

Desafíos de la movilidad intermodal: sostenible, conectada, eficiente y segura

V Observatorio de la Movilidad Sostenible

2024



Índice

Prólogos	04
1. Acceso universal a la movilidad: Más allá de las barreras tradicionales	14
Perspectivas, equidad y diversificación de la movilidad	14
Importancia del vehículo en la industria: Motor de movimiento y desarrollo	15
Desafíos en el camino hacia la sostenibilidad	16
Movilidad general y ciclo económico	18
Reparto modal: Transformaciones en la movilidad interior e internacional	18
2. Avances y desafíos de la movilidad terrestre y por carretera	20
Tecnologías emergentes para mejorar la eficiencia y la seguridad en carreteras	20
Mejorar la accesibilidad en zonas rurales y la movilidad en áreas urbanas	22
Rol de las nuevas tecnologías en la seguridad vial	25
Desafíos en la implementación de transporte público eficiente y movilidad compartida	26
Integración de vehículos conectados y autónomos en la infraestructura urbana	28
Desafíos y soluciones en la logística de última milla	30
3. Eficiencia y modernización en la movilidad ferroviaria	32
Estrategias para expandir y mantener redes ferroviarias	32
Beneficios de una red ferroviaria interconectada y accesible	33
Modernización de sistemas ferroviarios	34
Coordinación intermodal en sistemas de movilidad	36
IA y Big Data en la seguridad ferroviaria	38
Inversión estratégica en infraestructuras ferroviarias	39
4. Innovación y sostenibilidad en la movilidad aérea	42
Principales retos en la movilidad aeroportuaria	42
Inversiones tecnológicas para fomentar el crecimiento sostenible	44
Drones en la movilidad aérea urbana	46
Desarrollo de tecnologías espaciales	48
Transición hacia combustibles sostenibles en la aviación	48
5. Desarrollo sostenible y conectividad en el transporte marítimo	52
Puertos accesibles para un desarrollo económico y sostenible	52
Modernización de la infraestructura portuaria y adopción de tecnologías avanzadas	53
Sostenibilidad ambiental y desarrollo de combustibles sostenibles	55
Desarrollo de rutas comerciales	57
Enfoque del transporte marítimo desde la óptima final de la cadena	57
Conclusiones y retos de la Movilidad Sostenible	58
Metodología del informe	60
Listado de participantes	61

Prólogos



José Luis Rodrigo
Director general
de Fundación Ibercaja

La quinta edición del Observatorio de la Movilidad Sostenible de España pone el foco de atención en las personas. En esta ocasión, abordamos las diversas dimensiones de la movilidad terrestre, aérea y marítima sin perder el objetivo de centrarnos en los individuos.

Una movilidad entendida como derecho fundamental para todos, para que podamos elegir opciones de transporte seguras, eficientes y sostenibles, que permitan mejorar nuestra calidad de vida y reducir el impacto ambiental. Estos dos objetivos son alcanzables a través de la reflexión, el diálogo y el correcto equilibrio entre tecnología, regulación y sociedad. Solo uniendo estos tres grandes vectores se podrá conseguir el cambio deseado, teniendo en cuenta al individuo como eje central de la movilidad.

La misión de Fundación Ibercaja es la de apostar por iniciativas y proyectos que mejoren el desarrollo del territorio y el bienestar de las personas. La movilidad ha sido y es clave en la evolución y el progreso de la humanidad, su desarrollo social y económico, y con incidencia indudable

en el territorio. Y es evidente que uno de los indicadores de calidad de vida y modernidad tiene mucho que ver con la forma en la que nos movemos y nos desplazamos.

Nuestro compromiso por mejorar la sociedad pasa por alcanzar una movilidad limpia y eficiente. La apertura de Mobility City hace ya más de un año, ha permitido construir un ecosistema en el que se transfiere el conocimiento entre los actores que intervienen en el ámbito de la movilidad (logística, automoción, tecnología, telecomunicaciones, etc). El éxito de Mobility City se ve refrendado por el apoyo de un número creciente de partners tanto del sector público como privado. Espacio de reflexión y divulgación con la mirada puesta en la movilidad del futuro, que no es otra que aquella que garantiza nuestras necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras.

Innovación y tecnología resultan ejes fundamentales para aumentar la calidad de vida de las personas, reducir la contaminación ambiental y mejorar la eficiencia del transporte hacia un futuro mejor para todos. De tecnologías

emergentes, retos y soluciones de cada modo de transporte tratamos en esta nueva edición del Observatorio, en la búsqueda de un enfoque integral que involucre a todos los actores relevantes.

“La movilidad es un derecho fundamental para todos, permitiendo opciones de transporte seguras, eficientes y sostenibles, mejorando la calidad de vida y reduciendo el impacto ambiental.”





Mar García Ramos
Socia de Automoción,
Industria y Movilidad
Sostenible de Grant Thornton

La quinta edición del ya clásico Observatorio de la Movilidad Sostenible, una iniciativa impulsada con acierto desde hace un lustro por Fundación Ibercaja, a través de su proyecto Mobility City, y por Grant Thornton, supone todo un hito para volver a poner las luces largas sobre todos los retos que la movilidad sostenible tiene todavía por cumplir en nuestro país.

Tras varios años radiografiando la situación del sector, el surgimiento de nuevos modelos de negocio a través de ecosistemas de movilidad innovadores, la extensión del vehículo eléctrico y conectado y los retos que implica engarzar la industria de la automoción a los distintos territorios y fábricas en España, este año hemos optado por ofrecer una visión todavía más amplia. Este nuevo estudio que tiene entre las manos compendia exhaustivamente las múltiples dimensiones que la movilidad actual debe tener, entendida como un acceso universal, equitativo y diversificado.

Este año y en esta nueva edición, por tanto, hemos ampliado nuestra mirada para abarcar no sólo el transporte por carretera y ferroviario, sino también el transporte aéreo y marítimo, reconociendo la complejidad y la interconexión de estos modos de transporte en la sociedad global.

El primer capítulo, establece un marco para explorar cómo la movilidad se convierte en un catalizador para el desarrollo económico y social. A lo largo de estas páginas, nos sumergimos en la relación intrínseca entre la movilidad y el ciclo económico, destacando cómo las transformaciones en el transporte reflejan e impulsan cambios significativos en la sociedad.

Además, esta primera parte se centra en la importancia que el vehículo tiene en la industria de nuestro país, como generadora de riqueza y de empleo cualificado. Una industria que ha apostado claramente por el futuro de las tecnologías, incorporando la electrificación en todo su catálogo, y por fabricar de forma sostenible, no sólo cumpliendo con las regulaciones más actuales a nivel nacional y europeo, sino también asegurando que el ciclo de fabricación es respetuoso con el medio ambiente y cumple con altos estándares de economía circular.

El estudio avanza, como no podía ser de otro modo, parándose en la situación de la movilidad terrestre y por carretera, examinado de forma pormenorizada las más actuales revoluciones tecnológicas en el vehículo conectado y

autónomo, la implementación de sistemas de gestión de tráfico inteligentes, impulsado por el avance de la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas (IoT) y la conectividad avanzada. Estas innovaciones prometen mejorar significativamente la eficiencia y la seguridad en nuestras carreteras, marcando el camino hacia una movilidad más inteligente, sostenible y segura. Esta parte de la movilidad terrestre no se olvida de analizar los retos y soluciones más actuales en última milla, que están permitiendo a todos los actores implicados a reducir los tiempos, el impacto medioambiental y de la huella de carbono y la congestión urbana.

Fieles al enfoque multimodal por el que apostamos en esta nueva edición, el tercer capítulo nos sube a bordo de la actualidad de la industria ferroviaria, indagando en qué estrategias público-privadas sirven expandir y mantener las redes ferroviarias, qué fuentes de energía debe utilizar este transporte y cómo vertebrar el territorio. El análisis se traslada, a continuación, al aire, ante el creciente volumen de tráfico aéreo mundial. ¿Cómo expandir y modernizar las principales infraestructuras aeroportuarias? ¿Qué tecnologías se deben implementar la gestión del flujo de pasajeros y la conectividad terrestre? ¿Qué inversiones principales se deben acometer en tecnología aviónica para hacerla más eficiente, inteligente, incluido una nueva estrategia de uso de drones en la movilidad habitual?

En la última parada de este nuevo viaje sobre distintas modalidades, el nuevo informe analiza también el transporte

marítimo, esencial para el comercio global, que se enfrenta al desafío de mejorar la accesibilidad portuaria y adoptar prácticas sostenibles que reduzcan el impacto medioambiental. La modernización de las infraestructuras y tecnologías también se antoja crucial para que las rutas comerciales sigan contribuyendo al movimiento de mercancías y encajen adecuadamente en la cadena de valor de la movilidad, con el uso incremental de combustibles cada vez más sostenibles.

En última instancia, nuestro objetivo con este nuevo Observatorio es contribuir al diálogo global sobre la movilidad, fomentando la colaboración entre industrias, gobiernos y sociedad civil. Al hacerlo, aspiramos a impulsar un cambio positivo hacia sistemas de transporte más eficientes, seguros y respetuosos con el medio ambiente. A medida que exploren las siguientes páginas de este nuevo estudio, estoy convencida de que tendrán más claro cuál es, en última instancia, el papel individual que cada uno de nosotros debe ejercer para contribuir a la construcción de una movilidad futura inclusiva y sostenible.

Extendemos nuestro agradecimiento, además, a todos aquellos directivos y profesionales de los distintos sectores aquí reflejados, que han contribuido a la realización de esta edición y confiamos, asimismo, en que este informe no sólo sea una fuente de conocimiento, sino también un estímulo para la acción. Construyamos juntos, pues, un futuro de movilidad que refleje nuestros valores y aspiraciones compartidas.



Raúl Blanco
Presidente de Renfe

En primer lugar, quiero comenzar expresando mi agradecimiento por permitirme compartir mis ideas con los lectores del V Observatorio de la Movilidad Sostenible de Grant Thornton, como presidente de una empresa pública líder en la movilidad sostenible de nuestro país, con un gran potencial de crecimiento y una magnífica proyección internacional y hacia el futuro como es Renfe.

La movilidad sostenible supone un elemento central para la sociedad y la economía españolas, tanto por la configuración territorial de nuestro país, teniendo en cuenta el tamaño, la distribución demográfica y la demanda diaria en las grandes áreas metropolitanas, como por el peso en términos de empleo y PIB del propio sector del transporte y de otros sectores íntimamente unidos, como es el caso del turismo.

En efecto, la movilidad sostenible es una herramienta clave para conseguir una economía descarbonizada en España, teniendo en cuenta la distribución modal existente y el impacto que tiene el sector del transporte en el consumo energético y en las emisiones de gases de efecto invernadero.

En este contexto, también quiero destacar el importante papel que desempeña la innovación para afianzar y desarrollar la movilidad sostenible. Somos muchas las administraciones públicas y las empresas que trabajan para innovar hacia un sistema de transporte sostenible, descarbonizado y de bajo consumo energético. Renfe trabaja intensamente desde hace décadas en aspectos como la accesibilidad universal, o la vertebración territorial, asociándose a otros actores del sector con intereses comunes y apostando por la innovación y la digitalización.

Prueba de ello es el esfuerzo que estamos realizando para la modernización de la flota de trenes, en alianza con el sector industrial, con el objetivo de disponer de vehículos adaptados a las necesidades de nuestros clientes y de la sociedad, con mejoras en su eficiencia y en su sostenibilidad. Para ello hemos destinado una inversión cercana a los 5.500 millones de euros, para renovar y ampliar nuestra flota de trenes y locomotoras, buscando, entre otros objetivos, la sustitución completa del material de tracción diésel.

También quiero destacar los 245 millones de euros invertidos en programas de innovación abierta, impresión en 3D, Cloud Computing, IA y Big Data en ingeniería y mantenimiento, o Machine Learning en operaciones industriales. Y en esta misma línea desarrollamos nuestro programa Trenlab, una de las herramientas que está consiguiendo que dispongamos de las mejores soluciones desarrolladas por terceros en colaboración con personas con similares inquietudes en Renfe.

Desde 2018 este programa cuenta con 22 startups aceleradas de las más de 1.100 presentadas a las diferentes convocatorias, con una inversión de más de 2,3 millones de euros en proyectos piloto y más de 4,7 millones en contratos que han generado 325 empleos con una inversión captada de 22 millones. A modo de ejemplo, destaca el proyecto para reducir emisiones con la implantación de un sistema digitalizado para la medición y gestión de la huella de carbono para Renfe Mercancías, puesto en marcha gracias al programa TrenLab entre Renfe y GreeMko Sistemas y Gestión Ambiental, con una inversión de 1 millón de euros.

Sin duda, desde este sector somos conscientes de la necesidad de enfocar nuestras líneas de futuro con la visión del horizonte de cero emisiones y de la implementación de energías renovables. Y es especialmente significativo en casos como el de Renfe, uno de los principales consumidores energéticos de España y de forma concreta el primer consumidor de energía eléctrica de origen renovable para la tracción de sus trenes eléctricos.

Es por ello muy relevante dar pasos para reemplazar en los próximos años los consumos de combustibles derivados del petróleo por otros combustibles alternativos como los biocombustibles de última generación, las baterías eléctricas o el hidrógeno.

Precisamente, en lo que a combustibles alternativos se refiere, Renfe participa muy activamente en el proyecto FCH2Rail, que tiene como objetivo principal el desarrollo de un tren híbrido binodo capaz de operar, tanto en líneas electrificadas como no electrificadas, mediante el uso de pilas de hidrógeno y baterías. Este proyecto,



con un presupuesto total de 14 millones de euros, recibe financiamiento de la asociación Clean Hydrogen Partnership de la Unión Europea, contribuyendo así a la investigación y desarrollo de alternativas energéticas sostenibles en el transporte ferroviario. En el proyecto participan entidades de España, Bélgica, Alemania y Portugal, como Renfe, Adif, CAF, Centro Nacional del Hidrógeno, Infraestructuras de Portugal, DLR, Faiveley Stemann Technik y Toyota Motor Europe.

Efectivamente, muchas empresas estamos trabajando para la consecución de la movilidad sostenible, tanto en el transporte de viajeros como en el de mercancías, porque somos conscientes de la necesidad de dar respuesta a retos globales como el calentamiento global y los procesos de cambio climático, y al mismo tiempo a problemáticas que afectan a las áreas urbanas, como la reducción de emisiones contaminantes locales y la mejora de la calidad del aire en nuestras ciudades.

No obstante, el sistema de transportes de nuestro país en su conjunto tiene aún retos de mejora, como continuar la adaptación de estaciones, vehículos, redes y servicios a las necesidades de accesibilidad universal y a la conectividad territorial, pensando en colectivos y zonas con mayores dificultades de acceso o en territorios con problemas de despoblación. Para ello, además de la digitalización, es muy importante desarrollar estaciones multimodales e

intercambiadores de transporte que faciliten a los usuarios el cambio entre modos y proveedores de servicios de transporte.

Adicionalmente, y desde una vertiente operativa básica para la economía, el sector del transporte debe consolidar su aportación sistémica en la garantía de provisión de servicios, reduciendo riesgos operativos, desde el logro de menores tasas de accidentalidad, la garantía de la puntualidad, la provisión y la seguridad de la operación durante fenómenos meteorológicos extremos, o el incremento de la ciberseguridad.

Otro de los retos del sector del transporte es la conexión de las soluciones de transporte más sostenibles con las grandes rutas internacionales, en especial en el ámbito de la logística, un sector ampliamente globalizado, con la interconexión a los puertos y al transporte marítimo continental y global.

Asimismo, es importante evaluar económicamente el desempeño y todas las mejoras operativas, ambientales y sociales. Para ello es imprescindible evaluar correctamente las externalidades generadas por el sector en su conjunto y por cada uno de los actores de forma particular, monetizando los costes externos generados y planteando mecanismos regulatorios de internalización de dichos costes que faciliten la transferencia modal hacia aquellas alternativas de transporte más sostenibles.



Jorge Azcón
Presidente del Gobierno de Aragón

Es un honor para mí formar parte de la quinta edición del Observatorio de la Movilidad Sostenible, una iniciativa que marca un hito significativo en nuestro compromiso constante por construir un futuro más sostenible y accesible para todos los habitantes. Como presidente de esta Comunidad, es mi deber y privilegio compartir con ustedes las destacadas contribuciones y avances en el ámbito de la movilidad sostenible en nuestro querido territorio.

La movilidad sostenible es un pilar fundamental en la construcción de sociedades más equitativas y respetuosas con el entorno. A medida que enfrentamos desafíos globales relacionados con el cambio climático y la preservación de nuestros recursos naturales, la promoción de prácticas de movilidad respetuosas con el medio ambiente se vuelve imperativa. En este contexto, Aragón ha asumido un papel de liderazgo, impulsando políticas innovadoras y proyectos que no solo buscan mejorar la calidad de vida de sus habitantes, sino también contribuir activamente a la mitigación de los impactos ambientales.

En un contexto mundial donde la movilidad se erige como componente esencial del progreso, Aragón se encuentra en una posición única para liderar la senda hacia un sistema de transporte más eficiente, seguro y respetuoso con el medio

ambiente. Invito a todos a reflexionar sobre cómo podemos contribuir a esta visión colectiva de una movilidad inclusiva y sostenible.

En esta ocasión, nos sumergimos en el tema central de “Movilidad para tod@s”, explorando diversas dimensiones que abarcan desde el transporte por carretera y ferroviario hasta el transporte aéreo y marítimo. Este informe ofrece una visión detallada de las acciones implementadas durante el último año, destacando los logros significativos y los desafíos superados en nuestra búsqueda constante de un sistema de movilidad más eficiente, inclusivo y sostenible. Cada paso dado refleja nuestro firme compromiso con la creación de un entorno donde la movilidad esté al alcance de tod@s.

En nombre del Gobierno de Aragón, agradezco el arduo trabajo de todas las instituciones, organizaciones y ciudadanos que han contribuido a hacer de la movilidad sostenible una realidad. Expreso mi gratitud a todos aquellos que han hecho posible la realización de este observatorio, y confío en que este informe sirva de inspiración para emprender acciones concretas que nos conduzcan hacia un futuro de movilidad que refleje fielmente los valores y aspiraciones de nuestra Comunidad.





Natalia Chueca
Alcaldesa de Zaragoza

Como alcaldesa de Zaragoza es un honor participar en la publicación de la nueva edición del Observatorio de la Movilidad Sostenible, que impulsan la Fundación Ibercaja y Mobility City, junto a Grant Thornton.

El empeño que tenemos desde Zaragoza, en un planteamiento compartido con otras muchas capitales españolas y europeas, es el impulso incansable de estrategias en la búsqueda de un desarrollo urbano que tenga esa visión de futuro que nos reclaman nuestros conciudadanos.

Vivimos en una era en la que la movilidad, como elemento transversal, se erige como uno de los pilares fundamentales de nuestras comunidades. Sin embargo, también enfrentamos desafíos significativos en relación con el cambio climático y la degradación del medio ambiente. En este contexto, las ciudades climáticamente neutras se presentan como faros de esperanza, demostrando que es posible reconciliar el crecimiento económico con la preservación del planeta.

En nuestra ciudad, seleccionada como una de las primeras 100 Ciudades Europeas Climáticamente Neutras en 2030, hemos apostado por ese futuro sostenible, donde la movilidad no sólo sea eficiente, accesible y segura para todos, sino que también contribuya activamente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

Este compromiso nos ha llevado a implementar medidas innovadoras y a forjar alianzas estratégicas con la comunidad, el sector privado y organismos gubernamentales.

A lo largo de estas páginas, encontrarán detalle de iniciativas, proyectos y políticas destinadas a construir una movilidad que no solo beneficie a los habitantes actuales las ciudades, sino que también allane el camino para las generaciones futuras. Desde la promoción del transporte público eficiente hasta la creación de infraestructuras para vehículos eléctricos y el fomento del uso de la bicicleta, cada paso que damos se alinea con nuestro compromiso de alcanzar la neutralidad climática.

En este ámbito, Zaragoza es ya una referencia para la innovación y el desarrollo y, de hecho, seguimos impulsando a nuestra ciudad como escenario real para la realización de pruebas, test y desarrollos en entornos urbanos reales.

La movilidad para tod@s es una visión que impulsa nuestras acciones diarias y nos desafía a explorar soluciones creativas para los problemas contemporáneos. La sostenibilidad y la movilidad deben ir de la mano, guiándonos hacia un mañana donde las generaciones venideras hereden un entorno urbano vibrante, próspero y respetuoso con nuestro preciado planeta.

1. Acceso universal a la movilidad: Más allá de las barreras tradicionales

La universalización de la movilidad, enfocada en opciones sostenibles y respaldada por innovaciones tecnológicas y nuevos modelos de negocio, busca garantizar un acceso justo, eficiente y sostenible a diversos medios de transporte. Sin embargo, enfrenta retos regulatorios y técnicos que demandan una colaboración y gestión integrada para alcanzar una movilidad inclusiva y sostenible.

Perspectivas, equidad y diversificación de la movilidad

En el contexto de la movilidad sostenible, la universalización de los desplazamientos emerge como un principio esencial que persigue **garantizar la libertad de elección de las personas en sus desplazamientos cotidianos**, teniendo en cuenta sus necesidades individuales. Este enfoque trasciende las fronteras individuales y se extiende hacia las esferas empresariales, abarcando tanto las relaciones comerciales B2C como B2B.

En el ámbito personal, la movilidad se traduce en la **diversificación de opciones accesibles y respetuosas con el medio ambiente** para que las personas puedan elegir el medio de transporte que mejor se adapte a sus preferencias y circunstancias. Desde alternativas más tradicionales como bicicletas y caminar, hasta opciones más modernas como vehículos eléctricos y transporte público eficiente, se busca proporcionar soluciones inclusivas que beneficien a la sociedad en su conjunto.

