de conducción en general.

En este sentido, los avances en inteligencia artificial, visión por computadora y aprendizaje automático están impulsando el desarrollo de sistemas cada vez más sofisticados y precisos para la monitorización del interior del vehículo y el estado del conductor. Estas tecnologías prometen brindar una conducción más segura y eficiente, y allanar el camino hacia la conducción autónoma en el futuro.

### 5.3.2 Retos específicos

La monitorización del conductor e interior del vehículo plantea diversos retos científicos que requieren investigación y desarrollo continuos para lograr sistemas eficientes y confiables. Algunos de los desafíos más importantes son:

- **Precisión y fiabilidad:** Es fundamental garantizar la precisión y fiabilidad de los sistemas de monitorización.
- **Integración de sensores:** La monitorización del conductor y el interior del vehículo implica la utilización de una variedad de sensores, como cámaras, sensores de presión, detectores de temperatura, etc..
- **Detección de fatiga y somnolencia:** La detección precisa de la fatiga y la somnolencia es un reto importante en la monitorización del conductor.
- **Evaluación de distracciones:** La monitorización del conductor también implica la detección y evaluación de distracciones, como el uso de dispositivos electrónicos mientras se conduce.
- **Privacidad y ética:** La monitorización del conductor e interior del vehículo plantea preocupaciones de privacidad y ética.
- **Adaptabilidad y personalización:** Los sistemas de monitorización deben ser adaptables a las características individuales de cada conductor.
- **Integración con sistemas de seguridad y asistencia al conductor:** La monitorización del

### **La precisión en el posicionamiento es fundamental para garantizar la seguridad y confiabilidad de los sistemas de conducción automatizada.**

conductor e interior del vehículo debe integrarse de manera efectiva con los sistemas de seguridad y asistencia al conductor existentes, como el control de crucero adaptativo y la frenada de emergencia.

#### **5.3.3 Prioridades de I+D**

- Desarrollar algoritmos y sensores capaces de detectar de manera precisa y confiable los estados y comportamientos del conductor, así como las condiciones dentro del vehículo.
- Integrar los sensores de monitorización de manera efectiva, evitando la intrusión en el espacio del conductor y manteniendo un funcionamiento sin problemas.
- Se requiere el desarrollo de algoritmos y sensores que puedan identificar señales tempranas de fatiga, como cambios en los patrones de conducción, movimientos oculares y parpadeo, para tomar medidas preventivas adecuadas.
- Es necesario desarrollar técnicas que permitan identificar estas distracciones de manera precisa y en tiempo real, para alertar al conductor y reducir los riesgos asociados.
- Es esencial garantizar la protección de los datos recopilados y su uso adecuado, respetando los derechos y la privacidad del conductor.
- Desarrollar algoritmos y modelos que puedan adaptarse a diferentes estilos de conducción, preferencias y características físicas de los conductores.
- La coordinación de los sistemas de monitorización con los sistemas de seguridad del vehículo para obtener una respuesta rápida y adecuada ante situaciones de peligro.





## 5.4 Localización precisa

### 5.4.1 Introducción y definición

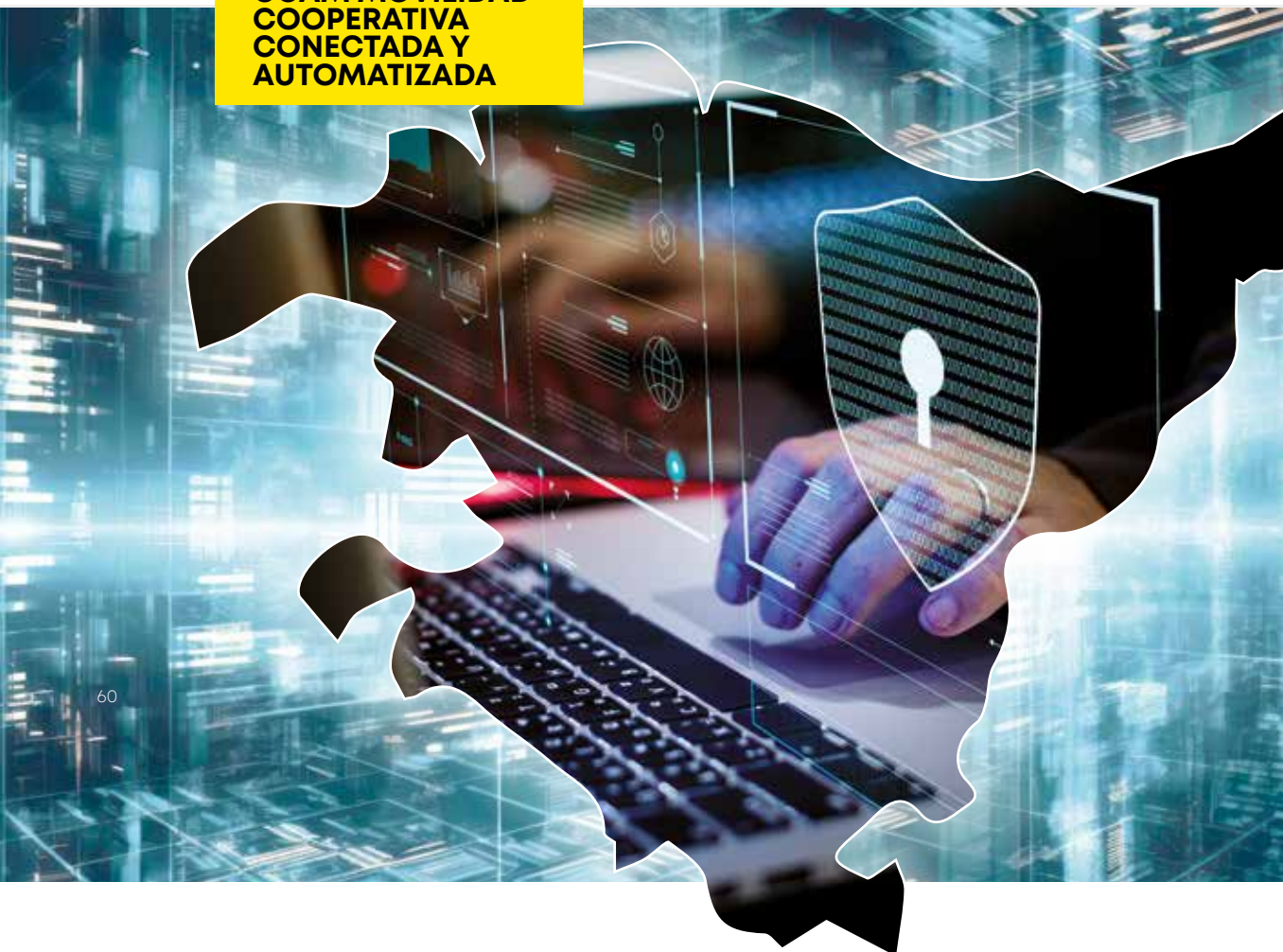
Los sistemas de posicionamiento preciso en vehículos desempeñan un papel crucial en el avance de la conducción altamente automatizada. Estos sistemas permiten a los vehículos conocer con precisión su ubicación en tiempo real, lo que es esencial para tomar decisiones seguras y precisas en entornos dinámicos y complejos.

La conducción altamente automatizada requiere que los vehículos sean capaces de navegar de manera autónoma y precisa en diferentes situaciones de tráfico y entornos cambiantes. Los sistemas de posicionamiento preciso proporcionan la capacidad de determinar la posición del vehículo con una precisión superior a los sistemas de navegación convencionales, como el GPS/Galileo/Glonass estándar (GNSS).

Estos sistemas hacen uso de una variedad de tecnologías y técnicas, como la combinación de señales de satélite, la integración de sensores inerciales y la utilización de mapas digitales de alta resolución. Al combinar estos elementos, los vehículos pueden determinar su posición en tiempo real con una precisión de centímetros o incluso milímetros.

La precisión en el posicionamiento es fundamental para garantizar la seguridad y confiabilidad de los sistemas de conducción automatizada. La capacidad de conocer con exactitud la posición del vehículo permite una detección y respuesta más rápida a situaciones de tráfico imprevistas, así como una planificación de ruta más eficiente y una interacción segura con otras personas usuarias de la vía.

Sin embargo, lograr un posicionamiento preciso en entornos dinámicos y complejos presenta desafíos científicos y técnicos significativos. Estos desafíos incluyen la mitigación de errores de señal causados por obstáculos, la calibración precisa de los sensores utilizados en el sistema y la fusión de datos de múltiples fuentes para obtener una estimación precisa de la posición.



60

Además, los sistemas de posicionamiento preciso deben ser robustos y confiables en diversas condiciones ambientales, como cambios en la visibilidad, interferencias electromagnéticas y condiciones atmosféricas adversas. La precisión y confiabilidad del sistema deben mantenerse incluso en entornos urbanos densos, donde la presencia de edificios altos y estructuras puede afectar la calidad de la señal.

#### 5.4.2 Retos específicos

El desarrollo de sistemas de posicionamiento preciso en vehículos para la conducción altamente automatizada plantea una serie de retos científico-técnicos. Algunos de los desafíos más importantes son los siguientes:

- Precisión y robustez: Lograr una precisión elevada en la determinación de la posición del

vehículo es fundamental para garantizar una conducción segura y confiable. Sin embargo, esto puede verse afectado por diversos factores, como la presencia de obstáculos, la interferencia de señales y las condiciones ambientales adversas.

- Fusión de sensores: La fusión de datos provenientes de diferentes sensores, como el GNSS, la odometría visual, los lidars y los radares, es esencial para obtener una estimación precisa de la posición del vehículo.
- Ambientes urbanos y desafiantes: La conducción en entornos urbanos presenta condiciones más complejas y desafiantes, como la presencia de edificios altos, calles estrechas y señalización diversa. Estos factores pueden dificultar la recepción y el procesamiento de las señales de posicionamiento.

**Euskadi está en una posición única para liderar el desarrollo de soluciones avanzadas de ciberseguridad. La colaboración entre la industria, centros tecnológicos y organismos gubernamentales es esencial para abordar de manera integral los desafíos de seguridad cibernética en este sector emergente.**

- Tiempo de respuesta: Para una conducción altamente automatizada, es esencial que los sistemas de posicionamiento proporcionen una estimación de la posición en tiempo real y con un tiempo de respuesta mínimo.
- Validación y certificación: Garantizar la precisión y confiabilidad de los sistemas de posicionamiento preciso para la conducción automatizada requiere de rigurosos procesos de validación y certificación. Es necesario desarrollar estándares y metodologías adecuadas para evaluar el rendimiento de estos sistemas en diferentes escenarios de conducción y establecer criterios claros de aceptación.
- Escalabilidad y costos: Los sistemas de posicionamiento preciso deben ser escalables y asequibles para su implementación a gran escala en vehículos autónomos.