Asimismo, en el ámbito empresarial, este principio impulsa la **adopción de prácticas de movilidad sostenible, tanto en términos de logística interna como de ofrecer productos y servicios que fomenten opciones de transporte más respetuosas con el entorno**. En relaciones B2C, las empresas pueden contribuir proporcionando servicios de entrega ecoamigables o facilitando el acceso a opciones

de movilidad compartida. En el caso de relaciones B2B, la colaboración entre empresas puede orientarse hacia la optimización de flotas de vehículos sostenibles y la promoción de soluciones de transporte compartido para empleados.

En definitiva, **la movilidad sostenible busca crear un entorno donde tanto individuos como empresas puedan contribuir de manera activa a la construcción de un sistema de transporte más equitativo, eficiente y respetuoso con el medio ambiente**, promoviendo así un futuro más sostenible y accesible para todos.

Avances tecnológicos y modelos innovadores

La movilidad ha experimentado notables avances gracias a la incorporación de tecnologías emergentes y modelos de negocio innovadores. Ejemplo de ello son los servicios de transporte compartido, que han transformado radicalmente el acceso al transporte al ofrecer opciones más flexibles y asequibles que los sistemas tradicionales. Además, plataformas integradoras que aglutinan diversas soluciones de movilidad, como aplicaciones que permiten comparar y combinar trayectos utilizando transporte público, bicicletas compartidas, y servicios de vehículos de alquiler, también desempeñan un papel crucial. Estas plataformas facilitan a los usuarios la planificación de rutas multimodales, optimizando la eficiencia y promoviendo la interconexión de distintos modos de transporte en un único sistema integrado. La sinergia entre tecnologías avanzadas y modelos de

negocio innovadores está propiciando un panorama de movilidad cada vez más diversificado y accesible para la sociedad.

Transición hacia la sostenibilidad

Este cambio hacia una movilidad más inclusiva se ve respaldado por la creciente adopción de vehículos electrificados y el desarrollo de infraestructuras de carga. Estos elementos se suman al esfuerzo por hacer que el transporte sea más sostenible y reducir las emisiones contaminantes.

Además, la expansión de opciones de transporte público eficientes y accesibles, el fomento de la infraestructura para bicicletas y peatones, y la implementación de políticas que promuevan la accesibilidad universal son pasos clave para lograr una movilidad más inclusiva.

Acceso equitativo a todos los entornos

Es esencial asegurar un acceso equitativo a opciones de movilidad en entornos urbanos, periféricos y rurales. La construcción de un modelo inclusivo, accesible y multimodal permite a cada ciudadano elegir el medio de transporte que mejor se ajuste a sus necesidades, fomentando así una movilidad para todos.

Garantizando la seguridad

La seguridad en los desplazamientos es un componente vital de este enfoque, asegurando que las personas se sientan protegidas al utilizar diferentes medios de transporte.

En definitiva, la movilidad busca garantizar que todos tengan la oportunidad de desplazarse de manera segura, sostenible y asequible, independientemente de su ubicación geográfica o condición socioeconómica.

Importancia del vehículo en la industria: Motor de movimiento y desarrollo

Los vehículos desempeñan un papel crucial en la industria al ofrecer libertad de movimientos a los individuos y al mismo tiempo generar riqueza y empleo cualificado. Además, juegan un papel fundamental en la transición hacia un parque de vehículos más sostenible, permitiendo la adopción progresiva de combustibles bio y/o sintéticos para reducir las emisiones.

Libertad de movimientos y conectividad

Los vehículos permiten la movilidad y la conectividad, lo que es esencial para el funcionamiento de la economía moderna y para la vida diaria de las personas. Proporcionan la capacidad de desplazarse de un lugar a otro de manera rápida y eficiente, lo que es fundamental para el comercio, el turismo, el transporte de bienes y servicios, así como para el acceso a oportunidades laborales y sociales.

Generación de riqueza

La industria de la automoción es un sector clave en la generación de riqueza. La fabricación, venta y mantenimiento de vehículos representan una parte significativa del producto interno bruto (PIB). Además, el desarrollo de nuevas tecnologías



relacionadas con los vehículos, como la electrificación, la autonomía y la conectividad, impulsa la innovación y crea oportunidades económicas adicionales.

Generación de empleo cualificado

La industria de la automoción y su red de proveedores generan una amplia gama de empleos, desde ingenieros y diseñadores hasta técnicos especializados, personal de ensamblaje, vendedores y personal de servicio. Estos empleos suelen requerir habilidades especializadas y contribuyen al desarrollo económico y social al proporcionar oportunidades laborales significativas. Además, la rápida evolución de las tecnologías asociadas a la movilidad sostenible está dando lugar a nuevas profesiones especializadas que desempeñan roles clave en la implementación y gestión de estos avances. Por ejemplo, están surgiendo nuevos perfiles profesionales relacionados con el vehículo electrificado, las nuevas tecnologías y con la red de distribución y posventa, reforzando la necesidad de habilidades especializadas en sectores en constante transformación. La retención del talento también se vuelve crucial en un entorno donde la innovación y la adaptación continua son fundamentales.

Ayuda en la transición hacia la sostenibilidad

Los vehículos están evolucionando para ser más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. La transición hacia vehículos con cero emisiones, ya sean eléctricos o que utilicen combustibles bio y/o sintéticos, es crucial para abordar los desafíos relacionados con el cambio climático y la reducción de la huella de carbono. La industria de la automoción desempeña un papel importante en esta transición al invertir en investigación y desarrollo de tecnologías más limpias y al promover el uso de energías renovables.

Los vehículos no solo proporcionan movilidad y comodidad, sino que también tienen un impacto significativo en la economía, la creación de empleo y juegan un papel vital en la transición hacia un transporte más sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

Desafíos en el camino hacia la sostenibilidad

A pesar de los avances, el camino hacia una movilidad más inclusiva y sostenible enfrenta diversas barreras que requieren atención y soluciones integradas:

Desafíos normativos

La falta de homogeneidad en las normativas de Zonas de Bajas Emisiones (ZBE) y la falta de claridad en las normativas asociadas a la propulsión de vehículos generan confusión, tanto en los ciudadanos como en las empresas, y dificultan la comprensión y aplicación de estas regulaciones. Es importante destacar que la aplicación de estas regulaciones recae de manera significativa en las administraciones públicas, colocándolas en el centro de la responsabilidad. Los desafíos normativos actuales están ejerciendo una presión considerable sobre las decisiones de renovación de vehículos, principalmente debido a la incertidumbre y confusión que generan las normativas.

Infraestructura de recarga y desabastecimiento

La insuficiente infraestructura de recarga y el desabastecimiento de combustibles alternativos representan desafíos significativos, limitando la viabilidad y la adopción masiva de vehículos con bajas emisiones. En algunas ocasiones, la infraestructura de recarga puede ser adecuada para satisfacer las necesidades diarias. Sin embargo, la menor adopción de vehículos eléctricos a menudo se atribuye a la falta de conocimiento sobre la red disponible,

que se considera suficiente para el actual volumen de vehículos eléctricos. Es esencial destacar que la percepción de limitaciones en la movilidad eléctrica también se ve influenciada por la falta de conciencia respecto a que, con la red actual y las necesidades de las personas y empresas, las autonomías actuales permiten operar sin problemas.

Presión regulatoria y mercado imperfecto

La presión regulatoria sobre el sector de la automoción, combinada con la existencia de un mercado imperfecto, plantea desafíos adicionales para la innovación, competitividad y adopción de tecnologías más limpias.

Escasez de perfiles en la mano de obra

La falta de perfiles genéricos y específicos en la mano de obra del sector, junto con la escasez de vocaciones en áreas clave, representa un desafío adicional en el ámbito laboral y de movilidad. La carencia de perfiles especializados en el sector, especialmente en áreas como conductores, técnicos de talleres, posventa y repartidores, representa un desafío para la optimización de recursos y la prestación de servicios eficientes en un entorno en constante evolución.

“Nos enfrentamos a desafíos clave como la congestión urbana, la gestión eficiente de la entrega y la sostenibilidad ambiental. Nos enfocamos en soluciones innovadoras como vehículos eléctricos y autónomos, la optimización de rutas con inteligencia artificial y colaboraciones con empresas tecnológicas para mejorar la visibilidad y coordinación en la cadena de suministro.”

Jose Maria Galofré,
Consejero Delegado/CEO de Volvo Car España.

Estos puntos muestran tanto los avances en la movilidad universal como los desafíos y áreas de mejora que deben abordarse para lograr una movilidad más inclusiva, segura y sostenible para todos. La colaboración entre sectores público y privado, así como el fomento de políticas y estrategias integradas, son fundamentales para abordar estas barreras y avanzar hacia un modelo de movilidad más equitativo y amigable con el medio ambiente.

Movilidad general y ciclo económico

En los últimos años, se ha observado un momento decisivo en la revitalización del sector de la movilidad a escalas tanto nacional como internacional, impulsado por los esfuerzos de superación de los obstáculos planteados por la crisis sanitaria global. Este análisis detallado se enfoca en la estrecha relación de este sector con el ciclo económico y su influencia en la revitalización de actividades comerciales y logísticas.

Movilidad Interior: Un notable aumento en el desplazamiento de viajeros y mercancías

La movilidad interior de viajeros ha visto un importante repunte, evidenciando un crecimiento considerable en el desplazamiento medido en distancia recorrida por viajero en comparación con el período anterior. Este incremento, siendo superior al observado en el transporte de mercancías, no solo muestra la capacidad de adaptación a nuevas situaciones por parte de la población, sino que también indica una recuperación general en la actividad económica.

La relación entre el Producto Interior Bruto (PIB) y la movilidad de mercancías revela una historia alentadora. A pesar de las diferencias en las tasas de variación divergentes, se ha visto una convergencia significativa en períodos recientes. El transporte de mercancías en toneladas-kilómetro ha registrado un incremento considerable, destacando por encima del crecimiento del PIB, lo que sugiere un papel crucial de la movilidad de mercancías en la recuperación económica y su función como indicador importante del resurgir post-COVID.

Transporte Internacional: Desafíos y señales de recuperación

A nivel internacional, los desafíos persisten, particularmente en el transporte de viajeros, donde la falta de datos recientes durante la crisis sanitaria refleja una disminución significativa en comparación con años anteriores. Sin embargo, el transporte internacional de mercancías presenta un escenario más prometedor, con un crecimiento

en el volumen de toneladas transportado, indicando una recuperación gradual a nivel mundial y una revitalización de los flujos comerciales y logísticos.

Reparto modal: Transformaciones en la movilidad interior e internacional

El reparto modal ha sufrido transformaciones significativas en la movilidad recientemente, un periodo marcado por la recuperación post-COVID-19.

Movilidad interior: Vehículo privado en ascenso y cambios en modos colectivos

El vehículo privado se ha convertido en el principal medio de movilidad interior, capturando una gran parte del total de viajeros-km. Este aumento, en relación con años previos, se atribuye en parte a una preferencia al mayor uso de modos individuales para evitar la propagación del COVID-19. Los modos colectivos han experimentado cambios significativos, con los autobuses liderando en kilómetros recorridos por viajero, seguido por el transporte aéreo. El ferrocarril ha visto una reducción en su participación de mercado, mientras que el transporte marítimo ha experimentado un ligero aumento.

Transporte de viajeros internacional: Cambios significativos y perspectivas futuras

El año marcado por la pandemia alteró significativamente el reparto modal en el transporte internacional de viajeros. La carretera emergió como el modo principal, una posición no vista desde años anteriores, mientras que los modos tradicionales experimentaron una pérdida de participación. Con la disminución de los efectos de la pandemia, se espera una reconfiguración hacia patrones similares a los previos a la crisis.

Transporte de mercancías: Estabilidad nacional y cambios internacionales

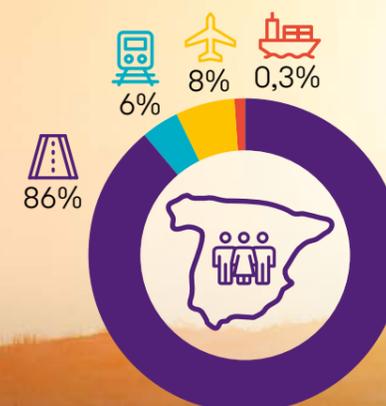
En el transporte de mercancías a nivel nacional, la carretera sigue manteniendo su posición dominante, tanto en el total de toneladas transportadas o en las toneladas kilómetro. A nivel internacional, sin embargo, el escenario es diferente. Recientemente, el transporte marítimo ha liderado, seguido por la carretera, que ha visto un crecimiento a expensas del marítimo, reflejando un dinamismo en las preferencias de transporte de mercancías a nivel global.

El reparto modal ofrece una visión completa de las transformaciones en la movilidad, destacando las adaptaciones frente a desafíos globales y anticipando una reconfiguración continua en los próximos años.

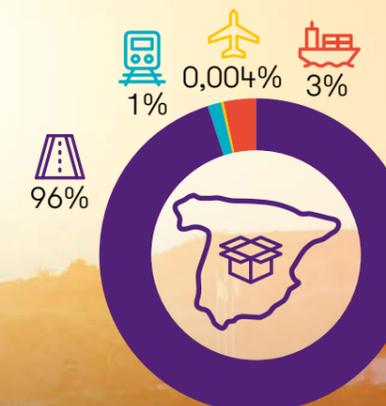
DATOS DE INTERÉS

Reparto modal del transporte nacional de viajeros y mercancías en el año 2022

Reparto modal de transporte interior de viajeros. Año 2022



Reparto modal transporte interior de mercancías. Año 2022



	Viajeros	449.651 millones de viajeros-km en 2022, de ellos el 86% son desplazamientos por carretera.
	Mercancías	2.146 millones de toneladas en el año 2022. El 73% con origen y destino nacional.
	Viajeros	El transporte interurbano de viajeros se lleva a cabo en España principalmente por carretera: 386.108 millones de viajeros-kilómetro en 2022.
	Mercancías	En 2022 el transporte interior de mercancías supuso 323.078 millones de t-km, que se efectuaron mayoritariamente (66%) en la Red de Carreteras del Estado.
	Viajeros	En 2022, 27.344 millones de viajeros-km utilizaron el conjunto de redes ferroviarias españolas, 15.263 millones usaron los servicios de larga distancia, 3.671 millones los servicios de media distancia y 8.409 millones los servicios de cercanías.
	Mercancías	10.554 millones de t-km netas fueron transportadas en 2022 en ferrocarril, de las cuales 8.911 millones correspondieron a transporte nacional y 1.642 millones a transporte internacional.
	Viajeros	En 2022 viajaron 202 millones de pasajeros, de los cuales, 41 millones correspondieron a vuelos nacionales y 161 millones a vuelos internacionales.
	Mercancías	En 2022, se transportaron 941.806 toneladas, de las cuales 58.484 correspondieron a transporte nacional y 883.322 a transporte internacional.
	Viajeros	En 2022 hubo más de 21 millones de pasajeros. De ellos, 10,3 millones utilizaron servicios de cabotaje, 4,2 millones fueron desplazamientos exteriores y 6,9 millones servicios de crucero.
	Mercancías	513,7 millones de toneladas fueron transportadas en 2022 en el conjunto de puertos españoles, de las cuales 48 millones correspondieron a navegación de cabotaje, 449 millones a navegación exterior, 365.732 toneladas a mercancías transbordadas y más de 15 millones de toneladas a pesca, avituallamiento y tráfico interior.

Fuente: Observatorio del transporte y la logística en España. Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. Movilidad | OTLE (mitma.gob.es)

2. Avances y desafíos de la movilidad terrestre y por carretera

La revolución tecnológica en el transporte por carretera avanza con el creciente desarrollo de los vehículos conectados y autónomos, y la implementación de sistemas de gestión de tráfico inteligentes, impulsada por el avance en la inteligencia artificial, el IoT, y la conectividad avanzada. Estas innovaciones prometen mejorar significativamente la eficiencia y seguridad en las carreteras, marcando el camino hacia una movilidad más inteligente, sostenible y segura.

Tecnologías emergentes para mejorar la eficiencia y la seguridad en carreteras

La transformación del transporte por carretera se encuentra en la vanguardia de la revolución tecnológica, impulsada por **innovaciones como la inteligencia artificial (IA), el Internet de las cosas (IoT) y la conectividad avanzada**. En este contexto, vehículos conectados y autónomos, junto con sistemas de gestión de tráfico inteligentes, se erigen como piezas fundamentales para mejorar tanto la eficiencia como la seguridad en nuestras carreteras.

Así destaca Salvador Jorge López Pulpón, Head of Business Intelligence & Consulting ALD – LP – Spain: “Indudablemente la tecnología es la principal aliada en pro de la seguridad y la eficiencia de la movilidad presente y futura. La ultra sensorización de los vehículos, la instantaneidad en la transmisión de la información y la capacidad y velocidad de procesamiento son factores clave para impulsar la movilidad inteligente. En la actualidad, la multitud de sensores del vehículo ya son responsables de generar varios GB de información por día en relación con el comportamiento del propio vehículo y del conductor. La capacidad para procesar y transmitir esa información en tiempo real, unido al desarrollo de protocolos seguros de intercambio de información V2V (vehículo a otro vehículo) e intercambio V2I (vehículo con la infraestructura), son los factores clave para incrementar la

seguridad vial, así como la organización y descongestión del tráfico. Igualmente, el análisis del Big Data de la movilidad mediante la aplicación de técnicas analíticas predictivas y prescriptivas pueden elevar el ordenamiento del tráfico y la eficiencia del transporte a niveles hasta ahora desconocidos.”

Las tecnologías emergentes son consideradas **catalizadores clave para el éxito de los sistemas de carreteras inteligentes**. “La implementación exitosa de sistemas de carreteras inteligentes dependerá en gran medida de los avances como la conectividad 5G, vehículos autónomos y el Internet de las cosas. Estas tecnologías permitirán la comunicación instantánea entre vehículos y la infraestructura, facilitando la gestión del tráfico y reduciendo los tiempos de viaje. Factores clave incluyen la estandarización de protocolos de comunicación, inversiones en infraestructura digital y la colaboración entre la industria y los organismos gubernamentales para asegurar la interoperabilidad” detalla Ángel Gil, Gerente del Clúster Logístico de Aragón (ALIA).

“Son varias las tecnologías emergentes que tendrán un impacto significativo en la eficiencia y la seguridad de la conducción. Los vehículos autónomos, por ejemplo, tienen el potencial de reducir accidentes causados por errores humanos y mejorar la eficiencia del tráfico. Es importante también establecer regulaciones y estándares para la seguridad de los vehículos autónomos como sensores

avanzados que detecten con precisión obstáculos y peligros en tiempo real, por ejemplo. En Hyundai, a través de nuestro lema “Progress for Humanity” nos comprometemos con la sociedad creando soluciones innovadoras para afrontar problemas globales y, a través de este compromiso, proporcionamos soluciones adaptadas a las necesidades de las personas” comenta Juan José Martínez, Communication & PR General Manager de Hyundai.

“Como factores clave que impulsen los sistemas de carreteras inteligentes, destacaría los siguientes: La colaboración, tanto pública-pública como pública-privada, incluyendo a gobiernos, fabricantes, empresas, usuarios, etc. La existencia de una normativa clara y predecible, que facilite la adopción e interoperabilidad de las nuevas tecnologías. Las inversiones en infraestructuras inteligentes, de recarga, etc. La privacidad y seguridad de los datos. La concienciación y el cambio cultural, para maximizar la adopción de las nuevas tecnologías clave en los sistemas de carreteras inteligentes” explica Luis Morales, Director de El Futuro de la Movilidad.

La **inteligencia artificial (IA) emerge como un componente fundamental en la evolución del sector de la automoción y del transporte**. Más allá de los vehículos autónomos, la IA tiene el potencial de transformar tanto el diseño de productos como otros procesos empresariales. En este sentido, se destacan tres áreas clave de impacto:



Vehículos autónomos y Mobility as a Service

La IA impulsa la transferencia de responsabilidades del ser humano a la máquina, dando lugar al desarrollo de vehículos autónomos para pasajeros, entrega de productos y soluciones de transporte masivo.



Vehículos y servicios conectados

La incorporación de vehículos a las plataformas de la Internet de las Cosas (IoT) permite una integración perfecta de entretenimiento, funciones de navegación y recordatorios de servicio. La conexión a Internet va más allá de las alertas sobre el nivel de la batería, incluyendo asistentes personales en el vehículo y mantenimiento dinámico.



Fabricación inteligente

La Industria 4.0 introduce el poder analítico y predictivo de la IA en las fábricas, acelerando la producción, perfeccionando la gestión del ciclo de vida del producto y ofreciendo información práctica para maximizar beneficios sin comprometer la calidad y la satisfacción del cliente.





“Hyundai quiere mejorar la vida de las personas y para ello está en constante adaptación. Desarrollamos proyectos como Mocean o VIVE, que proporcionan soluciones de movilidad para distintos entornos.”

Juan José Martínez, Communication & PR General Manager de Hyundai.

“Las tecnologías que pueden tener un impacto significativo en la mejora de la eficiencia y la seguridad en carreteras y autopistas son las basadas en IA, IoT, Big Data y tecnologías de geolocalización. A través de la sensorización de las carreteras (IoT), cámaras, sistemas de supervisión de condiciones y clima y señalización digital, se podrá obtener gran cantidad de información sobre el estado de estas: climatología (heladas), atascos, desprendimientos en carretera, etc. Para la mejora de eficiencia del transporte por carretera, es necesario también el desarrollo de los vehículos conectados por 5G favoreciendo así la interacción entre el usuario y la infraestructura ya que la información obtenida de los sensores y sistemas de la carretera se puede compartir en tiempo real con el vehículo conectado y de este modo avisar a los conductores sobre el estado de la carretera. Además, con la gran cantidad de datos obtenidos, a través del análisis Big Data y la inteligencia artificial se puede realizar predicciones climatológicas a corto plazo, optimización de rutas, prevención y disminución de accidentes, etc., creando así rutas más seguras y fluidas consiguiendo de este modo que el transporte por carretera sea un medio conectado, seguro, sostenible y eficiente” indica Dra. Sara Sánchez Monclús, Investigadora de Zaragoza Logistics Center.