#### 5.4.3 Prioridades de I+D

- Desarrollar algoritmos y técnicas que permitan mitigar estos efectos y mantener una precisión constante y robusta en diferentes entornos de conducción.
- Integrar y combinar de manera eficiente y coherente la información de estos sensores, teniendo en cuenta sus características individuales, las posibles discrepancias y las limitaciones de cada uno.
- Es necesario desarrollar técnicas avanzadas que permitan superar estos obstáculos y mantener una precisión elevada en entornos urbanos densamente poblados.

- Reducir la latencia en la adquisición y procesamiento de los datos de los sensores, así como optimizar los algoritmos de estimación de posición para lograr una respuesta rápida y oportuna.
- Buscar soluciones que sean eficientes en términos de costo, consumo de energía y recursos computacionales, sin comprometer la precisión y la confiabilidad del posicionamiento.

## 5.5 Comunicaciones seguras (Ciberseguridad)

### 5.5.1 Introducción y definición

La integración de tecnologías avanzadas ha permitido el desarrollo de vehículos autónomos, que dependen de sistemas de comunicación sofisticados. Estos vehículos utilizan sensores, cámaras y control automatizado, y requieren una red de comunicaciones confiable para intercambiar datos y tomar decisiones en tiempo real.

En Euskadi, la implementación de vehículos automatizados y conectados también plantea desafíos y oportunidades en ciberseguridad. Proteger las comunicaciones de estos vehículos es fundamental para garantizar la seguridad de los ocupantes de los vehículos y de las carreteras en general

La ciberseguridad en vehículos conectados y autónomos implica proteger las redes de comunicación entre vehículos, la infraestructura vial y los sistemas de gestión de tráfico. La integridad de estos datos es esencial para garantizar un funcionamiento seguro y confiable, y prevenir amenazas como el acceso no autorizado o el robo de información.

Euskadi está en una posición única para liderar el desarrollo de soluciones avanzadas de ciberseguridad. La colaboración entre la industria, centros tecnológicos y organismos gubernamentales es esencial para abordar de manera integral los desafíos de seguridad cibernética en este sector emergente, donde podemos consolidarnos como líderes en la adopción segura y eficiente de la tecnología de vehículos autónomos ciberseguros, promoviendo la movilidad del futuro.

### 5.5.2 Retos específicos

Los vehículos conectados y automatizados tienen muchos retos por delante, donde las comunicaciones seguras juegan un rol importante. A continuación, se mencionan los retos específicos más importantes:

- Diseñar comunicaciones que traten de evitar vulnerabilidades a ataques entre vehículos e infraestructura
- Diseñar y desarrollar sistemas de comunicaciones resistentes a ciberataques, que podrían comprometer la integridad y seguridad de los vehículos y personas usuarias.
- Garantizar la integridad de los datos, que luego son utilizados en la toma de decisiones en vehículos automatizados. Las manipulaciones en la información pueden tener consecuencias graves.
- Garantizar la privacidad de las personas usuarias de los vehículos conectados y automatizados.
- Diseñar sistemas escalables que pueden recibir actualizaciones y mantenimiento remoto y seguro.
- Contribuir en el desarrollo normativas y estándares uniformes para la seguridad cibernética de los vehículos autónomos.
- Avanzar hacia sistemas resilientes ante desastres y emergencias, con comunicaciones seguras.

### 5.5.3 Prioridades de I+D

- Investigar en medidas sólidas de seguridad para proteger las comunicaciones contra accesos no autorizados, ataques de denegación de servicio y manipulación de datos.
- Desarrollar y mantener defensas cibernéticas avanzadas para prevenir intrusiones, malware y ataques dirigidos a los sistemas de los vehículos y las infraestructuras relacionadas.



**La investigación con el objetivo de contribuir de manera activa a la construcción de un futuro de movilidad más seguro, eficiente y sostenible.**

- Garantizar la integridad de los datos mediante la implementación de firmas digitales, cifrado y validación de la autenticidad de la información intercambiada.
- Establecer políticas y mecanismos de privacidad robustos que protejan la información personal y respeten las normativas de privacidad.
- Diseñar sistemas seguros para la actualización remota de software, garantizando la autenticidad de las actualizaciones y evitando posibles manipulaciones maliciosas.
- Colaborar a nivel industrial y gubernamental para establecer normativas y estándares sólidos que aborden la seguridad cibernética de manera integral.
- Diseñar sistemas que sean resistentes y capaces de operar de manera segura incluso en condiciones adversas, garantizando la continuidad de las comunicaciones críticas.

## 5.6 Sistemas de decisión y control de vehículo automatizado

### 5.6.1 Introducción y definición

Como se mencionó anteriormente, la rápida evolución de la tecnología en el ámbito de la movilidad ha dado lugar a un enfoque cada vez más prominente en la investigación y desarrollo de sistemas avanzados de control para vehículos conectados, autónomos y compartidos. Sin embargo, otras áreas como la percepción y las comunicaciones han evolucionado más rápidamente que la toma de decisiones y el control. Esto se debe a que estos últimos implican una menor interacción del conductor humano y un mayor nivel de automatización en entornos complejos donde pueden surgir circunstancias imprevistas.

**Avanzar hacia la  
reducción significativa  
de accidentes en las  
carreteras.**



64

En este contexto, en este subámbito se han identificado diversos retos específicos que demandan atención prioritaria. Se enfocan en aspectos fundamentales como la adaptabilidad a condiciones variables del entorno, la integración eficiente en entornos urbanos, la tolerancia a fallos para mejorar la seguridad, la toma de decisiones en tiempo real, la interacción efectiva con conductores humanos, la optimización de trayectorias y, en última instancia, el imperativo de avanzar hacia la reducción significativa de accidentes en las carreteras.

Es importante destacar que algunos agentes tecnológicos en el País Vasco han participado en esta evolución tecnológica, permitiendo la implementación en algunos demostradores relevantes o incluso como casos de uso dentro de consorcios europeos. Sin embargo, la implementación de estos sistemas en vehículos comerciales solo es posible en condiciones especiales. En este apartado se presentan estos retos y prioridades de investigación con el objetivo

de contribuir de manera activa a la construcción de un futuro de movilidad más seguro, eficiente y sostenible.

#### **5.6.2 Retos específicos**

La decisión y el control para los vehículos conectados y automatizados tiene muchos retos por delante. A continuación, se mencionan los retos específicos más importantes:

- Diseñar sistemas de control robusto que puedan adaptarse a condiciones variables del entorno.
- Integrar los nuevos vehículos con niveles altos de automatización en entornos urbanos.
- Diseñar sistemas tolerantes a fallos para mejorar el comportamiento de los vehículos automatizados.
- Reducir el tiempo de los sistemas de decisiones embarcados para garantizar un comportamiento en tiempo real.
- Diseñar sistemas basados en el comportamiento e interacción con los



conductores humanos, tanto para la transición de la conducción autónoma a manual como viceversa.

- Trabajar en la optimización de trayectorias, tanto a nivel lateral como longitudinal, para rutas y perfiles de velocidad más eficientes.
- Avanzar hacia la reducción de accidentes en las carreteras. Investigar tecnologías y estrategias de seguridad que contribuyan a la reducción significativa de accidentes de tráfico, aprovechando las capacidades de los vehículos autónomos.

### 5.6.3 Prioridades de I+D

En función de los retos generales indicados, cabe destacar los siguientes ejes principales de I+D:

- Desarrollo de Algoritmos Robustos: donde se pretende Investigar y desarrollar algoritmos de control robustos capaces de adaptarse dinámicamente a condiciones variables del entorno, mejorando la seguridad y eficiencia de los vehículos autónomos.
- Integración Urbana de Vehículos Autónomos: Priorizar la investigación en estrategias de integración efectiva de vehículos altamente automatizados en entornos urbanos, así como en otros ODD (Operational Design Domains) abordando desafíos específicos como la interacción con peatones, ciclistas y otras personas usuarias de la vía pública.
- Sistemas Tolerantes a Fallos: Investigar en el diseño y desarrollo de sistemas tolerantes a fallos para mejorar la fiabilidad y seguridad de los vehículos autónomos, considerando escenarios imprevistos y posibles malfuncionamientos.
- Optimización de Tiempo de Decisiones: Priorizar la investigación en la reducción del tiempo de toma de decisiones de los sistemas embarcados, asegurando comportamientos en tiempo real y mejorando la capacidad de respuesta frente a situaciones de tráfico dinámicas.
- Interacción Humano-Vehículo: Investigar en sistemas que mejoren la interacción entre vehículos autónomos y conductores humanos, especialmente en la transición entre modos de conducción autónoma y manual, garantizando una experiencia segura y fluida. Estos métodos están englobados dentro de los sistemas de control compartidos.

- Optimización de Trayectorias: investigar en el desarrollo de algoritmos avanzados para la optimización de trayectorias, tanto a nivel lateral como longitudinal, con el objetivo de lograr rutas y perfiles de velocidad más eficientes y seguros.
- Reducción de Accidentes: Enfocar la investigación en medidas específicas para avanzar hacia la reducción de accidentes en las carreteras, utilizando tecnologías de vehículos autónomos y sistemas de control como herramientas clave en este esfuerzo.
- Investigar y desarrollar arquitecturas de sistemas que sean capaces de identificar y gestionar de manera eficiente situaciones de fallo.
- Optimizar algoritmos para la de toma de decisiones para que puedan procesar información rápidamente, garantizando respuestas en tiempo real.

## 5.7 Safety, Verificación, Validación

### 5.7.1 Introducción y definición

La verificación y validación de funciones autónomas en vehículos es un aspecto crucial en el desarrollo de tecnologías de conducción autónoma. A medida que estas funciones se vuelven más complejas y sofisticadas, es fundamental garantizar su seguridad y rendimiento antes de su despliegue en el mundo real.

La seguridad es la principal preocupación al validar y verificar las funciones autónomas en los vehículos. Estas funciones deben cumplir con rigurosos estándares de seguridad y superar pruebas exhaustivas para garantizar que operen de manera confiable y sin comprometer la integridad del sistema o la seguridad de los ocupantes y otras personas usuarias de la vía.

La verificación se refiere al proceso de confirmar que el sistema autónomo cumple con las especificaciones y los requisitos predefinidos. Implica realizar pruebas y evaluaciones para asegurarse de que el sistema funcione correctamente en diferentes situaciones y escenarios. Esto implica pruebas en entornos controlados y simulados, así como pruebas en carretera para validar el desempeño del sistema en condiciones reales.