Fernando Acebrón, Director de Relaciones Institucionales y Gubernamentales de Ford España, comparte su visión, afirmando: “Ford está a la vanguardia de integrar tecnologías emergentes para mejorar la eficiencia y seguridad en las carreteras. Tecnologías como la conectividad Vehículo a Todo (V2X), la inteligencia artificial (IA) y los sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS), destacando Ford BlueCruise, prometen transformar el transporte por carretera. Los factores clave para impulsar sistemas de carreteras inteligentes incluyen la colaboración entre el sector público y privado, actualizaciones legislativas

que favorezcan la innovación y una inversión significativa en infraestructuras digitales y físicas compatibles.”

Así mismo, Jose Maria Galofré, Consejero Delegado/CEO de Volvo Car España destaca: “Sin duda, los vehículos autónomos tendrán un impacto significativo en la mejora de la eficiencia y la seguridad vial. La implementación de estas tecnologías requiere una colaboración estrecha entre la industria automotriz, los reguladores y los proveedores de infraestructura. Así, la conectividad y la comunicación vehículo a vehículo (V2V) y vehículo a infraestructura (V2I) son factores clave para impulsar sistemas de carreteras inteligentes. En Volvo llevamos ya muchos años trabajando en esta línea y nuestros coches ya son capaces de avisar automáticamente a otros vehículos que se están acercando a una zona donde se encuentra una placa de hielo o zona resbaladiza o al lugar de un accidente.”

Mejorar la accesibilidad en zonas rurales y la movilidad en áreas urbanas

La mejora de la accesibilidad en zonas rurales se presenta como un desafío abordable mediante **soluciones de transporte a demanda, aprovechando tanto vehículos autónomos como servicios compartidos. También, la digitalización del transporte público.** Este enfoque también proporciona una alternativa económica y sostenible para áreas con baja densidad de población. La Dra. Sara Sánchez Monclús, Investigadora de Zaragoza Logistics Center subraya: “La digitalización y las nuevas tecnologías son la clave para la accesibilidad en zonas rurales. En estas poblaciones, al haber poca demanda, el transporte público no es viable ni medioambiental ni económicamente, por lo que los desplazamientos suelen realizarse en coches privados. Sin embargo, poder garantizar a toda la población, el acceso a opciones de transporte seguras y sostenibles

supone una mejora en la calidad de vida de las personas, una reducción de la contaminación y una mejora en la eficiencia del transporte. El empleo de las nuevas tecnologías y de la digitalización en zonas rurales pueden aportar soluciones adaptadas a estas zonas a través de aplicaciones móviles para el uso de coche o taxi compartidos, autobús bajo demanda, préstamo de vehículos a través de los ayuntamientos. La digitalización de los transportes públicos facilita y fomenta la posibilidad de realizar trasbordos siendo así más eficiente, rápido y ágil la manera de viajar. Para ello es necesario la cooperación entre las diferentes administraciones para que el transporte público pueda llegar a ser accesible a más cantidad de personas mejorando servicio, precios y con tiempos de viaje más eficientes y competitivos.”

“Estrategias como la implementación de servicios de transporte compartido basados en plataformas digitales y vehículos autónomos pueden llenar vacíos de movilidad. Además, en el ámbito urbano, la planificación sostenible debe enfocarse en el fomento del transporte público eficiente, el diseño de infraestructuras amigables para peatones y ciclistas, y la integración de sistemas de transporte multimodal para reducir la congestión sin comprometer la calidad de vida de los residentes” señala Ángel Gil, Gerente del Clúster Logístico de Aragón (ALIA).

“Para zonas rurales, la solución pasa por adoptar una gestión más flexible del transporte público que se diferencie de aproximaciones tradicionales y que genere servicios optimizados para poblaciones y equipamientos distribuidos en el territorio. Estas soluciones pueden ser del tipo: a) Intermodalidad: creación de hubs de movilidad; b) Servicios de transporte flexibles: servicios bajo demanda o de ruta flexible; c) Viaje compartido y/o vehículo compartido; o d) Movilidad baja en carbono: vehículos e infraestructura” explica Felipe del Busto, experto en Movilidad Sostenible de CIRCE-Centro Tecnológico.

Juan José Martínez, Communication & PR General Manager de Hyundai, destaca el compromiso de la marca con la mejora de la calidad de vida a través de la innovación en movilidad, especialmente en entornos que tradicionalmente han sido desatendidos por las tecnologías avanzadas de transporte como las zonas rurales. Martínez explica: “VIVE es el primer servicio de carsharing rural de España 100% eléctrico con el que Hyundai pone a disposición de los municipios adscritos al servicio, un coche eléctrico compartido para los vecinos del pueblo. El vehículo se reserva a través de una aplicación específicamente creada para este servicio y, gracias a él, los visitantes pueden desplazarse con facilidad a otros municipios favoreciendo la preservación del ecosistema rural con coches cero emisiones”.

En el entorno urbano, **la gestión sostenible de la movilidad requiere una cuidadosa planificación urbana que promueva el transporte público, la movilidad activa y limite el uso de vehículos privados en áreas congestionadas.** La creación de ‘ciudades de 15 minutos’, donde los residentes pueden satisfacer sus necesidades esenciales en cortos viajes a pie o en bicicleta, representa una innovadora estrategia que no solo reduce la congestión, sino que también mejora la calidad de vida y fomenta comunidades más cohesionadas y saludables.

“Con respecto a las estrategias de planificación urbana, lo primero de todo es poner coto a la irrefrenable tendencia a la expansión urbanística propia del modelo de ciudad difusa. Debemos recuperar el ancestral modelo de ciudad compacta, mediterránea, en la que podemos satisfacer la mayoría de nuestras necesidades sin tener que salir del barrio. Se trata de recuperar la ciudad de distancias cortas, de manera que no tengamos que depender del automóvil particular. La mayoría de los desplazamientos cotidianos podrán ser cubiertos fácilmente en modos activos (a pie

y en bicicleta), los cuales deberán contar con espacio suficiente (aceras amplias, red de carriles-bici, zonas verdes, etc.). Junto a ello, debemos planificar nuestras ciudades priorizando el transporte público colectivo, por supuesto electrificado con fuentes renovables de energía, para mejorar la eficiencia, reducir la congestión y la contaminación atmosférica” comenta Luis Morales, Director de El Futuro de la Movilidad.

Por otro lado, Javier Dorado Soto, Head of Public Affairs de Cabify, destaca las **Zonas de Bajas Emisiones (ZBE) como estrategia para facilitar la movilidad en áreas urbanas** congestionadas, pero con otras medidas que contribuyan a alcanzar un objetivo más sostenible: “Las ZBE tienen la capacidad de reducir la contaminación en las ciudades al incentivar la renovación del parque de vehículos. Sin embargo, en sí mismas, no reducen los niveles de tráfico ni la congestión, ya que la compra de nuevos vehículos, entre otros, permite sortear la restricción. Por tanto, es necesario complementar las ZBE con otras medidas que contribuyan a alcanzar el objetivo de una movilidad más sostenible. En este sentido, los servicios de movilidad bajo demanda, como VTC y taxis, pueden convertirse en grandes aliados para maximizar los beneficios netos de la implantación de una medida de restricción del tráfico como son las ZBE.”

En el ámbito de la movilidad urbana, **la conectividad, el procesamiento de información en tiempo real y la digitalización de la densidad y flujos de movimiento son cruciales**. Salvador Jorge López Pulpón, Head of Business Intelligence & Consulting ALD – LP – Spain destaca: “La planificación de la movilidad urbana pasa de nuevo por la conectividad y el procesamiento de información en tiempo real de la densidad y flujos de movimiento, tanto de los medios de transporte públicos, como privados, dentro del mismo entorno urbano. Perfeccionar y potenciar el uso de plataformas que agregan los diferentes medios de

transporte público, combinadas con los flujos de transporte privado, permitirá diseñar las rutas más eficientes para cada usuario en tiempo real y en función de su punto de origen y destino. Una eficiencia medida en términos de descongestión del tráfico, rapidez en los tiempos de desplazamiento, o consumo energético y huella de carbono del trayecto. Así mismo, el transporte privado compartido, más conocido como carsharing, es una excelente alternativa de descongestión que unido a sus cero emisiones le colocan como un futuro actor principal de la movilidad urbana.”

Por otro lado, también existe la necesidad de desarrollar un **diseño electrificado de las ciudades, especialmente en la instalación de puntos de carga** para el transporte ligero. Tal y como señala, David Barrientos, Corporate & Intelligent Mobility Communication Manager de Nissan Iberia: “Las estrategias de planificación urbana pasan de nuevo por un diseño electrificado de las ciudades donde los puntos de cargas se instalen en aquellas zonas donde el transporte ligero lo necesite.”

Ante la innovación y las soluciones tecnológicas emergentes, es esencial considerar su aplicación tanto en entornos urbanos como rurales para asegurar un impacto equitativo y sostenible. Sobre este tema, Jaume Prat, Business Unit Director Electromobility de Ficosa, comparte una perspectiva valiosa: “El coste entre zonas urbanas y rurales no es diferencial en cuanto a las tecnologías a aplicar, si bien el impacto existe en cuanto al número de soluciones y su intermodalidad. Los dos factores clave están en la generación y distribución de la energía en local. Por ejemplo, carreteras solares que tiene la capacidad de generar energía para las áreas de servicio y disponer de una red eléctrica de carga rápida. Evitar zonas sin cobertura 5G (y en el futuro 6G). Si estas dos tecnologías se despliegan simétricamente el gap entre zona urbana y rural será menor.”

Rol de las nuevas tecnologías en la seguridad vial

La **integración de sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS)**, como el frenado automático de emergencia, la alerta de salida de carril y el control de crucero adaptativo, representa un hito clave en la reducción de accidentes de tráfico. Estos sistemas, diseñados para contrarrestar los errores humanos, destacan como elementos fundamentales para mejorar la seguridad vial.

“El papel de las nuevas tecnologías en la reducción de accidentes es fundamental. Ford BlueCruise por ejemplo, al permitir una conducción automatizada, contribuye significativamente a la seguridad vial al mantener el vehículo centrado en su carril y ajustar la velocidad de forma automática, permitiendo una conducción más relajada y segura. Para promover una cultura de seguridad vial sostenible, es imprescindible el desarrollo de políticas regulatorias adecuadas y la realización de campañas de concienciación pública que destaquen los beneficios de estas tecnologías” expone Fernando Acebrón, Director de Relaciones Institucionales y Gubernamentales de Ford España.

“Las nuevas tecnologías, especialmente los ADAS, desempeñan un papel crucial en la reducción de accidentes en carretera. A través de un conjunto de soluciones tecnológicas integradas en los vehículos, se mejora la seguridad de los conductores, pasajeros, peatones y ciclistas. Actúan en áreas como frenado, aceleración, dirección y señalización” comenta Juan José Martínez, Communication & PR General Manager de Hyundai.

En este contexto, la **telemetría del vehículo emerge como un aliado esencial**, como indica Salvador Jorge López Pulpón, Head of Business Intelligence & Consulting ALD – LP – Spain: “La implantación en mayor o menor medida de los ADAS ha supuesto un gran avance para la seguridad vial. Pese a ello, estos sistemas no son infalibles y todavía la concienciación y la responsabilidad del conductor siguen siendo aspectos fundamentales para la reducción de la siniestralidad. En este sentido, la telemática del vehículo es un aliado clave para entender los hábitos al volante de los conductores, y gracias a su análisis, poder detectar comportamientos potencialmente peligrosos. El compromiso de ALD / LP con la seguridad en nuestras carreteras, nos ha llevado desde hace ya años a promover activamente nuestra solución de telemetría en todos nuestros clientes. El objetivo es detectar hábitos de conducción peligrosos, ya que la alta frecuencia de eventos como el exceso de velocidad, o las aceleraciones y frenadas bruscas, son indicadores inequívocos de mala praxis al volante que ponen en riesgo la vida del conductor y del resto de usuarios de la vía. Por ello consideramos que la tecnología es una perfecta aliada en pro de la seguridad

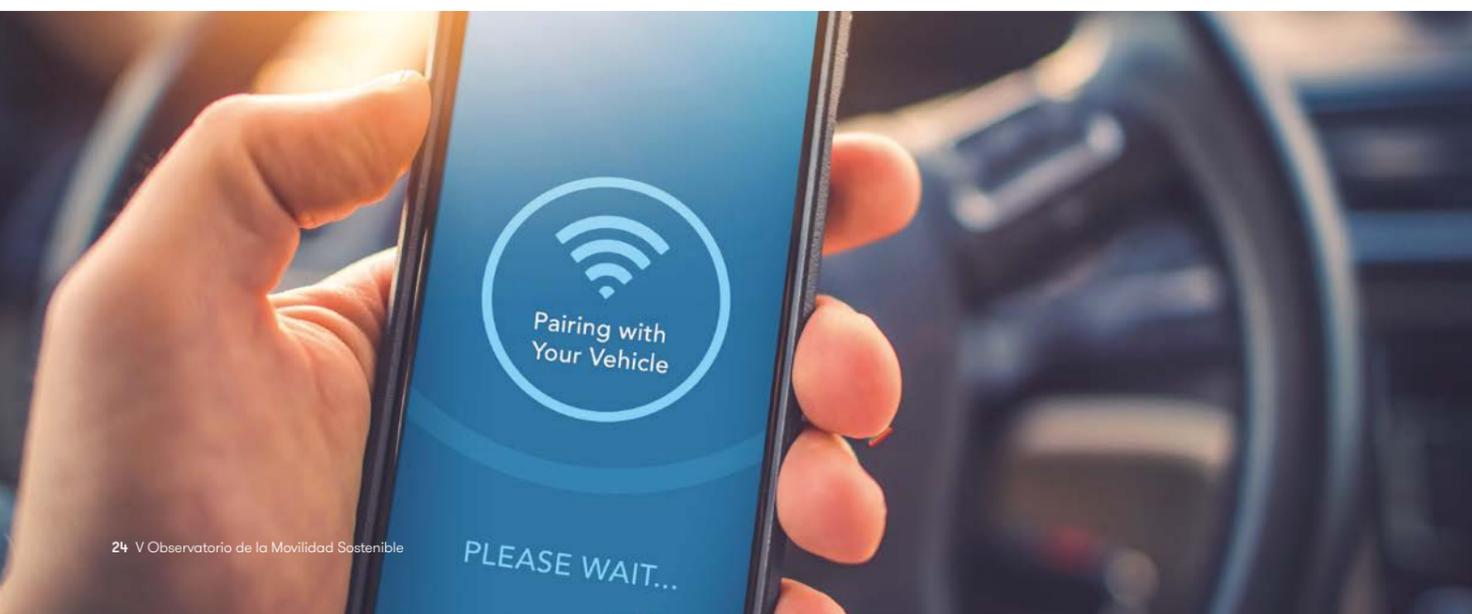


vial, no solo en forma de ayudas a la conducción (ADAS), sino también como herramienta de detección de malas prácticas para el establecimiento de programas de concienciación.”

“Numerosos estudios demuestran la efectividad de los sistemas de asistencia para la reducción de accidentes, con una conducción más segura, confortable e informada. Los sistemas pueden aportar una mayor información al conductor que le permite estar más centrado en las tareas de conducción y alertarle de peligros con antelación. De igual forma, los sistemas en los que el vehículo adopta alguna acción permiten valorar acortar tiempos de reacción y realizar actuaciones que el conductor no es capaz de implementar (control sobre cada rueda, por ejemplo). También permiten reducir las situaciones de peligro por distracción ya que pueden alertar de esos riesgos en caso de que el conductor no los perciba” comenta Ruth Yerga López, Responsable de la Red de Cátedras de Fundación Repsol.

“El uso de las nuevas tecnologías en los ADAS supone una mejora en la seguridad vial para los conductores, pasajeros, peatones, ciclistas y cualquier otro ocupante de la vía. Estas tecnologías son capaces de intervenir en los sistemas del vehículo, identificar señales e incluso son capaces de detectar el estado de alerta del propio conductor. Gracias a la integración de estas nuevas tecnologías en los vehículos se ha conseguido mejorar la seguridad vial, la protección de los usuarios de la vía y reducir los accidentes en carretera” señala la Dra. Sara Sánchez Monclús, Investigadora de Zaragoza Logistics Center.

“La evolución de los sensores, la mejora en la capacidad de cálculo embarcada, la mejora en los algoritmos de inteligencia y la fusión de toda la información del entorno para la toma de decisiones está mejorando drásticamente los sistemas de asistencia a la conducción. El siguiente paso es la universalización de estos sistemas, ajustando su coste, para poder ser incorporados en todos los vehículos. La conexión de los sistemas inteligentes del vehículo con otros vehículos y con la infraestructura, en tiempo real y en muy baja latencia mejorarán las capacidades de los ADAS. Esto será posible gracias al despliegue del 5G” explica Adán Piñero Alquegui, responsable de la Misión Tecnológica en Movilidad Sostenible del Instituto Tecnológico de Aragón (ITAINNOVA).



Sin embargo, la tecnología por sí sola no es suficiente. Es **esencial desarrollar políticas regulatorias** que aseguren la implementación segura de estas tecnologías y **campañas de concienciación pública** que eduquen sobre su uso correcto. Las políticas deberían incluir la formación obligatoria sobre tecnologías de asistencia al conductor para nuevos conductores y campañas de concienciación sobre los riesgos de distracción al volante. Así lo explica Ángel Gil, Gerente del Clúster Logístico de Aragón (ALIA): “Las nuevas tecnologías, como los ADAS, son cruciales para reducir accidentes en carretera. La implementación efectiva requiere políticas regulatorias que incentiven la adopción de estas tecnologías, así como campañas de concienciación pública para promover una cultura de seguridad vial. La colaboración entre la industria automotriz, organismos gubernamentales y organizaciones de seguridad es esencial para establecer estándares y garantizar la eficacia de estas tecnologías en la protección de los usuarios de la vía.”

“Para lograr una cultura de seguridad vial sostenible, es esencial contar con políticas regulatorias sólidas que respalden la implementación y estandarización de estas tecnologías, además de campañas de concienciación pública para educar a los conductores sobre las capacidades y beneficios de estas tecnologías, alentando su adopción y promoviendo comportamientos seguros en la carretera” explica Jose Maria Galofré, Consejero Delegado/CEO de Volvo Car España.

“Las nuevas tecnologías son vitales ya que pueden evitar casi el 100% de los accidentes en carretera. Las políticas



regulatorias pueden fomentar la cultura de la seguridad vial sostenible yendo a la misma velocidad o al menos intentarlo que la evolución tecnológica de los fabricantes” señala David Barrientos, Corporate & Intelligent Mobility Communication Manager de Nissan Iberia.

“En materia de concienciación y medidas regulatorias, se debe actuar rápido ante la adopción acelerada de VMP, especialmente patinetes eléctricos, y los conflictos que se generan con otros modos, especialmente con los peatones. Los VMPs son un modo que refuerza la importancia de contar con infraestructura ciclista segregada, directa y segura, así que apoya la ambición de reducir el uso de los modos menos sostenibles. No obstante, sus condiciones de operación, aceleración y velocidad requieren de regulación y formación específica para los usuarios” especifica Felipe del Busto, experto en Movilidad Sostenible de CIRCE-Centro Tecnológico.

Para complementar estas perspectivas, Jaume Prat, Business Unit Director Electromobility de Ficosa, agrega una reflexión esencial sobre la evolución y el futuro de los ADAS: “Los sistemas ADAS desde su origen en 1945 con el primer ‘cruise control’ han demostrado contribuir en la reducción drástica del número de accidentes y su fatalidad. A pesar de ello, aún disponen de margen de mejora, especialmente en lo que respecta a aumentar la interconectividad entre los diferentes vehículos y la infraestructura en tiempo real, lo que nos acercará a niveles superiores de conducción autónoma. Tanto la regulación como la formación son necesarias por igual. A nivel regulatorio lo más importante para la ciencia y la industria son aquellos marcos donde el progreso se diseña en plazos estables; aquí frecuentemente las administraciones juegan un rol clave en los diferentes acuerdos y fechas aprobados.”

Desafíos en la implementación de transporte público eficiente y movilidad compartida

Uno de los desafíos clave es la **diversidad de necesidades en diferentes contextos urbanos y rurales**. En áreas urbanas densamente pobladas, el enfoque podría estar en sistemas de tránsito masivo de alta capacidad, mientras que, en áreas rurales, soluciones como microtránsito o servicios de transporte a demanda podrían ser más adecuados. Según Salvador Jorge López Pulpón, Head of Business Intelligence & Consulting ALD – LP – Spain: “La convivencia en la misma vía del transporte público y el privado es un desafío clave, siendo el primero el que atiende a rutas programadas con afluencia de uso predecible, y el segundo a desplazamientos discretos y aleatorios. La analítica predictiva de los patrones de movimiento privado, o la monitorización de sus flujos de movimiento en tiempo real, puede permitir a los reguladores de tráfico enrutarlo para minimizar las



interferencias con el transporte público. Igualmente, dotar de preferencia circulatoria al transporte público sobre el privado, o el reordenamiento vial potenciando las vías de uso exclusivo para transporte público, incrementará notablemente su eficacia. Ambas medidas pueden contribuir a aumentar la fiabilidad y la confianza del ciudadano en el transporte público, haciendo más predecible, menos complejo y más ordenable el flujo de movimiento de personas dentro de los núcleos urbanos.”