La validación, por otro lado, se centra en demostrar que el sistema autónomo es capaz de cumplir con su propósito y desempeñarse de manera segura y eficaz en el mundo real. Implica probar el sistema en una amplia variedad de situaciones y condiciones, incluidas situaciones inesperadas y escenarios límite. La validación se basa en pruebas exhaustivas, tanto en entornos controlados como en pruebas de campo en condiciones reales de tráfico.

Sin embargo, la verificación y validación de funciones autónomas presentan desafíos científicos y técnicos significativos. Estos desafíos incluyen la definición de criterios claros de seguridad, el desarrollo de técnicas de prueba y evaluación robustas, la captura de datos representativos y la simulación de escenarios complejos, entre otros.

Además, la verificación y validación deben abordar la incertidumbre inherente a las funciones autónomas y su interacción con un entorno dinámico y cambiante. Esto implica considerar factores impredecibles, como el comportamiento de otros conductores, las condiciones climáticas adversas y los obstáculos en la vía.

### 5.7.2 Retos específicos

Los retos científico-técnicos relacionados con la seguridad, verificación y validación de funciones autónomas en vehículos implican abordar una serie de desafíos importantes. A continuación, se enumeran algunos de estos retos:

- **Fiabilidad y robustez:** Garantizar que las funciones autónomas sean confiables y robustas en una amplia variedad de condiciones y situaciones de conducción.
- **Seguridad funcional:** Asegurar que las funciones autónomas cumplan con los estándares y requisitos de seguridad establecidos.
- **Integración de sensores y percepción:** Desarrollar sistemas de percepción avanzados que puedan capturar y comprender con precisión el entorno del vehículo.
- **Validación y verificación eficientes:** Desarrollar métodos y técnicas eficientes para la validación y verificación de funciones autónomas.
- **Interacción hombre-máquina:** Mejorar la comunicación y la interacción entre el vehículo

autónomo y el conductor o personas usuarias.

- Regulaciones y estándares: Abordar los desafíos relacionados con la definición de regulaciones y estándares adecuados para las funciones autónomas en vehículos.
- Ética y responsabilidad: Considerar aspectos éticos y legales en el desarrollo de funciones autónomas, como la toma de decisiones en situaciones de riesgo y la responsabilidad legal en caso de accidentes.

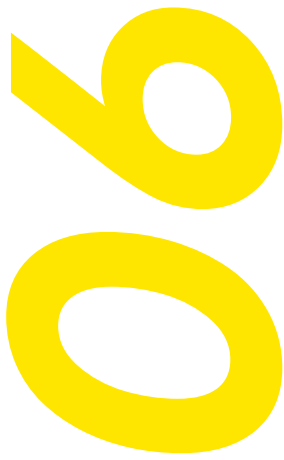
### 5.7.3 Prioridades de I+D

- Desarrollar algoritmos y sistemas capaces de adaptarse a diferentes entornos y lidiar con escenarios imprevistos.
- Implementar medidas de seguridad apropiadas, realizar análisis de riesgos y llevar a cabo pruebas exhaustivas para garantizar la seguridad de los ocupantes del vehículo y otras personas usuarias de la vía.
- Integración de diferentes tipos de sensores, como cámaras, radares y lidar, y la implementación de algoritmos de procesamiento de datos para una detección y reconocimiento precisos.

- Simulación y prueba en entornos controlados, así como la realización de pruebas en condiciones reales de conducción.
- Desarrollar interfaces intuitivas y comprensibles que permitan una cooperación segura y efectiva entre humanos y sistemas autónomos.
- Colaborar con organismos reguladores y la industria para establecer marcos normativos que garanticen la seguridad y la interoperabilidad de los sistemas autónomos.
- Definir principios éticos claros y desarrollar mecanismos para garantizar la responsabilidad adecuada.

**La validación, por otro lado, se centra en demostrar que el sistema autónomo es capaz de cumplir con su propósito y desempeñarse de manera segura y eficaz en el mundo real.**





# SERVICIOS DE MOVILIDAD SOSTENIBLE Y LOGÍSTICA

68

***6.1 Introducción y alcance del ámbito \_ 70***

***6.2 Transporte público  
sostenible e inclusivo \_ 71***

***6.3 Nuevos servicios movilidad  
(incluyendo vehículos aéreos) \_ 73***

***6.4 Distribución urbana de mercancías \_ 74***





**La movilidad de las personas y el transporte de mercancías constituyen dos de los principales retos sociales, ambientales y económicos a los que se enfrenta la humanidad.**

### 6.1 Introducción y alcance del ámbito

La movilidad de las personas y el transporte de mercancías constituyen dos de los principales retos sociales, ambientales y económicos a los que se enfrenta la humanidad, con implicaciones profundas en el empleo, el bienestar económico, la creación y distribución de la riqueza, y la salud de las personas

En la actualidad, la gestión de los servicios de movilidad para personas y la logística de mercancías se ha convertido en un tema de gran relevancia debido al aumento del transporte en entornos urbanos e interurbanos. La necesidad de mejorar la eficiencia en la entrega de última milla y reducir los tiempos de espera se ha convertido en un desafío para las empresas que buscan mejorar su competitividad. En este sentido, la gestión de los almacenes, puertos, transporte por ferrocarril y aeropuertos se ha convertido en una pieza clave para mejorar la movilidad urbana e interurbana. Para abordar este desafío, es necesario adoptar una perspectiva sostenible y saludable en la gestión de los servicios de movilidad y logística.