La **integración de diferentes modos de transporte y la interoperabilidad de los sistemas de pago** representan otro desafío importante. Una solución efectiva podría ser la implementación de una plataforma unificada que permita a los usuarios planificar y pagar viajes que involucren diversos modos de transporte, mejorando así la experiencia del usuario y fomentando el uso del transporte público. El **cambio de percepción del transporte público en entornos urbanos es esencial**, así destaca Javier Dorado Soto, Head of Public Affairs de Cabify: “Todavía no se entiende como la columna vertebral de la movilidad y la dependencia al vehículo privado es aún elevada. La realidad es que los coches privados se utilizan menos del 5% del tiempo de media y, más de dos tercios de la ciudad, se dedica a ellos ya sea para circular o, peor aún, para que estén aparcados. Para que este sistema funcione, es necesario diseñar estrategias que integren diferentes modos de transporte, como es el caso del transporte público discrecional (VTC y taxis) en los núcleos urbanos. Su uso, junto al transporte público, permite aprovechar la flexibilidad de este para mejorar la capilaridad y actuar como un complemento eficiente o como una alternativa para el ciudadano y visitante” comenta Javier Dorado Soto, Head of Public Affairs de Cabify.

Es importante resaltar el desafío de la **digitalización del transporte público**. “Gracias a la digitalización se facilita y fomenta los trasbordos y, con ello, la intermodalidad, haciendo así el transporte mucho más accesible y personalizado. Actualmente se está produciendo un cambio en la sociedad en la que se demanda más la existencia de productos y servicios más adaptados a las necesidades personales. Los ciudadanos ya no valoran tanto el tener un vehículo en propiedad sino la libertad de su utilización cuando lo necesitan (Mobility as a Service). Para ello, la digitalización y la disponibilidad de aplicaciones que permitan este tipo de servicios son fundamentales para un uso eficiente del transporte público dando lugar a una movilidad multimodal sostenible: transporte público, peatón, patinete y/o bicicleta entre otros” especifica la Dra. Sara Sánchez Monclús, Investigadora de Zaragoza Logistics Center.

Superar todos estos desafíos **implica políticas públicas que fomenten la inversión en infraestructuras de transporte público, la promoción de sistemas integrados y flexibles, y la adaptación de estrategias a contextos específicos**, tal y como señala Ángel Gil, Gerente del Clúster Logístico de Aragón (ALIA): “Los principales desafíos en la implementación de sistemas de transporte público eficientes abarcan desde la financiación insuficiente hasta la falta de integración y la resistencia al cambio. La superación de estos desafíos implica el diseño de políticas públicas que fomenten la inversión en infraestructuras de transporte público, la promoción de sistemas integrados y flexibles, y la adaptación de estrategias a contextos urbanos y rurales específicos” destaca Ángel Gil, Gerente del Clúster Logístico de Aragón (ALIA).

Integración de vehículos conectados y autónomos en la infraestructura urbana

La transición hacia la movilidad sostenible requiere una planificación minuciosa por parte de las ciudades para la integración de vehículos conectados y autónomos mediante la adaptación de la infraestructura vial y los sistemas de transporte público. En este contexto, es esencial establecer regulaciones precisas y estándares de seguridad para garantizar una integración eficiente y segura de estas tecnologías.

“Existen desafíos como el diseño de una infraestructura eficiente que se adapte a las necesidades de la población, favorecer la movilidad en zonas peor comunicadas o minimizar el impacto medioambiental. Para afrontarlos es fundamental establecer una estrecha colaboración entre gobiernos, empresas, tecnología y la sociedad” destaca Juan José Martínez, Communication & PR General Manager de Hyundai.

La integración efectiva de vehículos autónomos en la infraestructura vial existente requiere una **revisión de las normativas de tráfico y una actualización de la infraestructura urbana**. Esto incluye sistemas de señalización y semaforización adaptados para la interacción con vehículos autónomos. “Este escenario de tráfico mixto incrementa significativamente la complejidad de nuestras carreteras. Y es aquí donde el concepto V2X se postula como el gran facilitador de la movilidad cooperativa y autónoma. La conectividad en tiempo real con otros vehículos (V2V), con las infraestructuras (V2I) o con los servicios de emergencia (V2E) son solo algunos ejemplos. Para ello será fundamental que los gobiernos, administraciones y los reguladores del tráfico sean capaces de dotar de la sensorización, de los dispositivos de comunicación, las redes y, sobre todo, de la capacidad de procesamiento de datos en tiempo real que garanticen el ordenamiento y la seguridad de la movilidad mixta (tripulada y autónoma). Con este propósito ya existen iniciativas, tanto públicas como privadas, entre las que podemos encontrar la EATA (European Automotive Telecommunications Alliance) creada por la Comisión Europea para promover la conducción conectada y automatizada; la 5GAA (5G Automotive Alliance) con el objetivo de promover el 5G en el sector de la automoción, y como ejemplo de colaboración público-privada, encontramos el consorcio CAR2CAR, impulsado por fabricantes de vehículos, TIERS y operadores de carreteras con el objetivo de generar aplicaciones de comunicación inalámbrica de vehículo a vehículo (V2V) que contribuyan a lograr un tráfico libre de accidentes” explica Salvador Jorge López Pulpón, Head of Business Intelligence & Consulting ALD – LP – Spain.

“Para la integración efectiva de vehículos conectados y autónomos en la infraestructura vial existente y en los sistemas de transporte público, las ciudades

“La conectividad V2X se postula como clave para la movilidad cooperativa y autónoma. Gobiernos y reguladores deben garantizar la infraestructura y capacidad de procesamiento de datos para asegurar la seguridad en un entorno de tráfico mixto.”

Salvador Jorge López Pulpón, Head of Business Intelligence & Consulting ALD – LP – Spain.

deben prepararse a través de la modernización de su infraestructura y la implementación de regulación que garanticen la seguridad y fiabilidad de estos vehículos y la compatibilidad y convivencia con los sistemas de transporte público. Ford, como pionero en la introducción de tecnologías avanzadas de asistencia a la conducción en España y Europa, juega un papel crucial en la colaboración con las autoridades locales y desarrolladores de tecnología para crear un entorno seguro y eficiente para la movilidad del futuro” añade Fernando Acebrón, Director de Relaciones Institucionales y Gubernamentales de Ford España.

“Para una integración efectiva de los vehículos conectados y autónomos es fundamental disponer de una buena conectividad entre este tipo de vehículos y el entorno. Los vehículos conectados y los autónomos procesan la información obtenida a través de sensores, cámaras y radares para poder regular mejor el tráfico y poder comunicarse con el resto de vehículos, peatones e infraestructura. Esto les permite circular con mayor seguridad y eficiencia. Para este tipo de conectividad es necesario una velocidad superior de conexión, elevada capacidad para conectar múltiples dispositivos simultáneamente y una mínima latencia. La tecnología 5G ha mejorado la velocidad de las conexiones existentes, el acceso a servicios, facilita la conexión de una mayor cantidad de dispositivos sin que la red se vea afectada y además presenta una tasa de latencia muy baja” comenta la Dra. Sara Sánchez Monclús, Investigadora de Zaragoza Logistics Center.

“Los vehículos conectados y autónomos pueden desempeñar un papel crucial en la reducción del tráfico y la contaminación en las ciudades mediante diversas funcionalidades y características, además del papel que desempeñan los conductores. Es importante abordar de manera integral la infraestructura, la regulación y la aceptación social para una transición exitosa hacia un sistema de transporte más sostenible y la entrada de nuevos modelos. Aspectos de carácter tan estratégicos como este deben ser parte de la conversación que esperamos tener en los próximos meses en torno a la Ley de Movilidad Sostenible, una norma que, bien aprovechada, puede ser una fuente de oportunidades a todos los niveles, mirando al futuro con la confianza en que la agenda verde y la agenda digital que afrontan los poderes públicos tengan su máxima expresión

en la movilidad” opina Javier Dorado Soto, Head of Public Affairs de Cabify.

En cuanto a la **seguridad y regulación**, Salvador Jorge López Pulpón, Head of Business Intelligence & Consulting ALD – LP – Spain señala: “Más allá de las certificaciones y normativas inherentes a la propia homologación del vehículo, es clave destacar la ciberseguridad como factor fundamental para garantizar la seguridad en el comportamiento del vehículo. La seguridad de los sistemas de procesamiento del vehículo y de las redes de comunicación debería ser una prioridad, para mantenerlos a salvo de malware o ataques que buscan corromper su funcionamiento; de lo contrario la seguridad de los ocupantes de los vehículos y usuarios de la vía puede quedar seriamente comprometida.”

La **ciberseguridad y la educación** pública sobre el uso seguro de vehículos autónomos son fundamentales para garantizar la aceptación y confianza en estas tecnologías. Para ello, es fundamental **desarrollar normativas estrictas para la certificación y pruebas de estos vehículos, así como estándares de ciberseguridad para proteger contra amenazas externas**. La cooperación internacional en la definición de estos estándares y regulaciones será clave para su éxito global.

“Debemos establecer procesos de certificación y homologación para los vehículos autónomos que garanticen su seguridad y conformidad con estándares establecidos. Es necesario, también, un monitoreo continuo y el establecimiento de una normativa clara sobre la responsabilidad en caso de accidente o mal funcionamiento. También es necesario introducir medidas de ciberseguridad suficientemente sólidas para proteger los sistemas de vehículos autónomos contra posibles amenazas y ataques” explica Luis Morales, Director de El Futuro de la Movilidad.

“Para lograr la integración efectiva de vehículos conectados y autónomos en las ciudades, las urbes deben invertir en actualizaciones de infraestructura y mejoras en la señalización vial. La colaboración entre la industria, autoridades locales y planificadores urbanos es clave para diseñar sistemas de transporte público integrados. En Volvo, nos comprometemos a liderar esta transformación mediante investigación continua, desarrollo tecnológico

responsable y colaboración activa, asegurando un futuro de movilidad autónoma que priorice la seguridad y la eficiencia” comenta Jose Maria Galofré, Consejero Delegado/CEO de Volvo Car España.

Desafíos y soluciones en la logística de última milla

La logística de última milla presenta desafíos críticos en el contexto de la movilidad sostenible, donde la eficiencia y la reducción de emisiones son objetivos fundamentales. La búsqueda de soluciones innovadoras y la adopción de tecnologías emergentes son aspectos clave para abordar estos desafíos.

- **Reducir y cumplir con los tiempos de entrega.** El cumplimiento de los tiempos de entrega es esencial tanto para las compras en línea como para la gestión eficiente de la cadena de suministro. La necesidad de inmediatez por parte de los consumidores ha llevado a ajustar las operaciones logísticas, pero cumplir con las expectativas de entrega sin aumentar los costes operativos representa un desafío. “Otro aspecto a tener en cuenta son los horarios de entrega ya que, cada vez más, el consumidor demanda entregas rápidas en tramos horarios cada vez más concretos. Además, a veces los repartidores se enfrentan a direcciones de difícil acceso (áreas peatonales) y áreas congestionadas que suponen una pérdida de tiempo para poder cumplir con la ventana horaria” indica la Dra. Sara Sánchez Monclús, Investigadora de Zaragoza Logistics Center.
- **Eficiencia y optimización en la entrega.** La planificación y la optimización son pilares fundamentales en las operaciones logísticas de última milla. La planificación de rutas a través de software especializado permite un mayor control, optimizando las entregas según la capacidad del vehículo, ubicación del producto, tiempo estimado de entrega y estado del tráfico. “La optimización de rutas y la gestión eficiente de los vehículos es fundamental para minimizar el tiempo y costes asociados haciendo del reparto de última milla del modo más eficiente posible” afirma la Dra. Sara Sánchez Monclús, Investigadora de Zaragoza Logistics Center.
- **Reducción del impacto ambiental y de la huella de carbono.** El gran volumen de operaciones de última milla contribuye significativamente a la contaminación ambiental. Reducir el impacto ambiental es un reto considerable, especialmente con la contradicción entre la reducción de tiempos de entrega y la logística sostenible. La electrificación de la flota de vehículos de última milla y la creación de infraestructuras de carga son esenciales. “La descarbonización de la movilidad en los núcleos urbanos obliga a electrificar el parque de vehículos de

última milla ya que, actualmente, la combustión diésel es el principal modo de propulsión y totalmente incompatible con la movilidad libre o baja en emisiones en el centro de las ciudades. El segundo desafío, que subyace del anterior, es la ausencia de las infraestructuras de carga eléctrica en el centro de las ciudades, sin la cual se hace difícil mantener los vehículos de reparto en movimiento. Uno de cada 3 vehículos de ALD / LP en España pertenecen a la categoría de industriales ligeros, muchos de ellos destinados a logística de última milla y, por este motivo, hemos diseñado una solución “end to end” encaminada a la electrificación de la flota de nuestros clientes” detalla Salvador Jorge López Pulpón, Head of Business Intelligence & Consulting ALD – LP – Spain.

- **Congestión urbana.** El tráfico en áreas urbanas afecta negativamente los tiempos de entrega y la eficiencia de la logística de última milla. En áreas urbanas densamente pobladas, encontrar soluciones para la entrega de última milla puede ser particularmente complicado debido a la falta de espacio, restricciones de tráfico y regulaciones locales.

Superar estos desafíos requiere la **implementación de soluciones innovadoras, tecnologías avanzadas y una colaboración efectiva** entre las partes involucradas en la cadena de suministro y la logística de última milla. Innovaciones como el uso de vehículos eléctricos de entrega, bicicletas de carga y drones ofrecen soluciones sostenibles y eficientes. Estas tecnologías no solo reducen las emisiones de carbono, sino que también pueden maniobrar más fácilmente en áreas urbanas congestionadas. Además, la implementación de sistemas de entrega inteligente, como los puntos de recogida automatizados, puede optimizar las rutas de entrega y reducir el tiempo que los vehículos pasan en la carretera. Otra solución es el uso de análisis de datos y software de optimización de rutas para predecir patrones de demanda y configurar las rutas de entrega de manera más eficiente. Esto no solo mejora la eficiencia, sino que también reduce los costes operativos.

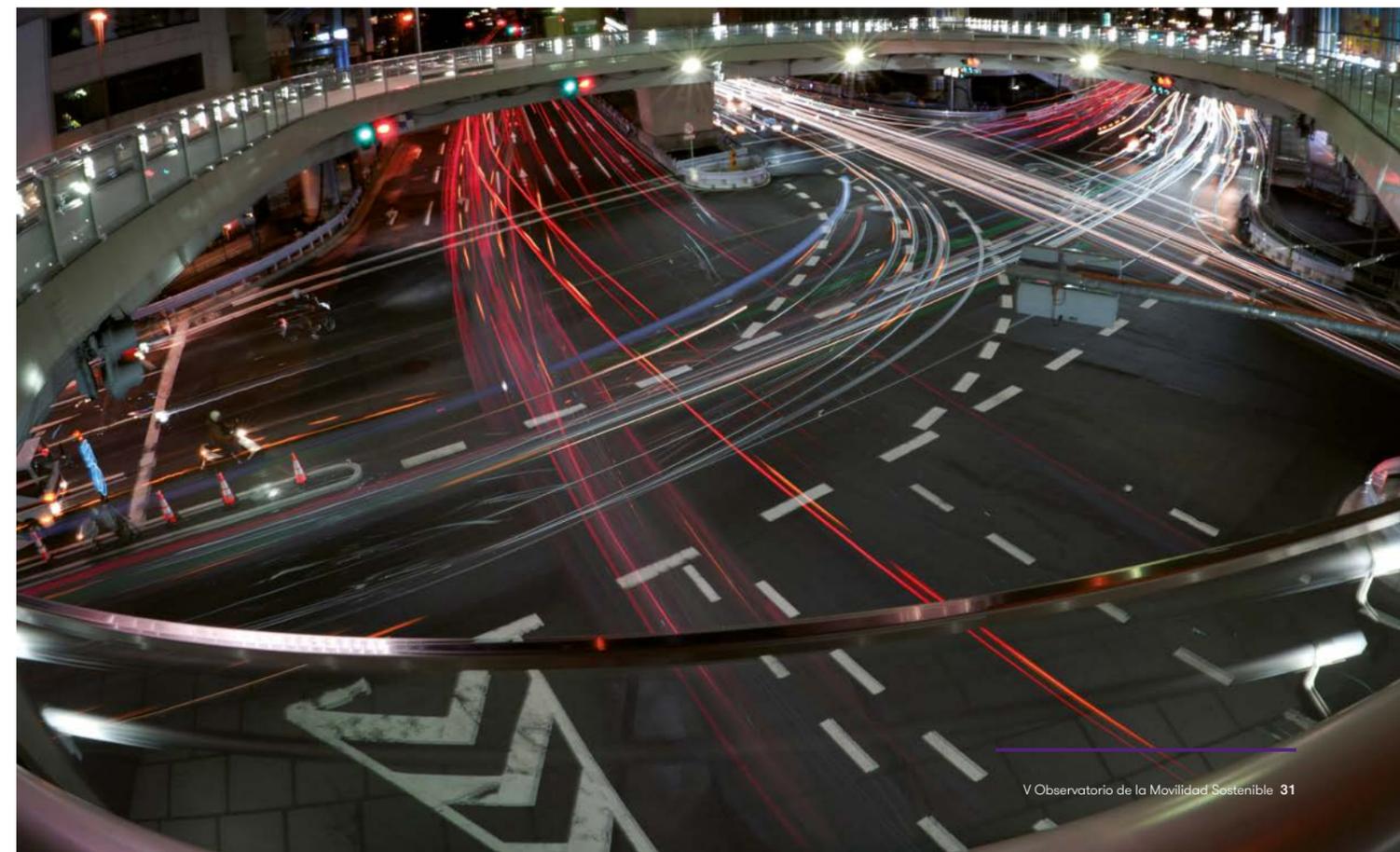
Enfocándonos en la planificación estratégica para la última milla, Jaume Prat, Business Unit Director Electromobility de Ficosa, comparte una visión crítica: “Lo más importante en última milla es mantener la eficiencia en los entornos de máxima congestión y de sostenibilidad dadas las características de cada uno de los entornos. Esta planificación de última milla debe incluir tanto los repartos como las recogidas inteligentes. Los recorridos deben obtener soluciones adaptadas punto a punto y consideraciones sobre la modalidad del transporte de última milla; cumpliendo asimismo con las restricciones ambientales y horarias de dichos entornos.”

“La congestión urbana, la gestión eficiente de la entrega y la sostenibilidad ambiental son unos de los principales

desafíos. Por eso, en Volvo nos enfocamos en soluciones innovadoras como vehículos eléctricos y autónomos, la optimización de rutas mediante inteligencia artificial, y la colaboración con empresas tecnológicas para mejorar la visibilidad y la coordinación en la cadena de suministro. La implementación de centros de distribución urbanos y el fomento de prácticas de entrega sostenibles también son áreas prioritarias. Así, estamos comprometidos con la adopción de tecnologías emergentes y la colaboración con socios estratégicos para impulsar la eficiencia y la sostenibilidad en la entrega de bienes y servicios, tanto en áreas urbanas como rurales” explica Jose Maria Galofré, Consejero Delegado/CEO de Volvo Car España.

“Soluciones innovadoras como la implementación de vehículos eléctricos, drones y tecnologías de seguimiento en tiempo real pueden mejorar la eficiencia de las entregas. La colaboración entre empresas de logística, reguladores y comunidades locales es esencial para abordar estos desafíos y garantizar la entrega eficiente y oportuna de bienes y servicios en áreas urbanas y rurales. Desde ALIA, se ha procedido a la formación del grupo de trabajo “Living Lab ALIA”, que busca la comprensión de la situación actual y la solución a los problemas medioambientales y económicos a través de la colaboración entre empresas y la electrificación de las flotas de las empresas logísticas” comenta Ángel Gil, Gerente del Clúster Logístico de Aragón (ALIA).

“La implementación de tecnologías como drones y robots pueden mejorar la eficiencia y reducir los costes a largo plazo. Los drones pueden ser utilizados para entregas rápidas en áreas urbanas o de difícil acceso mientras que los robots terrestres pueden circular por aceras y áreas peatonales mejorando de este modo la velocidad y eficiencia de las entregas, especialmente en entornos urbanos densos. La Inteligencia Artificial y el análisis de datos permiten la predicción de patrones de entrega, la optimización de rutas y la toma de decisiones en tiempo real. Además, la implementación de sistemas avanzados para la gestión inteligente de flotas incluyendo el monitoreo en tiempo real, la asignación eficiente de rutas y la optimización del tráfico suponen una mejora en la eficiencia operativa y en la toma de decisiones. Otra solución innovadora son las aplicaciones para la reserva de espacios en entornos urbanos para la carga y descarga de mercancías. Estas aplicaciones proporcionan datos en tiempo real sobre la disponibilidad de espacios y las condiciones del tráfico permitiendo a las empresas programar ventanas de tiempo específicas para la carga y descarga de mercancías ayudando a coordinar las operaciones y reducir los conflictos de horarios en áreas de alta demanda. Pueden mostrar espacios designados para la carga y descarga en áreas urbanas, facilitando a los conductores poder encontrar ubicaciones adecuadas para sus operadores” explica la Dra. Sara Sánchez Monclús, Investigadora de Zaragoza Logistics Center.



3. Eficiencia y modernización en la movilidad ferroviaria

La modernización y expansión de la red ferroviaria, impulsadas por la colaboración entre el sector público y privado, son cruciales para el desarrollo sostenible. La adopción de nuevos avances tecnológicos y políticas de incentivos facilitan la mejora de la eficiencia, seguridad, y accesibilidad del transporte ferroviario. Estas estrategias, orientadas a una movilidad sostenible y conectada, refuerzan la infraestructura ferroviaria como pilar fundamental del sistema de transporte.

Estrategias para expandir y mantener redes ferroviarias

El fomento de la expansión y mantenimiento de las redes ferroviarias es una necesidad imperante en la actualidad para asegurar un desarrollo sostenible. Este proceso requiere una **planificación estratégica y colaborativa entre las instituciones públicas y las empresas privadas**, como destaca Ángel Gil, Gerente de ALIA: “La expansión y mantenimiento de las redes ferroviarias pueden fomentarse mediante estrategias como la colaboración público-privada, incentivos fiscales para inversiones en infraestructuras ferroviarias, y la creación de marcos regulatorios que promuevan la inversión a largo plazo. Además, es crucial establecer alianzas internacionales para facilitar la interoperabilidad y extender las redes a nivel regional.”

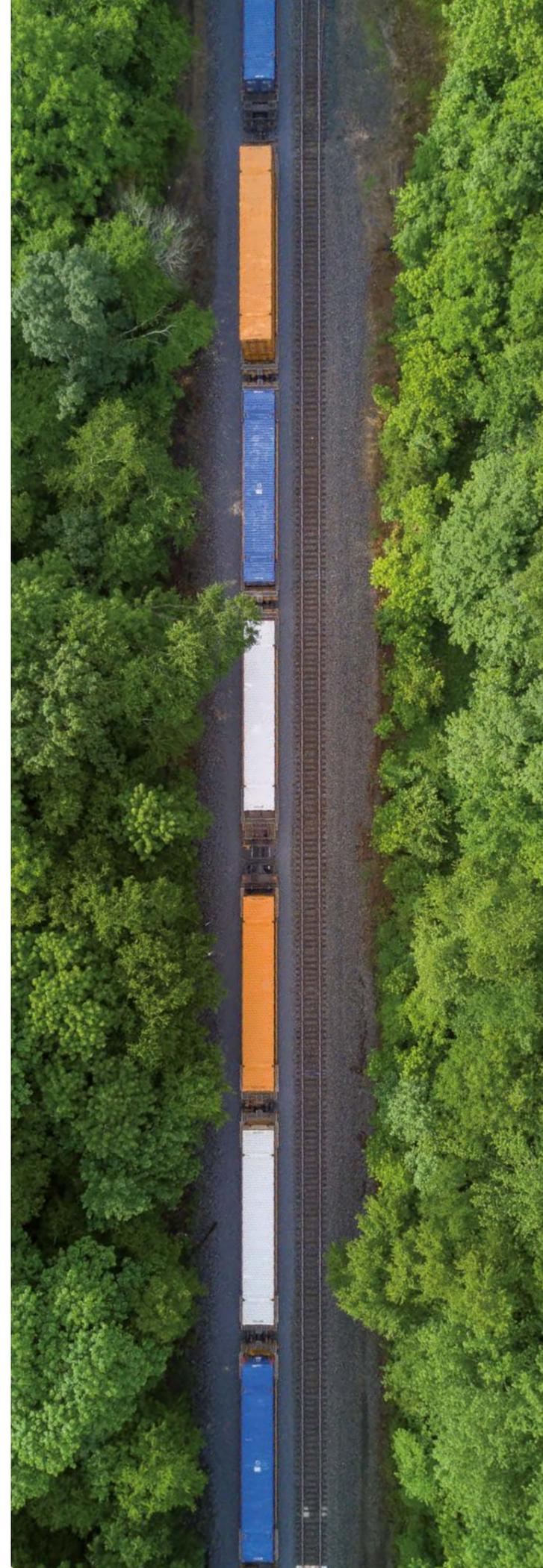
Valentín Alegría, Director de Innovación y Estrategia de Red de RENFE, subraya la aplicabilidad práctica de estas estrategias y resalta puntos clave para optimizar tanto los operadores de servicios de transporte como la experiencia de los usuarios y la sociedad en general. Destaca varias cuestiones cruciales para mejorar las operaciones y el servicio al usuario.

“Éste es un asunto que dentro del sector ferroviario presenta una mayor aplicación práctica en el gestor de infraestructura. No obstante, los operadores de servicios de transporte y el

conjunto de los usuarios y la sociedad, pueden tener mejoras operativas gracias a las siguientes cuestiones:

- Adaptar la infraestructura a las necesidades reales de la demanda de los clientes, con atención especial a los aspectos de conectividad y accesibilidad.
- En este último campo de la accesibilidad, el objetivo final es favorecer la accesibilidad universal en trenes y estaciones, principalmente aquellas que cuentan con alguna discapacidad.
- Apoyar una mayor implementación de medidas que favorezcan la intermodalidad en el transporte (estaciones multimodales, intercambiadores de transportes, etc.).
- Incrementar la seguridad en la movilidad, tanto en lo relativo a la operación, como en las cuestiones relacionadas con la gestión de riesgos, privacidad y la protección civil.
- Implementar medidas que contribuyan a potenciar las mejoras y aplicaciones que viene realizando el sector ferroviario, de índole ambiental (electrificación de la movilidad, economía circular, mejora de la calidad del aire en emisiones de los vehículos, reciclabilidad del material rodante, etc.)”

Adicionalmente, Gabriel Castañares, Jefe de Eficiencia Energética y Experto en Movilidad Sostenible de RENFE resalta la **importancia de la gestión inteligente y sostenible**



de las redes e infraestructuras de provisión de energía en el ferrocarril. “La aplicación de medidas de gestión inteligente y sostenible de las redes e infraestructuras de provisión de energía en el ferrocarril es esencial para poder extender la sostenibilidad al conjunto de la operación y de la sociedad. Para ello, juegan un papel esencial los sistemas de comunicación, la electrificación y su conexión con energías renovables, el despliegue de combustibles alternativos al diésel y otros elementos como la reversibilidad de las subestaciones ferroviarias y sus conexiones con otros puntos de generación y consumo de la red eléctrica general.”

Es crucial destacar que es **necesario contar con redes de transporte ferroviario con criterios unificados**, tal y como explica Adán Piñero Alquegui, responsable de la Misión Tecnológica en Movilidad Sostenible del Instituto Tecnológico de Aragón (ITAINNOVA): “Ahora mismo transportar una mercancía desde determinados puntos de España hasta el corazón de Europa supone utilizar diferentes anchos de vía, diferentes voltajes de electrificación, diferentes sistemas de seguridad, diferentes gálibos y diferentes habilitaciones para los maquinistas. El cumplimiento escrupuloso de las directrices y fechas de los corredores TEN-T es la solución europea para armonizar las características de la infraestructura ferroviaria.”

“Deberíamos empezar por identificar y desarrollar corredores ferroviarios estratégicos que conecten regiones y áreas clave. Es imperativo, desde luego, establecer políticas gubernamentales claras que respalden el desarrollo y la expansión de las redes ferroviarias. Ello puede proporcionar, además, un marco favorable y predecible para las inversiones privadas y públicas” añade Luis Morales, Director de El Futuro de la Movilidad.

Beneficios de una red ferroviaria interconectada y accesible

La esencia de una red ferroviaria interconectada y accesible radica en impulsar la integración entre regiones, optimizando el transporte y fomentando una movilidad más sostenible. La accesibilidad no solo garantiza mejoras para todos los sectores de la sociedad, sino que también amplía la prestación de servicios en áreas urbanas y rurales, promoviendo así la equidad en el acceso al transporte.

Ángel Gil, Gerente de ALIA, destaca la contribución significativa de una red ferroviaria interconectada al desarrollo económico, social y medioambiental: “Para aprovechar estos beneficios, se deben promover políticas que incentiven la inversión en transporte ferroviario, como la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la creación de empleo en el sector. La equidad y la sostenibilidad se fortalecen al garantizar la accesibilidad a servicios ferroviarios en áreas urbanas y rurales, mejorando la conectividad y reduciendo la dependencia de modos de transporte menos sostenibles. Parece evidente hacer énfasis en la necesidad de creación de la red ferroviaria central del Pirineo que una Francia y España para poder asegurar el transporte de mercancía y de pasajeros, de tal forma que Aragón se sitúe como un hub logístico fundamental para el transporte internacional por redes ferroviarias, dándole un beneficio económico y una visibilidad notable.”

Promover el transporte ferroviario como pilar de la movilidad sostenible implica **enfatar su papel en la reducción de emisiones de carbono y en la mejora de la eficiencia energética**. Este compromiso con la sostenibilidad también conlleva la adopción de tecnologías avanzadas, como trenes de alta velocidad y sistemas de gestión eficientes, que no solo reducen el impacto ambiental, sino que también mejoran la experiencia del usuario, haciendo que el transporte ferroviario sea una opción más atractiva.

Gabriel Castañares, Jefe de Eficiencia Energética y Experto en Movilidad Sostenible de RENFE, destaca que la **accesibilidad al transporte ferroviario es un elemento vertebrador del territorio**, favoreciendo el desarrollo económico, urbanístico e industrial, como se evidencia en ciudades con conexiones de alta velocidad como Toledo, Valladolid y Ciudad Real: “Apoyar el uso del transporte ferroviario favorece de manera importante la sostenibilidad en muchos aspectos: social, económico, ambiental, etc., gracias a la capacidad de transporte que conlleva el ferrocarril, la operativa programada del mismo y los reducidos niveles de impacto ambiental en comparación con los modos alternativos. Un ejemplo de esas ventajas son los ahorros de costes externos, que genera el uso del ferrocarril, gracias a la sustitución modal de otros modos alternativos menos sostenibles y que se traduce en menores niveles de congestión viaria, menor tasa de accidentalidad en el transporte, menores emisiones contaminantes a la atmósfera, tanto de Gases de Efecto Invernadero como de contaminantes atmosféricos locales, y menores niveles de contaminación acústica, entre otros impactos. Monetizar estos ahorros y aplicar mecanismos de internalización, son herramientas que servirían para revertir económicamente a la sociedad los impactos causados, para poder minorar sus efectos y también generar un sector del transporte que, por

mecanismos de mercado, favorezca la transferencia modal hacia las alternativas de transporte más sostenibles.”

También es importante buscar **fórmulas multimodales que corrijan los desequilibrios actuales en la movilidad**, así lo confirma, Valentín Alegría, Director de Innovación y Estrategia de Red de RENFE: “Principalmente en las áreas rurales más despobladas, en particular aquellas zonas de las España vaciada, y en los territorios que cuenten con un mayor déficit de infraestructuras y de servicios de transporte y mayores problemas de aislamiento.

Adicionalmente, en el transporte de mercancías es necesario dotar al sistema ferroviario en España de una mayor red y flexibilidad para favorecer el trasvase modal de una parte de la mercancía hacia el ferrocarril (mercancías muy pesadas, materias peligrosas, etc...), estableciendo rutas multimodales de colaboración barco-tren-camión con ayudas a los mismos.

También favorecer modelos intermodales, como la implementación de autopistas ferroviarias que mejoren la conexión ferro-portuaria y las transiciones entre ambos modos, teniendo en cuenta que más de la mitad de las mercancías por ferrocarril son con origen o destino en puertos y con una tendencia creciente.”

“Por último, dotar a la red ferroviaria de una **mayor conectividad con otros actores**, es muy relevante en términos de la electrificación de la movilidad en su conjunto y de las necesidades de potencia instalada. La conexión de los sistemas ferroviarios a sistemas de generación o a plazas de aparcamientos de vehículos eléctricos puede generar una sinergia en la eficiencia del consumo eléctrico y menores demandas de potencia instalada, utilizando por ejemplo la energía producida mediante los procesos de frenado de los trenes. Un caso similar, puede ocurrir con el **despliegue de una red de depósitos de combustibles alternativos** (biocombustibles, hidrógeno, gas natural) que permitan dar servicio a otros actores de la movilidad, incrementando la capacidad de puntos dispensación por el territorio, a la vez que se consigue un mayor aprovechamiento de dichas instalaciones” añade Gabriel Castañares, Jefe de Eficiencia Energética y Experto en Movilidad Sostenible de RENFE.

Modernización de sistemas ferroviarios

En una época en la que prima el avance tecnológico y la sostenibilidad, la modernización de los sistemas ferroviarios se ha convertido en una prioridad para las empresas, organismos e instituciones. Esta modernización busca mejorar la eficiencia y capacidad del transporte ferroviario, garantizando su sostenibilidad, seguridad y accesibilidad a largo plazo. En este contexto, el sector se enfrenta a diversos

A continuación, se presentan varios de los **principales retos que implica la modernización de los sistemas ferroviarios**, destacando la importancia de abordar cada uno de ellos de manera integral para asegurar el éxito en la modernización de estos sistemas:



Seguridad y ciberseguridad

A medida que los sistemas ferroviarios se vuelven más tecnológicamente avanzados, la seguridad de los pasajeros y la protección contra amenazas cibernéticas se convierten en preocupaciones primordiales.



Adaptación de la infraestructura existente

La modernización de la estructura ferroviaria puede repercutir en interrupciones del servicio en la red ferroviaria debido a la necesidad de realizar obras o mantenimiento en las vías, estaciones y sistemas de señalización.



Inversiones y financiación

La modernización requiere una inversión financiera considerable. Encontrar el equilibrio entre la viabilidad económica y la necesidad de mejorar la infraestructura es un reto importante.



Formación y capacitación del personal

La implementación de nuevas tecnologías demanda que el personal ferroviario esté adecuadamente capacitado y actualizado en las últimas innovaciones y prácticas del sector.



Interconexión y compatibilidad

Lograr una red ferroviaria que sea compatible a nivel nacional e internacional es un desafío, especialmente en regiones con diferentes estándares y anchos de vía.



Gestión del cambio y aceptación pública

La modernización puede encontrar resistencia tanto dentro de las organizaciones ferroviarias como entre el público. Gestionar este cambio y obtener la aceptación y confianza de los usuarios es crucial.



retos que abarcan desde la seguridad hasta la gestión de cambios en la percepción pública.

Valentín Alegría, Director de Innovación y Estrategia de Red de RENFE, destaca la **importancia de las mejoras tecnológicas**, que van desde sistemas de geolocalización hasta la aplicación de modelos digitales de conducción eficiente. La interconexión entre infraestructura y operación permite mejorar la experiencia de los clientes y el desempeño global del sistema ferroviario: “Las mejoras tecnológicas son fundamentales para el sistema ferroviario, y afectan obviamente al operador, en temas de operación (sistemas de geolocalización, digitalización, sensorización, etc.), de seguridad en la circulación (ERTMS, GPRS, FRMCS, etc.), de accesibilidad, etc. Un punto importante en las comunicaciones y las mejoras tecnológicas es la aplicación en sistemas de conducción eficientes de los trenes que permitan aplicar modelos digitales de conducción eficiente en rutas de alta velocidad o de cercanías, incluyendo tanto programas de asistencia a la conducción, como de automatización de la misma en términos de eficiencia energética y garantizando en todo caso, la puntualidad y la seguridad de las operaciones ferroviarias. Por tanto, la interconexión entre la infraestructura con la operación permite mejorar la experiencia de los clientes y el desempeño global del conjunto del sistema ferroviario.”

Ángel Díaz, Gerente de ALIA, señala que **la digitalización y automatización son clave para optimizar sistemas**

ferroviarios, reducir emisiones y costes a través de la optimización de rutas y cargas en el transporte ferroviario:

“La modernización plantea desafíos, como la financiación y la interrupción de servicios existentes. La digitalización y automatización pueden optimizar sistemas ferroviarios al mejorar la gestión del tráfico, reducir los tiempos de espera y aumentar la seguridad. La inversión en tecnologías innovadoras, mantenimiento predictivo y formación del personal contribuirá a superar estos retos y mejorar la experiencia del usuario. Desde ALIA junto a CLENAR se está trabajando en el proyecto ECO_FERRO que busca reducir las emisiones y costes a través de la digitalización en cuanto a la optimización de rutas y cargas en el transporte ferroviario.”

“Tenemos soluciones digitales y de automatización que contribuyen a la mejora de los sistemas ferroviarios y a una mejor experiencia de los usuarios. Podemos destacar, entre ellas, los sistemas avanzados de gestión del tráfico ferroviario, los sistemas de mantenimiento predictivo, el monitoreo en remoto, la señalización digital y comunicación V2X, la información en tiempo real de horarios, retrasos, incidencias, etc.” añade Luis Morales, Director de El Futuro de la Movilidad.

Coordinación intermodal en sistemas de movilidad

La intermodalidad y las conexiones eficientes son conceptos clave en el desarrollo de nuevos sistemas de transporte

modernos y sostenibles. Se trata de la planificación integrada y la coordinación entre el transporte ferroviario y otros modos de transporte, como el transporte por carretera, marítimo o aéreo. Esta integración busca crear una red de transporte que mejore la movilidad de los usuarios y la eficiencia logística.

“Destacaría estrategias como, por ejemplo, la planificación de los usos del suelo alrededor de las estaciones ferroviarias para crear entornos compactos con fácil acceso a los servicios y opciones de transporte. Junto a esta planificación, son importantes otras estrategias como el desarrollo de terminales intermodales que faciliten una movilidad multimodal y conveniente para el conjunto de la ciudadanía; la integración de sistemas de bicicleta compartida y aparcamientos para bicicleta y otros modos de micromovilidad (patinetes, por ejemplo) en las inmediaciones de las estaciones ferroviarias; la coordinación de horarios y conexiones; la unificación tarifaria y billete único; la colaboración entre los distintos operadores; y la educación y promoción de la movilidad sostenible” señala Luis Morales, Director de El Futuro de la Movilidad.

Valentín Alegría, Director de Innovación y Estrategia de Red de RENFE indica que las **estrategias de planificación integrada se deben basar en la digitalización**: “Las principales estrategias de mejora de la coordinación entre el transporte ferroviario y otros modos son básicas para optimizar la movilidad y la logística y, a día de hoy, las citadas estrategias han de basarse en la digitalización. Para ello, juegan un papel fundamental la coordinación de horarios, de sistemas de pago y de su gestión que permitan reducir al mínimo los elementos disruptivos de la intermodalidad y generen un modelo de uso simplificado adaptado a las necesidades de los clientes. Las aplicaciones móviles de gestión centralizada de horarios y sistemas de pago son esenciales en este punto por su capacidad para ser utilizados por el usuario en cualquier momento y para planificar viajes, siendo importante poder centralizar en estas aplicaciones la mayor parte de la información y de los pasos necesarios en los procesos de decisiones y compra de títulos de transporte, simplificando el proceso en la medida de lo posible para facilitar la intermodalidad y de esta forma poder desarrollar cada eslabón de la cadena de transporte por parte del modo de transporte más eficiente, adaptándose al concepto de comodalidad empleado desde hace décadas por las estrategias y políticas públicas de la UE.”

El transporte ferroviario se presenta como uno de los medios de transporte con un mayor potencial para la intermodalidad debido a varias razones:

- **Eficiencia en largas distancias:** El transporte ferroviario es especialmente eficiente para cubrir largas distancias,

lo que lo hace ideal para ser el eslabón central en una cadena de transporte intermodal. Puede conectar de manera eficiente centros urbanos, puertos, aeropuertos y centros logísticos.

- **Alta capacidad de carga:** Los trenes cuentan con una alta capacidad de carga para transportar tanto mercancías como a pasajeros. Esto los convierte en un medio de transporte adecuado para ser el nexo en sistemas de transporte que requieren mover grandes volúmenes de tráfico.
- **Fiabilidad y regularidad:** El transporte ferroviario destaca por su alta fiabilidad y horarios regulares, algo crucial a la hora de planificar una cadena de logística de suministro y transporte.

La integración de la red ferroviaria con otros medios de transporte para el transporte de mercancías aporta ventajas en cuanto a la eficiencia logística y también hace que el transporte de estas sea más sostenible, por ejemplo, en términos de emisiones de gases contaminantes de efecto invernadero, los trenes emiten una menor cantidad de CO2 por tonelada-kilómetro que los camiones de carga. Además, una mayor adopción del transporte ferroviario de mercancías contribuye significativamente a reducir la congestión vial en las carreteras, debido a que al mover una mayor cantidad de mercancías por vía férrea se liberan las carreteras de camiones disminuyendo así la congestión y los atascos, lo que tiene un impacto en las emisiones de CO2 y en la seguridad de los conductores.

Emisiones de CO₂ por modo de transporte de mercancías



Fuente: ECA, basado en datos de la Agencia Europea de Medio Ambiente.

Entre 2014 y 2020, la Unión Europea destinó 1.100 millones de euros a apoyar y promover el desarrollo del transporte intermodal. Esta inversión provino de fondos como el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (ERDF), el Fondo de Cohesión (CF) y el Mecanismo “Conectar Europa” (CEF). Esta información aparece detallada en el informe “Intermodal freight report” del Tribunal de Cuentas Europeo (ECA), publicado en el 2023.

De acuerdo con los datos actuales, **para cumplir con los objetivos de la Unión Europea de duplicar la participación del transporte ferroviario de carga para el año 2050, es necesario que el tráfico combinado aumente un 5% anualmente.** La UIRR (International Union for Road-Rail Combined Transport) señala que para lograr este objetivo se necesitan alcanzar unas inversiones anuales de 16.500 millones de euros para modernizar la infraestructura ferroviaria existente y 1.500 millones de euros para el

desarrollo de instalaciones intermodales. Además, es crucial establecer un marco regulatorio que mejore la eficiencia y aumente la capacidad de la flota de transporte de mercancías intermodales.

IA y Big Data en la seguridad ferroviaria

Si hablamos de siniestralidad y seguridad, **el transporte ferroviario es el modo de transporte más seguro** según datos de la UIC (Unión Internacional de Ferrocarriles), por lo que este medio de transporte se presenta como un baluarte de la seguridad en la movilidad del presente y futuro. Para continuar ofreciendo una movilidad segura es necesario prestar especial atención a los **nuevos avances tecnológicos que se están desarrollando e implementando para garantizar la circulación segura e ininterrumpida de trenes de pasajeros y mercancías**, así como el mantenimiento y mejora de las infraestructuras existentes.