La implementación de soluciones que promuevan la reducción de emisiones contaminantes y la utilización de medios de transporte más eficientes y seguros se convierte en una prioridad. La optimización de los procesos logísticos y la utilización de tecnologías avanzadas para la gestión de flotas y el seguimiento de envíos son algunas de las estrategias que se pueden aplicar para mejorar la movilidad urbana e interurbana



de manera sostenible y saludable. En definitiva, se trata de buscar soluciones que permitan una gestión más eficiente y sostenible de los servicios de movilidad y logística para mejorar la calidad de vida en las ciudades y reducir el impacto ambiental.

## 6.2 Transporte público sostenible e inclusivo

### 6.2.1 Introducción y definición

El Gobierno Vasco, así como otras administraciones del entorno, está comprometida con el desarrollo de un transporte público sostenible e inclusivo.

Esto implica la promoción de opciones de transporte más amigables con el medio ambiente, como el transporte eléctrico y el uso de bicicletas, así como la mejora de la accesibilidad para personas con discapacidad.

Además, opciones como la Movilidad como Servicio (MaaS) y la movilidad compartida para mejorar la eficiencia del transporte de personas y logística, que ayuden a reducir la congestión en las áreas urbanas forman parte de la agenda. También se están llevando a cabo esfuerzos para mejorar la movilidad en áreas rurales, a través de la mejora de las conexiones de transporte público y el fomento del uso compartido del automóvil. En este contexto, se definen los retos y prioridades específicos para este su ámbito.



**Transporte público  
sostenible e  
inclusivo para la  
movilidad del futuro,  
tanto en entornos  
urbanos como  
rurales.**

### 6.2.2 Retos específicos

En este contexto se describen los retos más relevante para hacer del transporte público sostenible e inclusivo para la movilidad del futuro. A continuación, se mencionan los retos específicos más importantes:

- Implementar el uso masivo de la Movilidad como Servicio (MaaS).
- Conseguir que la movilidad compartida sea una realidad plausible en las ciudades, implicando la integración de diferentes opciones de transporte.
- Reducir la congestión urbana, minimizando el impacto sobre el medio ambiente.
- Diseñar aplicaciones que aseguren su aceptación por la ciudadanía para mejorar la sostenibilidad de la movilidad (i.e.: ver el tráfico en tiempo real antes de salir, o escoger el medio de transporte más respetuoso con el medio ambiente).
- Mejorar la movilidad en las áreas rurales, ya que presentan retos específicos en cuanto a la movilidad, como: la baja densidad de población, las largas distancias entre ciudades, el envejecimiento de la población, las malas conexiones con los aeropuertos, ferrocarriles y nodos de carreteras.
- Utilizar los datos disponibles, o implementar sensores en la infraestructura y vehículos, para poder hacer una gestión eficiente de la movilidad.
- Trabajar en optimización de rutas para mejorar la eficiencia y reducir costes en el transporte de mercancías y personas, tanto en entornos urbanos como rurales.





### 6.2.3 Prioridades de I+D

En función de los retos generales indicados, cabe destacar los siguientes ejes principales de I+D:

- La Movilidad como Servicio (MaaS). Mejorar la movilidad sostenible, flexible, continuada y más económica con el objetivo de reemplazar el vehículo privado y a través del uso de la movilidad como un servicio (MaaS)
- Desarrollar algoritmos inteligentes para la integración de soluciones sostenibles basadas en varias formas de transporte, públicos o privados, en un único servicio accesible bajo demanda.
- Utilizar soluciones basadas en IA para el desarrollo de una movilidad más sostenible en entornos urbanos y rurales.
- Implementar servicios de transporte a demanda en zonas rurales, que permitan una mejor conectividad con diferentes medios de transporte.
- Desarrollar algoritmos basados en la inteligencia artificial con datos reales (i.e.: lo del Espacio de Datos Integrado de Movilidad (EDIM)). Los datos y la información disponible permitirán su análisis, y facilitan la gestión de la movilidad, para mejorar el diseño de soluciones de movilidad sostenibles y eficientes.
- Implementar algoritmos eficientes, basados en datos reales y sistemas basados en inteligencia artificial, para la optimización de rutas, incluyendo sistemas multimodales.

## 6.3 Nuevos servicios movilidad (incluyendo vehículos aéreos)

### 6.3.1 Introducción y definición

Existen nuevos servicios de movilidad en desarrollo para las ciudades, incluyendo vehículos aéreos como drones y taxis aéreos. Según la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA), el 83% de la población está a favor de la movilidad aérea urbana, que incluiría drones de reparto y taxis aéreos. Estos nuevos servicios tienen como objetivo reducir la congestión del tráfico y los niveles de contaminación en las áreas urbanas, al mismo tiempo que mejoran el acceso de los servicios de emergencia y crean un nuevo espacio de movilidad aérea sobre las áreas metropolitanas.

Estos sistemas requieren algún tiempo para su implementación, aunque pueden ser muy demandados en el futuro. Los nuevos servicios de movilidad deberán integrarse de manera segura en el espacio urbano (incluyendo el aéreo) junto con los sistemas de movilidad actuales.