La Inteligencia Artificial y el análisis de Big Data mejoran la seguridad y ciberseguridad ferroviaria mediante la detección temprana de anomalías y la predicción de posibles problemas. **Para garantizar una integración segura, es esencial establecer estándares de seguridad, realizar pruebas exhaustivas y mantener actualizadas las defensas cibernéticas.** Según comenta Ángel Díaz, Gerente de ALIA: “Tecnologías emergentes como la IA y el análisis de Big Data pueden mejorar la seguridad y ciberseguridad en sistemas ferroviarios. La implementación de sistemas de monitoreo en tiempo real, detección temprana de fallas y sistemas de control automatizado fortalecerá la seguridad. Se deben establecer normativas y estándares de ciberseguridad para garantizar la integración segura de estas tecnologías en el entorno ferroviario.” Algunas de las líneas principales de desarrollo que surgen son:

- Despliegue de nuevas tecnologías de supervisión y comunicación. Es el desarrollo e implementación de estos sistemas permitiría una mejor gestión del tráfico ferroviario, aumentando la seguridad y la eficiencia de las operaciones.
- Introducción de tecnologías emergentes. La incorporación de nuevas tecnologías emergentes en el sector ferroviario es crucial para su desarrollo y mejora continua. Durante estos últimos años, tecnologías como las que hemos mencionado antes (IA y Big Data), han experimentado un desarrollo y crecimiento exponencial en todos los ámbitos, el sector ferroviario no es una excepción.
- Nuevas tecnologías de mantenimiento de vehículos e infraestructuras. Implementar la monitorización en tiempo real y el uso de gemelos digitales (modelos virtuales de sistemas físicos) son ejemplos de cómo el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías puede contribuir al mantenimiento eficaz de los vehículos e infraestructuras ferroviarias. Estas herramientas permiten anticipar problemas y programar mantenimientos preventivos, lo que reduce las interrupciones del servicio y mejora la seguridad general de la red.

“Un buen ejemplo son los sistemas de gestión de riesgos meteorológicos que afrontan las diferentes contingencias y eventos meteorológicos que causan afecciones en la operación del transporte. Es importante destacar la importancia de estos sistemas ante las tendencias actuales y los escenarios a futuro de incremento de los fenómenos extremos asociados a los procesos de calentamiento global y de cambio climático. De esta forma, poder generar sistemas de gestión inteligente de los fenómenos meteorológicos produciría un gran potencial de cara a garantizar una provisión correcta de los servicios de transporte de personas y de la distribución de mercancías” señala Gabriel Castañares, Jefe de Eficiencia Energética y Experto en Movilidad Sostenible de RENFE.

“Son también herramientas imprescindibles en el ámbito de la ciberseguridad, relevante para el sistema ferroviario como garante de la seguridad en la circulación y para otros asuntos ligados a la seguridad frente a actos delictivos, centrales para garantizar un valor fundamental del ferrocarril como es la seguridad operativa del conjunto del sistema ferroviario” añade Valentín Alegría, Director de Innovación y Estrategia de Red de RENFE.

“Disponemos de tecnologías avanzadas de ciberseguridad, como sistemas de detección y respuesta ante amenazas, firewalls avanzados y cifrado robusto para proteger las redes ferroviarias contra ataques cibernéticos. Por su parte, el empleo de tecnologías de blockchain nos permiten garantizar la integridad y seguridad de los datos, especialmente en áreas críticas como la gestión del tráfico ferroviario y la información de los usuarios” comenta Luis Morales, Director de El Futuro de la Movilidad.

Inversión estratégica en infraestructuras ferroviarias

La inversión estratégica tiene impactos socioeconómicos positivos al generar empleo y aumentar la conectividad. Para aprovechar estos beneficios, es crucial **diseñar políticas que fomenten el desarrollo territorial equilibrado**, considerando la accesibilidad a las estaciones, el desarrollo de áreas circundantes y la promoción de prácticas sostenibles para una movilidad ambientalmente amigable. El transporte ferroviario busca eliminar las barreras en la movilidad, desempeñando un papel clave en la inclusión social y la accesibilidad en el transporte. Para asegurar que este medio de transporte siga siendo accesible, seguro, eficiente y sostenible es necesario que se incentive y fomente la inversión estratégica en diferentes ámbitos, destacando la inversión en una red eficaz e igualitaria entre los diferentes territorios. Así lo expone Luis Morales, Director de El Futuro de la Movilidad: “Una inversión estratégica en infraestructuras ferroviarias tendría profundas implicaciones a nivel socioeconómico, en términos de generación de empleo, desarrollo económico, atracción de inversiones, mejora de la accesibilidad y reducción de las desigualdades. En términos medioambientales, se conseguiría una clara reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, una mejora de la congestión viaria (al trasvasar viajeros del coche al tren) y un uso mucho más eficiente del espacio y el territorio. Todas estas implicaciones permiten fomentar un desarrollo territorial más equilibrado y una movilidad más sostenible, en tanto el desarrollo de las infraestructuras ferroviarias quedaría integrado en la planificación y ordenación del territorio, aumentaría la conectividad y accesibilidad en torno a las estaciones ferroviarias, habría un incentivo para el uso

EL FERROCARRIL ES SEGURO

Muertes por mil millones de pasajeros / Km (2011-2015)



Fuente: 6º Informe sobre el seguimiento de la evolución del mercado ferroviario 2019

del transporte público colectivo y una concienciación más clara en torno a los beneficios socioeconómico y medioambientales del transporte ferroviario.”

Entre ellos se incluyen la reducción de emisiones de CO2 y GEI, la disminución de la congestión en carreteras y autovías (particularmente relevante en la movilidad diaria en entornos urbanos), la minimización del ruido y la disminución de accidentes.

Asimismo, en un país atractivo para el turismo internacional, el transporte ferroviario se erige como un factor clave para atraer visitantes a lo largo y ancho del territorio. Esto dinamiza la economía local y posibilita el uso del ferrocarril como medio de promoción turística. Modelos de negocio como los trenes turísticos garantizan un enfoque turístico de alto valor, sostenible y adaptado a la cultura local.

Adicionalmente, la mejora del transporte ferroviario asegura el acceso a diversos servicios de uso ocasional centralizados en grandes ciudades. Este modo de transporte garantiza la capacidad de acceder a diversas opciones de oferta turística, cultural o de ocio de manera ocasional para la población residente fuera de las grandes ciudades. Esto contribuye de manera significativa a reducir la brecha urbano-rural, generando un mayor equilibrio en todos los territorios.

Por último, la mejora y extensión territorial del ferrocarril como modo accesible territorialmente y en términos de accesibilidad universal, en especial para las personas con algún tipo de discapacidad, es importante para garantizar en todo el territorio las oportunidades de acceso a diferentes servicios básicos (educación, sanidad, etc.) que por motivos de adaptación a los usuarios específicos y

densidad poblacional estén concentrados en los núcleos de mayor población.”

En este contexto, desde las instituciones europeas y españolas se ha promovido activamente la modernización, expansión y mejora de las infraestructuras de transporte ferroviario, reconociendo su importancia estratégica para la economía, el medioambiente y la integración regional.

La Unión Europea ha realizado una inversión significativa a través del programa “Conectar Europa” (CEF), administrado por la Agencia Ejecutiva Europea de Clima, Infraestructuras y Medio Ambiente (CINEA), se han distribuido 23.200 M € en forma de subvenciones y ayudas financieras. Estos fondos han sido asignados para respaldar diversos proyectos de transporte entre 2014 y 2020 con el objetivo de minimizar el impacto ambiental

del sector del transporte, una porción sustancial de estas subvenciones, equivalente al 70% o 16.240 M €, se ha destinado específicamente a proyectos relacionados con el ferrocarril, abarcando tanto el transporte de mercancías como el de pasajeros.

En 2022, España experimentó un incremento significativo en sus inversiones en infraestructuras ferroviarias, alcanzando casi los 1.416 M €, lo cual representa un aumento del 31% en comparación con el año anterior. De este total, un notable 93,2% correspondió a inversiones realizadas por ADIF, un porcentaje ligeramente menor que el 94,3% del año 2021. El enfoque principal de estas inversiones se dirigió hacia el desarrollo de nuevas líneas de alta velocidad, para las cuales se destinaron 1.189 M €. Además, en los últimos dos años se ha observado un esfuerzo considerable en mejorar y mantener las estaciones ferroviarias.





4. Innovación y sostenibilidad en la movilidad aérea

Ante el crecimiento del tráfico aéreo mundial y la saturación de los principales aeropuertos europeos, la movilidad aeroportuaria enfrenta retos significativos de capacidad y calidad. La necesidad de expandir y modernizar las infraestructuras, junto con la adopción de tecnologías avanzadas para mejorar la gestión del flujo de pasajeros y la conectividad terrestre, son cruciales para afrontar la congestión y los tiempos de espera.

Principales retos en la movilidad aeroportuaria

El sector de la aviación es uno de los más competitivos de Europa. Los aeropuertos constituyen una parte esencial de nuestro sistema aéreo y son cada vez más importantes para nuestra economía. Por razones históricas y geográficas, Europa ha adquirido una posición estratégica como centro aéreo mundial. Sin embargo, la **mitad del tráfico nuevo mundial de los próximos 20 años radicará en la región de Asia-Pacífico**, como lugar de procedencia o de destino, además de los vuelos interiores en dicha zona. En los cinco próximos años, impulsarán principalmente el crecimiento del transporte

aéreo regiones como Asia, el Pacífico, Oriente Próximo y Latinoamérica.

El aumento del tráfico aéreo plantea desafíos en el acceso a los aeropuertos. La congestión impacta la eficiencia y comodidad. La implementación de tecnologías avanzadas, como sistemas de gestión de flujo de pasajeros y transporte terrestre eficiente, junto con la expansión y modernización de infraestructuras, puede mejorar la conectividad y reducir tiempos de espera. Por ello, los aeropuertos europeos tienen dos grandes retos: capacidad y calidad.

Los aeropuertos europeos se enfrentan a una saturación de su capacidad, el tráfico aéreo en Europa casi se duplicará de

aquí a 2030. Hoy en día, cinco grandes centros aeroportuarios europeos están ya saturados y funcionan al límite de su capacidad: Düsseldorf, Frankfurt, Londres Gatwick, Londres Heathrow y Milán Linate (Eurocontrol). Para 2030, de continuar la evolución actual, 19 aeropuertos europeos estarán saturados, como los de París CDG, Varsovia, Viena, Atenas y Barcelona, por ejemplo. La congestión consiguiente podría provocar retrasos que afectarían al 50% de todos los vuelos de pasajeros y de mercancías.

Por lo tanto, los **retos principales en el acceso a los aeropuertos y terminales aéreas son la congestión y la falta de infraestructura adecuada** para gestionar grandes volúmenes de pasajeros. Mejorar la infraestructura de transporte terrestre hacia los aeropuertos, como sistemas de transporte público eficientes y accesibles, junto con la implementación de tecnologías para agilizar los procesos de seguridad y check-in, puede mejorar la comodidad y la conectividad de los pasajeros.

“El tráfico aéreo de pasajeros continúa aumentando año a año, lo que hace que las terminales de los aeropuertos cada vez tengan un mayor flujo de entrada y salida de pasajeros. Esto crea algunos problemas como largas colas para pasar el filtro de seguridad o en las zonas de embarque. Por tanto, en estos aspectos radica uno de los desafíos para mejorar la conectividad y para mejorar la comodidad de los pasajeros durante sus viajes con tecnología digital biométrica y reconocimiento facial, así como sistemas inteligentes que

permitan anticipar los flujos de pasajeros y anticiparse a las necesidades operativas del terminal. Sin duda, nuevos retos con sistemas más adaptados y que permitirán conocer las necesidades de los usuarios antes de que se produzcan. Al ser el flujo de pasajeros cada vez mayor, una posible solución es buscar la fluidez en la entrada y salida de pasajeros a las terminales, mejorando los accesos e indicaciones que deben seguir los mismos. Al igual que ello, el filtro de seguridad es otro de los puntos donde mayores colas se llevan a cabo, y por tanto unos sistemas más eficientes permitiría reducir los tiempos de espera” comenta Alejandro F. Ibrahim Perera, Director General del Aeropuerto de Teruel; Dr. Ing. Aeronáutico y Presidente del Clúster Aeronáutico, Espacial y de Defensa de Aragón, AERA.

“Con el paso del tiempo, los aeropuertos, que en su momento estaban alejados pero próximos a las grandes zonas urbanas se han visto cada vez más rodeados por el crecimiento de la ciudad, lo que aumenta la congestión en sus inmediaciones y complica el acceso. Ejemplos de ello son el Aeropuerto Adolfo Suárez Madrid Barajas o el de Heathrow en Londres, en continua búsqueda de soluciones en la mejora de la infraestructura y el transporte público para mitigar estos efectos. Los vertipuertos ofrecen una solución innovadora permitiendo conexiones más directas y sostenibles, evitando la necesidad de amplias extensiones de terreno. La implementación de aerotaxis y otros sistemas de transporte aéreo sostenibles podría ofrecer una alternativa personalizada y libre de emisiones, aliviando la congestión y marcando



un avance hacia una aviación más verde. La promoción de la multimodalidad, especialmente mediante opciones de transporte sostenible, facilitaría significativamente el acceso a estas nuevas infraestructuras. Dar solución a estos desafíos requiere de una planificación integrada y la adopción de tecnologías innovadoras que promuevan la eficiencia y sostenibilidad en el acceso a estos puertos aéreos. La combinación de una estrategia de descentralización, el fomento del transporte público y la incorporación de soluciones tecnológicas avanzadas podría transformar la gestión del tráfico aéreo, conseguir un transporte más sostenible y mejorar significativamente la experiencia de viaje para los pasajeros” explica David Antelo, Business Development Director de UMILES.

Inversiones tecnológicas para fomentar el crecimiento sostenible

La inversión en tecnologías de eficiencia y seguridad en la aviación tiene un impacto económico positivo a largo plazo. La implementación de tecnologías avanzadas reduce los costes operativos, mejora la seguridad y aumenta la capacidad de los aeropuertos. Esto promueve el crecimiento sostenible, al reducir el consumo de combustible y las emisiones, lo que a su vez puede atraer inversiones y generar empleos en la industria aeroespacial.

“El sector aeronáutico es uno de los sectores donde más se invierte en seguridad, y por eso lo convierte en el medio de transporte más seguro del mundo. Es por ello, que la inversión realizada en todos los aspectos del sector reporta unas implicaciones muy positivas en el mismo, permitiendo así dar una mayor seguridad a los usuarios, así como una implicación en un crecimiento sostenible. Los nuevos sistemas que escanean a las personas y permiten en poco tiempo conocer posibles riesgos o sistemas de detección de explosivos con detector de metales o máquinas de rayos-x, o sistemas con tiras de reactivos que anticipan sustancias peligrosas, así como la identificación de estados sensibles de personas. Todo en busca de una mayor garantía de una seguridad que nos permita viajar sin ansiedad o con vulnerabilidades que pudieran peligrar el vuelo. Un personal más especializado y sistemas tecnológicos más avanzados permitirán reducir los tiempos y cumplir con las exigentes normativas de seguridad internacional. Debido a ello, una alta inversión económica en el sector se transforma en una forma más segura de viajar para los pasajeros, atrayendo un mayor número de usuarios de este medio de transporte, y permitiendo un retorno de estas inversiones en las empresas implicadas en el sector aeroespacial” explica Alejandro F. Ibrahim Perera, Director General del Aeropuerto de Teruel; Dr. Ing. Aeronáutico y Presidente del Clúster Aeronáutico, Espacial y de Defensa de Aragón, AERA.



Aviones más eficientes

Los aviones modernos utilizan materiales compuestos más ligeros, como fibra de carbono, en lugar de aleaciones metálicas, lo que reduce el peso y mejora la eficiencia del combustible. Además, el diseño aerodinámico avanzado reduce la resistencia y mejora la eficiencia.



Aviónica Avanzada

La aviónica moderna implica sistemas de control de vuelo más sofisticados que utilizan computadoras y sensores para procesar información y controlar la aeronave de manera más precisa.



Propulsión Híbrida y Eléctrica

Las aeronaves híbridas y eléctricas utilizan motores eléctricos o sistemas de propulsión híbridos que combinan motores de combustión interna con tecnologías eléctricas para reducir el consumo de combustible y las emisiones.



Inteligencia Artificial y Análisis de Datos

La IA se utiliza para analizar grandes conjuntos de datos en tiempo real, lo que permite predecir patrones de tráfico aéreo, optimizar rutas y mejorar la eficiencia operativa. También se emplea en el mantenimiento predictivo de aeronaves para detectar posibles problemas antes de que ocurran.



Drones de Pasajeros

Los drones de pasajeros son aeronaves no tripuladas capaces de transportar personas de manera autónoma. Estos vehículos están en desarrollo y podrían revolucionar el transporte personal en el futuro, aunque aún enfrentan desafíos regulatorios y de seguridad.



Supersónicos Sostenibles

Los aviones supersónicos están diseñados para volar a velocidades superiores a la del sonido de manera eficiente y con menor impacto ambiental que sus predecesores. Utilizan tecnologías avanzadas para reducir las emisiones y el ruido.



Tecnologías de Propulsión Alternativas

El uso de hidrógeno como fuente de energía para aviones o el desarrollo de biocombustibles derivados de fuentes sostenibles, como algas o residuos orgánicos, son áreas de investigación que buscan reducir las emisiones de carbono en la aviación y disminuir la dependencia de los combustibles fósiles.



“La tecnología actual nos permite realizar entregas de mercancías con drones de manera eficiente, transformando la logística urbana. Sin embargo, enfrentamos desafíos regulatorios que requieren un equilibrio entre el desarrollo y la seguridad. La colaboración entre el sector público y privado es crucial para construir la infraestructura de datos necesaria para hacer realidad esta visión de manera sostenible, rentable y segura.”

David Antelo, Business Development Director de UMILES.

Drones en la movilidad aérea urbana

En la actualidad se está viendo como **la integración de drones en la movilidad aérea urbana puede agilizar la entrega de bienes y servicios, reduciendo la congestión terrestre y mejorando la eficiencia logística.** Además, están abriendo nuevas vías para el transporte de emergencia y la vigilancia urbana, aunque deben abordarse **desafíos de regulación y seguridad** en el espacio aéreo compartido.

Anaía López Fidalgo, Managing Director (Sensor Engineering & UAS Division) en el Galicia Institute of Technology (ITG), reflexiona sobre los avances en la movilidad aérea urbana y su potencial para transformar el transporte tal como lo conocemos hoy. Según López Fidalgo: “El principal beneficio es la posibilidad de descongestionar el tráfico por carretera al contar con una 3a dimensión. Estos nuevos vehículos (eléctricos en general) están diseñándose, considerando especialmente aspectos de eficiencia energética, ruido y bajas emisiones, por lo que la sustitución parcial de parte del transporte terrestre por transporte aéreo, además de descongestionar el tráfico contribuiría a una mejora ambiental. Otros beneficios serían, por ejemplo, una mayor respuesta ante emergencias (disminución del tiempo de asistencia) o la posibilidad de una mayor conexión con zonas periféricas o aisladas. Los nuevos servicios de movilidad aérea urbana se están concibiendo con un elevado grado de autonomía y automatización, a la vez que, con la visión de integrarse con otros sistemas de movilidad urbana, por lo que su eficiencia será mayor, en cuanto a costes operativos. Por otro lado, estos nuevos vehículos no solo cumplen fines de transporte de mercancías o pasajeros, también servirán para ofrecer un sinfín de nuevos servicios, como la vigilancia policial, la inspección de infraestructuras, el seguimiento de obras, etc.”

Sobre la entrega de mercancías David Antelo, Business Development Director de UMILES nos explica y ejemplifica cuales son los diferentes avances del sector: “Ya disponemos de la tecnología para hacer entregas de mercancías con drones de manera eficiente, transformando cómo pensamos sobre el movimiento de cosas en espacios urbanos. Tomemos como ejemplo ShenZhen, donde ya se realizan entregas desde centros comerciales a lockers distribuidos por la ciudad. Esto significa que podrías recibir tu pedido de comida del centro comercial directamente en un locker cerca de ti, sin complicaciones. También hay soluciones comerciales, como el Flycart30 de DJI, que puede volar durante 18 minutos con

una carga de hasta 30 kg. Para hacernos una idea de lo que esto significa, una entrega que normalmente tomaría unos 50 minutos en coche, estos drones pueden hacerla en 22 minutos. Esto no solo es impresionante, sino que también responde a necesidades logísticas básicas, como la entrega de alimentos, donde una familia de cuatro personas consume de media 29 kilos de alimentos por semana”.

Los drones se han alzado como una de las tecnologías más importantes y versátiles de los últimos tiempos. Sin embargo, el rápido desarrollo y evolución de las aeronaves no tripuladas ha impulsado a que todas las partes involucradas en el sector se unan con el objetivo de hacer de los drones aparatos más seguros que puedan formar parte en un futuro del paisaje habitual de las ciudades. Todo ello, sin poner en riesgo a las personas y para sacar el mayor rendimiento posible a esta tecnología, ya que de poco sirve contar con grandes avances tecnológicos si no existe una infraestructura integrada de esta innovación en la vida cotidiana.

“Los drones están en auge en los últimos años, se están llevando a cabo estudios para poder utilizar a nivel de transporte de personas, así como de transporte de mercancías. En el ámbito logístico, podría facilitar la llegada de materiales a zonas de complicado acceso, bien sea por malas comunicaciones con los mismos, o ante tragedias permitiendo que los recursos puedan llegar a cualquier zona del planeta. Un ejemplo es el proyecto Pharmadron, que trata de llevar a cabo el transporte de medicamentos en dron a zonas lejanas o de difícil acceso, permitiendo así la llegada de medicamentos de primera necesidad en menor tiempo y a cualquier zona. Se trata de un proyecto llevado a cabo en Aragón en colaboración de las empresas Delsat Aeronautics, Novaltia, Vea Global y el Aeropuerto de Teruel” comenta Alejandro F. Ibrahim Perera, Director General del Aeropuerto de Teruel; Dr. Ing. Aeronáutico y Presidente del Clúster Aeronáutico, Espacial y de Defensa de Aragón, AERA.