### 6.3.2 Retos específicos

Existen diferentes tipos de transporte dentro de las ciudades. En este subrepto nos centraremos en los retos más relevantes en nuevos servicios de movilidad. A continuación, se mencionan los retos específicos más importantes:

- Conseguir que la movilidad compartida sea una realidad plausible en las ciudades, implicando la integración de diferentes opciones de transporte.
- Integrar a las afueras de grandes estaciones de trenes y autobuses sistemas de movilidad personal: bicicletas, patinetes eléctricos, etc.
- Promover más el uso compartido de vehículos, con servicios de: ride-sharing (compartido de vehículos), ride-pooling, (con varias paradas) o los ride-hailing (y el uso compartido de vehículos con conductor).
- Desarrollar nuevos medios de transporte aéreo, basados en drones de personas, que permitan vuelos de hasta 15 min./15 km. hasta el centro de las ciudades.

### 6.3.3 Prioridades de I+D

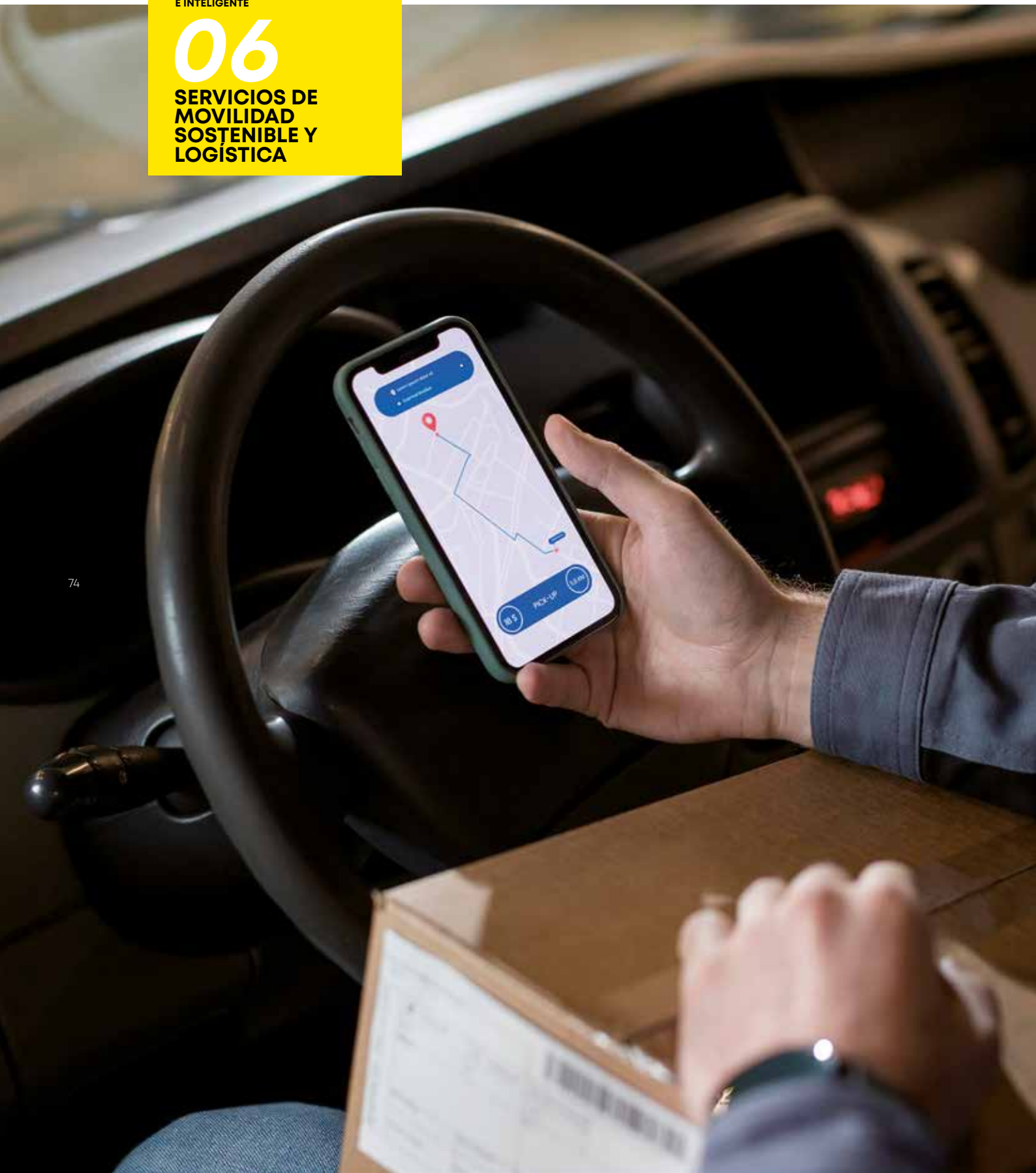
En función de los retos generales indicados, cabe destacar los siguientes ejes principales de I+D:


- Desarrollar algoritmos inteligentes para la integración de soluciones sostenibles basadas en varias formas de transporte, públicos o privados, en un único servicio accesible bajo demanda.
- Desarrollar algoritmos inteligentes para la redistribución de vehículos de última milla para personas, sobre todo en horas punta, cuando la demanda aumenta.
- Desarrollar plataformas comunes para que las personas usuarias puedan disponer de los diferentes servicios disponibles en tiempo real.
- Trabajar en la validación y certificación de nuevos conceptos de drones para personas en ciudades.