El sector de los vehículos aéreos en entornos urbanos es un sector estratégico para Europa con una previsión de impacto económico superior a los 10.000 millones de euros al año, principalmente en el sector de los servicios, y con la mirada puesta en los 100.000 puestos de trabajo directo que puede llegar a generar de aquí a 2035, según datos de la Comisión Europea.

Beneficios en la integración de drones en la movilidad aérea urbana

BENEFICIOS EN LA INTEGRACIÓN DE DRONES EN LA MOVILIDAD AÉREA URBANA

1. Eficiencia en la entrega

Los drones pueden agilizar la entrega de bienes y servicios en áreas urbanas, reduciendo los tiempos de entrega y aliviando la congestión en las calles. Esto es especialmente útil para entregas rápidas de productos pequeños y urgentes, como medicamentos o alimentos frescos.

2. Reducción de congestión terrestre

Al llevar la entrega aérea, se reduce la cantidad de vehículos en las carreteras y calles de la ciudad, disminuyendo la congestión y los tiempos de viaje para otros medios de transporte.

3. Acceso a áreas de difícil acceso

Los drones pueden acceder a áreas urbanas densamente pobladas o de difícil acceso para vehículos terrestres, lo que facilita la entrega en lugares donde los métodos de transporte tradicionales enfrentan dificultades.

4. Flexibilidad y adaptabilidad

Los drones pueden adaptarse rápidamente a cambios en la demanda, como entregas urgentes o situaciones de emergencia. Pueden desplegarse rápidamente para responder a necesidades específicas sin depender de la infraestructura vial existente.

5. Menor impacto ambiental

Al evitar el tráfico terrestre, los drones pueden reducir las emisiones de vehículos de reparto convencionales, contribuyendo a la reducción de la contaminación del aire en entornos urbanos.

6. Innovación en la logística

La integración de drones en la movilidad aérea urbana fomenta la innovación en la logística, permitiendo nuevas estrategias de distribución que pueden ser más eficientes y rentables para las empresas.

NUEVAS APLICACIONES DE LOS DRONES



Fuente: Plan Estratégico para el desarrollo del sector civil de los drones en España 2018-2021 del Mitma.

Desarrollo de tecnologías espaciales

El sector aeroespacial está experimentando un periodo de transformación significativo, con el auge y desarrollo de nuevas tecnologías digitales avanzadas. Estas tecnologías están catalizando un cambio significativo en la forma en que abordamos la exploración y utilización del espacio.

- **Inteligencia Artificial (IA):** La IA se está convirtiendo en un pilar central en la transformación digital del sector. Desde la mejora de la eficiencia operativa hasta la apertura de nuevas fronteras en la exploración espacial, su impacto es profundo y multifacético. La IA no solo está optimizando los procesos de diseño y fabricación a través de modelos y simulaciones avanzadas, sino que también está transformando el análisis de datos espaciales y terrestres. Por ejemplo, la IA y el aprendizaje automático están revolucionando la manera en que se monitoriza la salud de las naves espaciales, mejorando la detección temprana de fallos y prolongando la vida útil de estos activos críticos.
- **Gemelos Digitales:** En el contexto de la ingeniería digital, los gemelos digitales se están convirtiendo en herramientas indispensables en el sector aeroespacial. Estos sistemas virtuales, que replican sistemas físicos reales, ofrecen una plataforma para experimentación y análisis sin precedentes, permitiendo a los ingenieros probar y perfeccionar diseños en un entorno controlado antes de su implementación física. Esto no solo reduce costes y tiempos de desarrollo, sino que también aumenta la seguridad y fiabilidad de los sistemas espaciales.

El auge de estas tecnologías digitales en la industria aeroespacial no solo está marcando el comienzo de una nueva era en la exploración y uso del espacio, sino que también está sentando las bases para **avances significativos en áreas como la sostenibilidad, la seguridad y la eficiencia operativa.** Con el ritmo acelerado de la innovación tecnológica, la industria aeroespacial está bien posicionada para continuar su trayectoria de crecimiento y descubrimiento en los años venideros.

El avance y desarrollo de las tecnologías espaciales y sus efectos en la **conectividad global y la movilidad aeroespacial** son una frontera en constante expansión que tiene implicaciones significativas en una variedad de campos, desde la economía hasta la ciencia y la tecnología.

En particular, ha habido un crecimiento notable en el sector espacial. El uso y el **lanzamiento de satélites ha sido crucial para mejorar la conectividad mundial.** Estos satélites son esenciales para una variedad de aplicaciones, como las comunicaciones, la observación y estudio de la Tierra, la meteorología y la navegación GPS. El avance tecnológico ha permitido el desarrollo de micro y nanosatélites, que son más económicos y accesibles, lo que ha permitido

que más países y entidades privadas se involucren en este campo. Gracias a esta nueva involucración de nuevos agentes públicos y privados en el sector, la conectividad está llegando a zonas o poblaciones del planeta que se encuentran más aisladas o excluidas debido a factores geográficos o socioeconómicos.

La cooperación internacional es fundamental para el avance de estas tecnologías. Países y organizaciones privadas de todo el mundo están trabajando juntos en proyectos espaciales, intercambiando información, recursos y tecnologías. Esto no solo reduce los costes y riesgos asociados con el desarrollo espacial, sino que también fomenta la solidaridad y la comprensión entre las naciones.

En definitiva, estos avances podrían **transformar la conectividad global y facilitar el transporte aéreo mediante sistemas de navegación más precisos y comunicaciones más eficientes.**

“En este aspecto es de destacar a la empresa PLD Space, que el 7 de octubre de 2023 llevó a cabo el lanzamiento del cohete Miura 1 con éxito, convirtiéndose así en el primer cohete privado desarrollado en Europa que ha sido lanzado al espacio, siendo los lanzadores una puerta para explorar el espacio y permitir su acceso. Se trata de una empresa ilicitana privada, que ha apostado por este sector con el fin de mejorar el acceso comercial y científico al espacio en los diferentes campos como los nanosatélites o la investigación científica de la microgravedad. Una vez llegado al espacio se pueden enviar satélites y naves que exploren y conseguir una mejor calidad de vida a través de sensores, sistemas de comunicaciones y monitorización del planeta Tierra de forma más avanzada anticipándonos a posibles riesgos y ayudando a una mayor conectividad mundial. Esto demuestra que apostar por el sector espacial, y apostar por proyectos innovadores que buscan soluciones para facilitar las comunicaciones y la investigación, permite obtener resultados muy positivos y que ayuda a que otros sectores busquen la misma expansión en su ámbito y se complementen” explica Alejandro F. Ibrahim Perera, Director General del Aeropuerto de Teruel; Dr. Ing. Aeronáutico y Presidente del Clúster Aeronáutico, Espacial y de Defensa de Aragón, AERA.

Transición hacia combustibles sostenibles en la aviación

El cambio hacia el uso de combustibles sostenibles en el sector del transporte aéreo es un elemento crucial a la hora de buscar la transición hacia la descarbonización de este sector. Actualmente, la sustitución de los combustibles fósiles por la energía eléctrica es una realidad en el transporte por carretera. Sin embargo, no todos los medios de transporte pueden adaptarse con la misma rapidez y ni facilidades. El transporte aéreo presenta dificultades a la hora de sustituir a

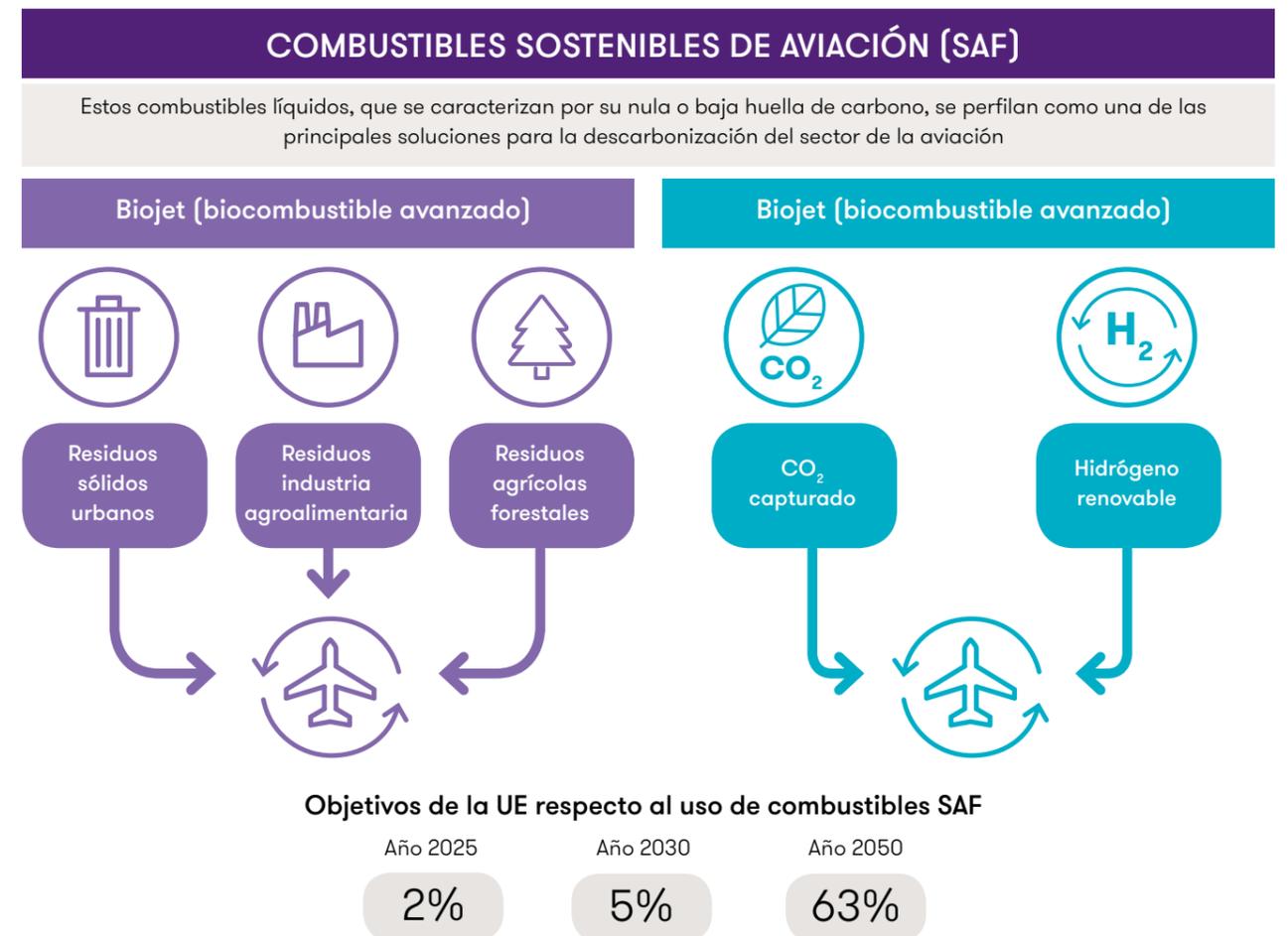
los combustibles fósiles como fuentes de energía debido a sus requerimientos específicos de grandes fuentes de energía y seguridad.

“La transición hacia combustibles más sostenibles en el transporte aéreo, especialmente en el mundo de los UAVs (vehículos aéreos no tripulados), es todo un desafío. El principal rompecabezas que estamos intentando resolver es cómo hacer que estos drones sean ligeros, eficientes y con la capacidad de llevar una carga útil significativa, todo mientras mantenemos motores eléctricos y baterías con muchos ciclos y reciclables. Desde no hace mucho se utilizan baterías de polímero de litio (LiPo) que proporcionan autonomías de no más de 25 minutos y nos ofrecen una vida útil de unas 300 cargas. Esto supone un gran problema a la hora de llevar soluciones al mercado y hacer el modelo sostenible económicamente. Por otro lado, los motores con pilas de hidrógeno son una alternativa, tiene su propio conjunto de desafíos, desde la producción y almacenamiento del propio hidrógeno, a la gestión de los picos de demanda eléctrica en

vuelo” explica David Antelo, Business Development Director de UMILES.

En el gran reto que supone la descarbonización del sector aéreo, **los combustibles sostenibles de aviación conocidos con las siglas en inglés SAF (Sustainable Aviation Fuel), surgen como la principal apuesta para la descarbonización del sector.** Estos combustibles líquidos se obtienen a través del procesamiento avanzado de residuos orgánicos y materias primas de origen biológico como residuos agrícolas, aceites vegetales, grasas animales o biomasa lignocelulósica, y otras más experimentales como la captura de CO₂ para su combinación con hidrógeno.

“Los desafíos para aumentar la producción de combustible de aviación sostenible son variados, abarcando desde el desarrollo tecnológico, los costos operativos y la disponibilidad de materia prima hasta los obstáculos regulatorios y la adopción en el mercado” así lo expone Ruth Yerga López, Responsable de la Red de Cátedras de Fundación Repsol.



Fuente: CincoDías. Los combustibles sostenibles son la solución para descarbonizar ya el sector de la aviación.

El uso de este nuevo tipo de combustible representa un avance significativo hacia un transporte aéreo más limpio y sostenible. A diferencia de los combustibles fósiles, estos nuevos biocombustibles pueden reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente el CO₂. Esto se debe a que, durante su ciclo de vida, desde la producción hasta su combustión, el CO₂ emitido es aproximadamente equivalente al absorbido durante el proceso de crecimiento de esta materia prima orgánica, este concepto se conoce como “balance medio de carbono”.

Además, este nuevo combustible es compatible con la tecnología e infraestructura de los aviones actuales, por lo que no es necesario que se modifiquen los motores o sistemas de combustible de estas. Por lo tanto, los SAF son la solución más práctica y realista en el medio a corto plazo para empezar la transición hacia la sostenibilidad en el transporte aéreo. Según cálculos del sector en Europa puede ayudar a reducir sus emisiones en un 34% para 2050.

Aunque los SAF ofrecen una solución prometedora para alcanzar un transporte aéreo con un menor impacto ambiental y una menor emisión de carbono, su implementación también conlleva varios desafíos tanto técnicos como regulatorios.

Desafíos técnicos

- **Escalabilidad de la producción;** si se quiere implementar y estandarizar el uso de este tipo de combustibles es esencial aumentar su fabricación para satisfacer la demanda global de la industria aérea, lo cual implica mejorar la eficiencia de los procesos productivos.
- **Compatibilidad con la infraestructura existente.** Aunque como hemos comentado anteriormente los SAF son en gran medida compatibles con los motores y sistemas de combustible actuales de las aeronaves, es necesario realizar pruebas exhaustivas para asegurar su funcionamiento óptimo en todo tipo de aeronaves.
- **Inversión en la mejora y desarrollo de nuevas tecnologías.** La producción de SAF a gran escala requiere avances tecnológicos en los procesos de producción, manejo y almacenamiento del combustible. La inversión en investigación y desarrollo es vital para hacer los SAF más accesibles y económicos.
- Almacenamiento y la logística también representan un desafío, ya que los SAF requieren de infraestructuras especializadas para su transporte, almacenamiento y distribución eficiente y segura a los aeropuertos.

Desafíos regulatorios

Estos desafíos regulatorios son cruciales a la hora de asegurar una adopción segura, responsable y efectiva de

los combustibles sostenibles de aviación en la industria aérea.

- Estos incluyen el desarrollo y la implementación de normativas y estándares específicos que definan la sostenibilidad, la calidad del combustible y su compatibilidad con las aeronaves existentes. Además, los SAF deben pasar por rigurosos procesos de certificación para garantizar su seguridad y eficacia, lo que implica la colaboración de múltiples organismos reguladores y la realización de pruebas exhaustivas.

Ya existen iniciativas como la normativa “Refuel Aviation” de la Unión Europea que se encuentra dentro del paquete regulatorio “Fit for 55”, diseñado para reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero de la UE en al menos un 55% para 2030, en comparación con los niveles de 1990. Aprobada en octubre de 2023, esta regulación busca desempeñar un papel fundamental en la reducción de la contaminación en el sector de la aviación, estableciendo estas obligaciones:

- Será obligatorio para los suministradores de combustibles aumentar de manera gradualmente el porcentaje de SAF introducido (preferiblemente de tipo sintético) en su formulación. Para el año 2050 este porcentaje deberá ser de un 70%.
- Las compañías aéreas están obligadas a cargar únicamente la cantidad de combustible necesaria para su ruta planeada, evitando así emisiones excesivas causadas por la carga adicional de combustible.
- Se exige a los aeropuertos asegurar la disponibilidad de infraestructura adecuada para el abastecimiento con combustibles sostenibles.
- Un aspecto crucial es el establecimiento de políticas de incentivos por parte de los gobiernos y organismos reguladores, como subsidios o requisitos de mezcla, para hacer los SAF económicamente competitivos. Además, debido a la naturaleza global de la aviación, es esencial una coordinación internacional en la regulación de los combustibles sostenibles, lo que requiere armonizar las regulaciones y políticas entre diferentes países.

“La regulación en lo referente a los combustibles renovables es compleja y no se dispone de un marco regulatorio claro y estable, lo que dificulta la toma de decisiones de inversión. Asimismo, la falta de ayudas e incentivos tampoco ayudan a minimizar los riesgos asociados a las inversiones, especialmente en los casos de tecnologías innovadoras y plantas first of a kind. Abordar estos desafíos requerirá esfuerzos colaborativos de los actores de la industria, los responsables de políticas y los inversores para garantizar la exitosa integración del SAF en el sector de la aviación” destaca Ruth Yerga López, Responsable de la Red de Cátedras de Fundación Repsol.



Para finalizar, es importante asegurar que estos combustibles cumplan con estrictos criterios de sostenibilidad ambiental, evitando impactos negativos como la deforestación a la hora de obtener las materias primas orgánicas necesarias para su producción. Estos desafíos regulatorios requieren una colaboración y atención detallada entre todas las partes interesadas para facilitar una transición efectiva y sostenible hacia un transporte aéreo más ecológico.

“En el ámbito medioambiental del sector aeronáutico, ya se está trabajando en la búsqueda de biocombustibles que permitan una menor contaminación a la atmósfera, y buscando a largo plazo soluciones en la utilización de otro tipo de energías más limpias, como es el hidrógeno. Se trata de proyectos que ya están en marcha, buscando utilizar

este compuesto como combustible, que permita reducir las emisiones de CO₂, así como fomentar que los aeropuertos cada vez sean más sostenibles medioambientalmente dentro de una red de aeropuertos verdes. Los desafíos están en conseguir la producción necesaria para sustituir los combustibles actuales de forma progresiva por los biocombustibles y abaratar costes para no repercutir en el pasajero y en su billete las mejoras tecnológicas. Planes de desarrollo regional para la producción de productos que se pueden utilizar en la combustión y sean sostenibles, así como seguir investigando en la transición futura hacia el uso del hidrógeno” indica Alejandro F. Ibrahim Perera, Director General del Aeropuerto de Teruel; Dr. Ing. Aeronáutico y Presidente del Clúster Aeronáutico, Espacial y de Defensa de Aragón, AERA.

5. Desarrollo sostenible y conectividad en el transporte marítimo

El transporte marítimo, esencial para el comercio global, enfrenta el desafío de mejorar la accesibilidad portuaria y adoptar prácticas sostenibles para sostener el crecimiento económico y minimizar su impacto ambiental. La modernización de infraestructuras y la inversión en nuevas tecnologías, junto con la transición hacia combustibles sostenibles, son claves para aumentar la eficiencia y reducir las emisiones.

Puertos accesibles para un desarrollo económico y sostenible

El transporte marítimo es un pilar fundamental de la sociedad actual, las mercancías, los bienes de consumo y las materias primas viajan por todo el mundo, siendo los puertos la principal vía de entrada y salida de los productos que miles de millones de personas consumen y utilizan en su vida diaria. La cadena de suministro es fundamental para el normal funcionamiento de la economía de los países, como se está viendo actualmente, donde el crecimiento de la demanda a nivel global está acarreando retrasos y problemas como el desabastecimiento y la consecuente subida de los precios, que afecta tanto a empresas como a consumidores.

La mayor accesibilidad a los puertos y la **implementación de medidas de navegación segura son fundamentales para impulsar el desarrollo económico y logístico** en las áreas portuarias y costeras. Estas mejoras no solo agilizan el comercio y aumentan la eficiencia en la cadena de suministro, sino que también generan oportunidades de empleo y fomentan el crecimiento económico local. La declaración de Ángel Gil, Gerente del Clúster Logístico de Aragón (ALIA), resalta la importancia de aprovechar estos beneficios para promover un crecimiento equitativo y sostenible: “La mayor accesibilidad a puertos y medidas de navegación segura ofrecen beneficios para el desarrollo económico y logístico. Estos beneficios pueden aprovecharse para promover un crecimiento equitativo y sostenible en las comunidades portuarias y costeras

mediante la generación de empleo local, el estímulo del comercio internacional y la mejora de la infraestructura. La inversión en capacitación local y programas de desarrollo comunitario puede asegurar que los beneficios se compartan equitativamente” indica Ángel Gil, Gerente del Clúster Logístico de Aragón (ALIA).

El estímulo del comercio internacional, facilitado por una infraestructura portuaria eficiente y medidas de navegación segura, no solo beneficia a las empresas involucradas en el transporte marítimo, sino que también impacta positivamente en las comunidades locales. El aumento de la actividad portuaria crea empleo en áreas como la logística, el transporte terrestre y la gestión portuaria. Para garantizar un desarrollo equitativo, es esencial que los beneficios económicos se compartan con estas comunidades.