MOVILIDAD SOSTENIBLE  
E INTELIGENTE

# 06

SERVICIOS DE  
MOVILIDAD  
SOSTENIBLE Y  
LOGÍSTICA





**Las nuevas tecnologías han permitido el crecimiento del comercio electrónico y la aparición de nuevos actores en el sector minorista. El auge del comercio electrónico ha modificado los hábitos de consumo de los ciudadanos y obliga a la industria a evolucionar y transformar el reparto de paquetes y mercancías en las ciudades.**

## 6.4 Distribución urbana de mercancías

### 6.4.1 Introducción y definición

La Distribución Urbana de Mercancías (DUM), también conocida como logística de última milla, se refiere al tramo final en el proceso logístico de distribución física, desde el último lugar de almacenaje de un producto (centro de distribución) hasta el punto de entrega al consumidor final o al comercio minorista. Este es un elemento esencial en la actividad socioeconómica de las ciudades y presenta varios desafíos y oportunidades.

Las nuevas tecnologías han permitido el crecimiento del comercio electrónico y la aparición de nuevos actores en el sector minorista. El auge del comercio electrónico ha modificado los hábitos de consumo de los ciudadanos y obliga a la industria a evolucionar y transformar el reparto de paquetes y mercancías en las ciudades. Los servicios con entregas casi inmediatas en el lugar decidido por el consumidor suponen un reto para las cadenas de distribución y obligan a replantear las estrategias actuales de reparto para evitar que el comercio digital derive en problemas para las ciudades en términos de congestión, contaminación y ruido. En este sub reto tratamos los retos asociados y las prioridades de I+D.

MOVILIDAD SOSTENIBLE  
E INTELIGENTE

# 06

SERVICIOS DE  
MOVILIDAD  
SOSTENIBLE Y  
LOGÍSTICA



#### 6.4.2 Retos específicos

En este contexto se describen los retos más relevantes para la distribución de última milla de mercancías. A continuación, se mencionan los retos específicos más importantes:

- La logística multimodal debe formar parte de la transformación del transporte de mercancías de última milla.
- El crecimiento del comercio electrónico ha modificado significativamente los hábitos de consumo de nuestra sociedad. El reto de inmediatez.
- La planificación de la movilidad urbana sostenible también debe englobar la dimensión del transporte de mercancías a través de planes específicos de logística urbana sostenible.
- Acelerar el despliegue de las soluciones de emisión cero ya disponibles y la investigación en conseguir un reparto de mercancías más eficiente y sostenible.
- Integración de la inteligencia artificial (IA) es fundamental para la automatización del transporte de mercancía en todos los modos.
- Avanzar en la implementación del concepto Ventanilla Única Logística. Este es una plataforma tecnológica que reúne toda la información de la cadena logística y asegura la interoperabilidad entre los diferentes modos de transporte de mercancías.

#### 6.4.3 Prioridades de I+D

En función de los retos generales indicados, cabe destacar los siguientes ejes principales de I+D:

- Investigar en la implementación de corredores de transporte para la priorización y la implementación ordenada y planificada de la multimodalidad dentro del sistema de transporte urbano.
- Trabajar en concienciación, donde se explique la huella de carbono asociada a cada entrega.
- Desarrollar planes de desarrollo sostenible para los sistemas de entrega de paquetes de última milla.
- Optimización de los Hubs, Microhubs urbanos para lograr una distribución de última milla más capilar.
- Implementar técnicas de IA para la gestión eficiente de flotas para la entrega de última milla, de forma más eficiente y sostenible.
- Utilizar la trazabilidad de los productos dentro de la cadena de distribución de última milla para lograr la implementación Ventanilla Única Logística.



# CAPACIDADES DE LOS AGENTES DE BRTA

## DISTRIBUIDAS POR RETOS TECNOLÓGICOS

	AZTERLAN	CEIT
<b>Vehículos eléctricos (No solo carretera).</b>		
Baterías para electromovilidad.	●	
Hidrógeno.	●	
Máquinas eléctricas (motores).		●
Electrónica de potencia.		●
Operativa y validación del vehículo eléctrico.		
<b>Infraestructura para movilidad sostenibles</b>		
Infraestructura de recarga.		
Infraestructuras inteligentes para CCAM.		●
<b>CCAM Movilidad cooperativa conectada y automatizada</b>		
Reconocimiento del entorno precisa y segura.		●
Monitorización del interior del vehículo.		
Posicionamiento preciso.		●
Comunicaciones seguras.		●
Sistemas de decisión y control.		
Servicios cooperativos.		●
Safety, verificación, validación.		
<b>Servicios de movilidad sostenible y logística</b>		
Transporte público sostenible e inclusivo.		●
Nuevos servicios de movilidad (incluyendo vehículos aéreos).		●
Distribución urbana de mercancías.		

CIDETEC	CICenergiGUNE	GAIKER	IKERLAN	LEARTIKER	LORTEK	TECNALIA	TEKNIKER	VICOMTECH
•	•	•	•	•	•	•	•	
•	•	•			•	•	•	
						•	•	
			•			•	•	
				•		•		
			•			•	•	
			•			•		•
			•			•	•	•
						•	•	•
			•			•	•	•
						•		•
						•		•
						•	•	•
						•		•



## Miembros de la alianza



Kurutx Gain Industrialdea, 10  
20850 Mendaro, Gipuzkoa  
T.: +34 943 05 33 25  
info@brta.eus

[www.brta.eus](http://www.brta.eus)