La inversión estratégica en infraestructura local y programas de desarrollo comunitario se presenta como una vía efectiva para asegurar que los frutos del crecimiento económico no se concentren exclusivamente en las empresas portuarias, sino que se distribuyan de manera equitativa. La capacitación s clave para dotar a la fuerza laboral de las habilidades necesarias para participar en la economía portuaria en evolución, creando así un tejido económico más diversificado y resistente.

Además, garantizar prácticas laborales justas y condiciones de empleo adecuadas contribuye no solo al bienestar de los trabajadores locales, sino también a la estabilidad social y al fortalecimiento del tejido comunitario.

En definitiva, la mayor accesibilidad a los puertos y las medidas de navegación segura ofrecen beneficios tangibles para el desarrollo económico y logístico, y su aprovechamiento estratégico puede ser un motor para el crecimiento equitativo y sostenible en las comunidades portuarias y costeras.

Modernización de la infraestructura portuaria y adopción de tecnologías avanzadas

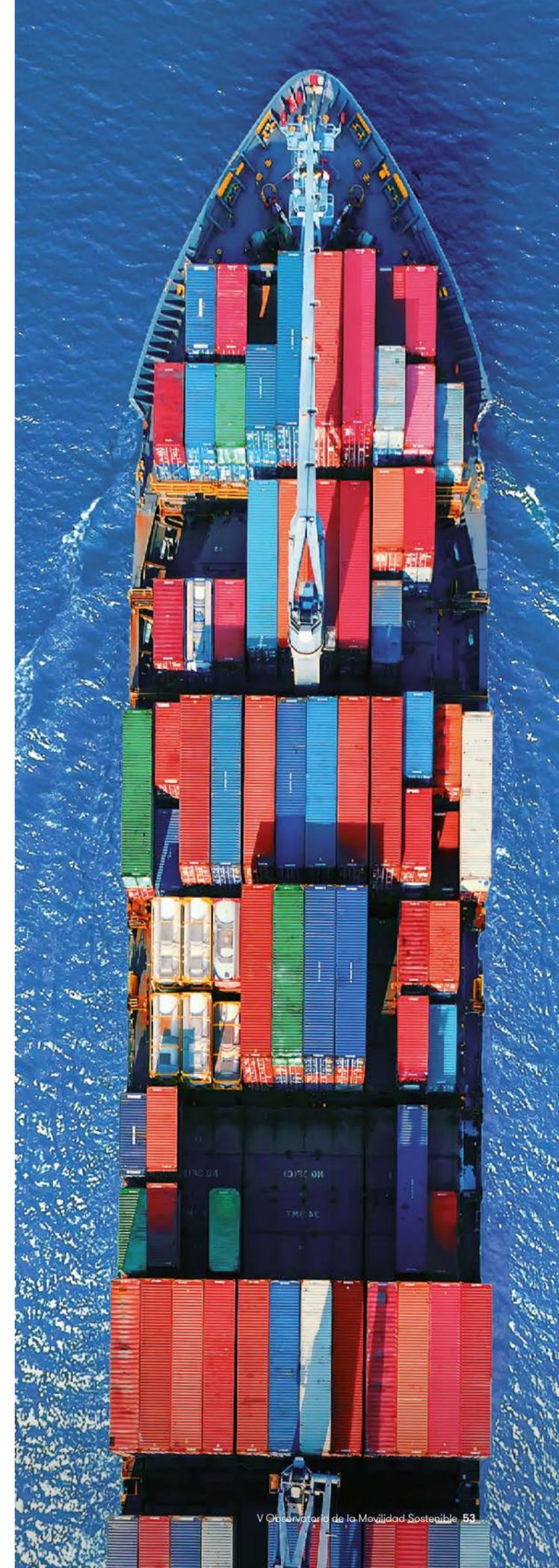
La modernización de la infraestructura portuaria y la adopción de tecnologías avanzadas, conocida como la transición hacia los puertos 4.0, son pasos fundamentales para impulsar la eficiencia y sostenibilidad del transporte marítimo. La implementación de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) y sistemas de navegación por satélite no solo mejora la gestión del tráfico marítimo, reduciendo los riesgos de colisión y mejorando la coordinación entre embarcaciones, sino que también sienta las bases para un modelo de operaciones portuarias más inteligente y conectado.

En el contexto de los puertos 4.0, la modernización de la infraestructura va más allá de la automatización de procesos clave, como la carga y descarga. Implica la creación de **ecosistemas portuarios totalmente interconectados**, donde la recopilación y análisis de datos en tiempo real permiten una toma de decisiones más informada y eficiente. La implementación de sistemas inteligentes no solo optimiza la gestión de inventarios, sino que también ofrece una visión holística de todas las operaciones portuarias.

La transformación hacia puertos 4.0 también implica la **digitalización de procesos**, desde la logística hasta la administración de documentos. La implementación de plataformas digitales y sistemas de información integrados facilita la colaboración entre los diferentes actores de la cadena de suministro, mejorando la eficiencia y reduciendo los tiempos de espera.

En este nuevo paradigma, la sostenibilidad ambiental es una consideración clave. Los puertos 4.0 no solo buscan la eficiencia operativa, sino que también se comprometen con prácticas más sostenibles. La integración de fuentes de energía renovable, la electrificación de equipos portuarios y la gestión inteligente de residuos son elementos clave para lograr operaciones portuarias más amigables con el medio ambiente.

“Para modernizar la infraestructura portuaria y promover tecnologías avanzadas en la gestión de tráfico marítimo, se deben implementar medidas como la automatización portuaria, el uso de sensores para el monitoreo en tiempo real y la introducción de sistemas inteligentes de gestión logística. Incentivar la inversión privada en colaboración con gobiernos, así como la adopción de estándares internacionales para la interoperabilidad, contribuirá a la eficiencia y competitividad de los puertos” señala Ángel Gil, Gerente del Clúster Logístico de Aragón (ALIA).



PUERTOS 4.0: CÓMO LA TECNOLOGÍA ESTÁ TRANSFORMANDO LAS OPERACIONES PORTUARIAS

¿QUÉ SON LOS PUERTOS 4.0?

Los puertos 4.0 son **puertos inteligentes que utilizan tecnología avanzada** para mejorar sus operaciones y ofrecer servicios más eficientes y sostenibles. Se trata de una revolución en el mundo portuario que se basa en la digitalización y la integración de diferentes tecnologías para optimizar los procesos de carga y descarga de mercancías.

Algunas de las tecnologías clave que se utilizan en los puertos 4.0 incluyen la inteligencia artificial, el Internet de las cosas (IoT), la robótica, la automatización y la nube. Estas tecnologías permiten a los puertos **operar de manera más eficiente y mejorar su capacidad para gestionar grandes volúmenes de carga.**

BENEFICIOS DE LOS PUERTOS 4.0

- **Mayor eficiencia:** Los puertos 4.0 utilizan tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia de sus operaciones. Por ejemplo, la automatización de los procesos de carga y descarga de mercancías puede reducir el tiempo de espera de los buques y mejorar la eficiencia de la cadena de suministro.
- **Mejora de la seguridad:** La digitalización de los puertos también puede mejorar la seguridad de las operaciones portuarias. Las tecnologías de detección de amenazas, como la inteligencia artificial y el análisis de datos, pueden ayudar a identificar y prevenir los riesgos de seguridad.
- **Mayor sostenibilidad:** Los puertos 4.0 también pueden mejorar la sostenibilidad de la cadena de suministro. La automatización y la eficiencia energética pueden reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y disminuir el impacto ambiental de las operaciones portuarias.
- **Mejora de la calidad de los servicios:** La digitalización de los puertos también puede mejorar la calidad de los servicios que se ofrecen a los clientes. Por ejemplo, la automatización de los procesos de gestión de inventario y la optimización de las rutas de envío pueden reducir los errores y mejorar la precisión de las entregas.

TECNOLOGÍAS EMPLEADAS

- **Internet de las cosas (IoT):** El IoT permite a los dispositivos conectarse y comunicarse entre sí para recopilar y transmitir datos. En los puertos 4.0, los sensores IoT se utilizan para monitorear y controlar el movimiento de los contenedores, vehículos y otros equipos, lo que permite una mejor gestión y planificación de la carga y descarga.
- **Blockchain:** La tecnología blockchain se utiliza en los puertos 4.0 para mejorar la seguridad y transparencia de las transacciones comerciales. Permite el registro seguro y descentralizado de las transacciones, lo que reduce los riesgos de fraude y mejora la confianza entre los diferentes actores del ecosistema portuario.

- **Automatización:** La automatización es una tecnología clave en los puertos 4.0, ya que permite la operación autónoma de equipos y procesos. Los sistemas de automatización pueden incluir grúas de contenedores, carretillas elevadoras y transportadores automatizados, lo que mejora la eficiencia y la seguridad de las operaciones portuarias.
- **Robótica:** La robótica se utiliza en los puertos 4.0 para realizar tareas que requieren precisión y fuerza, como la manipulación de contenedores. Los robots pueden ser autónomos o controlados por humanos y trabajar en conjunto con los sistemas de automatización.
- **Inteligencia artificial (IA):** La IA se utiliza para mejorar la eficiencia de los procesos portuarios y la toma de decisiones. Los sistemas de IA pueden analizar grandes cantidades de datos para detectar patrones y tendencias, optimizar las rutas de envío y mejorar la gestión del inventario.
- **Nube:** La nube se utiliza para almacenar y procesar grandes cantidades de datos, lo que permite una mejor gestión y planificación de la carga y descarga. Los datos se pueden analizar en tiempo real para identificar problemas y mejorar la eficiencia de los procesos portuarios.
- **Realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR):** La AR y la VR se utilizan para mejorar la formación y la seguridad de los trabajadores portuarios. Los trabajadores pueden ser capacitados mediante simulaciones de situaciones peligrosas o procedimientos de trabajo para reducir el riesgo de accidentes.
- **Big data:** La tecnología big data se utiliza para analizar grandes cantidades de datos y extraer información valiosa para la toma de decisiones. En los puertos 4.0, se utilizan sistemas de big data para analizar los patrones de tráfico, el consumo de energía, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros factores clave que afectan la eficiencia y la sostenibilidad del puerto.
- **Energías renovables:** Los puertos 4.0 se están moviendo hacia el uso de energías renovables, como la energía solar, eólica y de biomasa, para reducir su dependencia de los combustibles fósiles y disminuir su huella de carbono. Estas fuentes de energía renovable también pueden reducir los costos de energía del puerto a largo plazo.
- **Drones:** Los drones se utilizan en los puertos 4.0 para monitorear y controlar las operaciones portuarias y la seguridad. Los drones pueden realizar inspecciones de infraestructura, detectar problemas en tiempo real y proporcionar información valiosa para la toma de decisiones.



Sostenibilidad ambiental y desarrollo de combustibles sostenibles

En el ámbito del transporte marítimo sostenible, se evidencia una **creciente tendencia hacia la reducción de la huella de carbono** y la adopción de prácticas más sostenibles. La promoción de la sostenibilidad ambiental en el sector marítimo se ha convertido en un imperativo, y las tendencias actuales reflejan un compromiso creciente con la mitigación de impactos ambientales. La implementación de estas prácticas contribuye no solo a cumplir con las regulaciones ambientales, sino también a avanzar hacia un transporte marítimo más responsable y eficiente.

La transición hacia prácticas de transporte marítimo sostenibles está en aumento, evidenciada por la adopción de tecnologías y estrategias que buscan minimizar el impacto ambiental. La conciencia sobre la necesidad de preservar los ecosistemas marinos y reducir las emisiones ha llevado a un cambio gradual hacia prácticas más sostenibles. Estas prácticas no solo se centran en la reducción de emisiones, sino también en la optimización de procesos para garantizar un transporte marítimo más eficiente y respetuoso con el entorno.

Tal y como apunta Carlos Blanco Seijo, Director de I+D+I de Navantia, “Las implicaciones económicas y operativas de la transición hacia prácticas más sostenibles en el transporte marítimo incluyen la implementación de medidas de descarbonización tanto en el transporte como en el puerto, a través de Operaciones de Suministro de Energía en Puerto (OPS); la utilización de combustibles sostenibles; en el sector Defensa, subrayando la importancia de la seguridad en la operativa, tal como señala la Hoja de Ruta de Cambio Climático y Defensa de la Unión Europea; y una mayor inversión en el almacenamiento de energías renovables para minimizar la dependencia de fuentes externas, lo cual, a medio y largo plazo, conlleva una significativa reducción del OPEX (Gasto Operativo)”.

“La transición hacia prácticas más sostenibles en el transporte marítimo tiene implicaciones económicas y operativas significativas. Aunque inicialmente puede

haber costos asociados, a largo plazo, la reducción de gastos operativos, la mejora de la eficiencia energética y el cumplimiento de regulaciones medioambientales pueden generar ahorros. Además, la adopción de prácticas sostenibles mejora la reputación de las compañías y su capacidad para atraer inversiones” comenta Ángel Gil, Gerente del Clúster Logístico de Aragón (ALIA).

La reducción de la huella de carbono en el transporte marítimo es una prioridad clave. Las tendencias actuales incluyen la **adopción de combustibles más limpios y bajos en carbono, como el Gas Natural Licuado (GNL) y los biocombustibles.** Este cambio en la matriz energética busca disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al transporte marítimo. Además, se están implementando mejoras en la eficiencia energética de los barcos, tanto a través de innovaciones en el diseño como en la operación, reduciendo así el consumo de combustible y las emisiones asociadas.

“La adopción de combustibles sostenibles en el transporte marítimo tiene implicaciones económicas y medioambientales. Económicamente, puede haber costos iniciales, pero a largo plazo, se espera una reducción de costos operativos y el cumplimiento de regulaciones ambientales. Medioambientalmente, la transición a fuentes de energía más limpias reduce las emisiones de gases de efecto invernadero y minimiza la contaminación. Para acelerar esta transición, se deben implementar incentivos fiscales, regulaciones claras y programas de investigación y desarrollo en colaboración con la industria” comenta Ángel Gil, Gerente del Clúster Logístico de Aragón (ALIA).

Carlos Blanco Seijo, Director de I+D+I de Navantia comenta sobre las implicaciones económicas y medioambientales de la adopción de combustibles sostenibles en el transporte marítimo y las medidas necesarias para acelerar la transición hacia fuentes de energía más limpias y renovables en el sector: “La adopción de combustibles sostenibles en el transporte marítimo conlleva implicaciones económicas y medioambientales significativas, incluyendo una reducción de la huella de CO2 y del OPEX de la empresa a medio y largo plazo. Además, esta adopción fomenta una dinámica en la que las empresas

líderes ejercen una influencia positiva en toda la cadena de valor y entre los competidores, incentivando así una transición más rápida hacia fuentes de energía limpias y renovables. Por último, se destaca una ampliación de la capacidad y alcance operativo de las áreas de I+D+i dentro de las empresas, lo cual es crucial para el desarrollo e implementación de tecnologías innovadoras en el sector.”

En este contexto, “FuelEU Maritime” se erige como una iniciativa clave que impulsa la descarbonización de los combustibles utilizados en la industria. Esta estrategia promueve activamente la adopción de combustibles descarbonizados, como el hidrógeno verde y el amoníaco, marcando un hito en la búsqueda de alternativas más limpias a los combustibles fósiles tradicionales. La implementación de estos combustibles no solo responde a regulaciones ambientales, sino que también representa un avance significativo hacia un transporte marítimo más sostenible y eficiente. El objetivo es reducir la intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero de la energía utilizada a bordo por los buques hasta un 80% de aquí a 2050 mediante la promoción del uso de combustibles más sostenibles por parte de los buques que utilizan los

puertos de la UE, al mismo tiempo que se garantiza el correcto funcionamiento del tráfico marítimo y se evitan perturbaciones en el mercado interior.

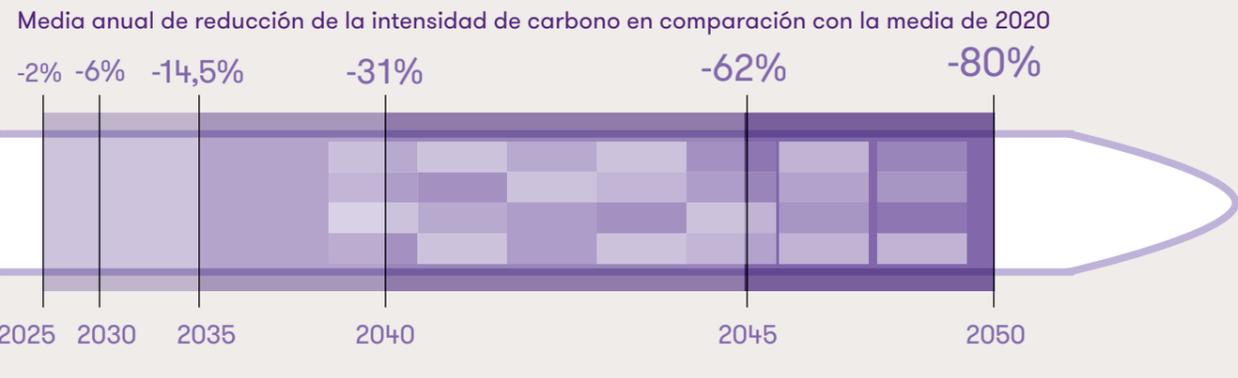
Ángel Gil, Gerente del Clúster Logístico de Aragón (ALIA), destaca la importancia de estas tendencias al comentar: “Las tendencias actuales en la reducción de la huella de carbono y la promoción de prácticas sostenibles en el transporte marítimo incluyen la adopción de tecnologías más limpias, como buques propulsados por energía renovable y mejoras en la eficiencia del combustible. La utilización de fuentes de energía alternativas, la implementación de rutas más eficientes y la optimización de la gestión de carga son prácticas clave que contribuyen a la sostenibilidad.”

Este compromiso con la sostenibilidad ambiental, respaldado por iniciativas como “FuelEU Maritime”, no solo responde a las demandas regulatorias, sino que también refleja una toma de conciencia colectiva en la industria marítima. La implementación de estas tendencias no solo beneficia al medio ambiente, sino que también posiciona al sector marítimo en la vanguardia de la responsabilidad empresarial y la innovación sostenible.

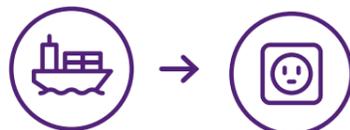
El Reglamento “FuelEU Maritime” obligará a los buques de más de 5000 toneladas brutas que hagan escala en puertos europeos (con excepciones como los buques pesqueros):



→ A reducir la intensidad de emisión de gases de efecto invernadero de la energía utilizada a bordo como sigue:



→ A conectarse a un suministro de electricidad en puerto para cubrir sus necesidades en energía eléctrica mientras estén atracados en el muelle, salvo si utilizan otra tecnología de emisión cero



«Objetivo 55»: promover la utilización de combustibles más ecológicos en los sectores marítimo y de la aviación - Consilium (europa.eu)
Fuente: Consejo de la Unión Europea.

Desarrollo de rutas comerciales

El desarrollo de nuevas rutas comerciales marítimas conlleva desafíos logísticos y regulatorios que deben ser enfrentados para garantizar una implementación exitosa y beneficiosa para todas las partes involucradas. Estos desafíos, tanto en términos de infraestructura como de regulación, requieren una **respuesta integral y una coordinación efectiva entre los sectores público y privado.**

- Los **desafíos logísticos en el desarrollo de nuevas rutas comerciales** incluyen la necesidad de establecer una infraestructura portuaria adecuada que pueda manejar volúmenes de carga variables y satisfacer las demandas específicas de las nuevas rutas. Además, la gestión de riesgos emergentes, como condiciones climáticas adversas o eventos imprevistos, agrega complejidad a la logística operativa. La infraestructura y la logística deben adaptarse a la nueva demanda de manera ágil y eficiente para garantizar la continuidad del flujo comercial.
- En cuanto a los **desafíos regulatorios**, las diferencias en las regulaciones entre los países a lo largo de las nuevas rutas pueden ser un obstáculo importante. La armonización de regulaciones es esencial para evitar conflictos y facilitar operaciones fluidas. Establecer protocolos de seguridad estandarizados y normas comunes se vuelve crucial para garantizar la seguridad de las operaciones y la protección del medio ambiente a lo largo de las nuevas rutas.

Ángel Gil, Gerente del Clúster Logístico de Aragón (ALIA), destaca la importancia de abordar estos desafíos a través de una coordinación sólida entre sectores público y privado: “La coordinación público-privada a nivel nacional y global es esencial para abordar estos desafíos. La armonización de regulaciones, el establecimiento de protocolos de seguridad y la inversión en infraestructuras portuarias adecuadas son medidas clave. La colaboración entre gobiernos, empresas navieras y organizaciones internacionales facilitará una implementación eficiente y segura.”

Enfoque del transporte marítimo desde la óptima final de la cadena

El transporte marítimo, aunque a menudo analizado desde la perspectiva de la cadena de suministro y la logística, también puede ser evaluado desde la óptica del consumidor final. **Las decisiones de consumo tienen un impacto directo en la movilidad y la eficiencia del transporte marítimo**, especialmente en un contexto globalizado donde las mercancías viajan largas distancias para satisfacer la demanda de los consumidores.

La era del comercio electrónico y las plataformas de venta en línea, como Amazon, ha transformado la manera en que los consumidores acceden a productos de todo el mundo. Cada clic de compra puede tener consecuencias significativas en términos de movilidad marítima, ya que los bienes adquiridos

“La transición hacia prácticas más sostenibles en el transporte marítimo implica medidas de descarbonización en el transporte y en los puertos mediante el uso de combustibles sostenibles y una mayor inversión en almacenamiento de energías renovables.”

Carlos Blanco Seijo,
Director de I+D+i de Navantia.

a menudo se transportan a través de contenedores que cruzan océanos.

Desde la óptica del consumidor, las decisiones de compra en plataformas internacionales pueden resultar en un llenado más eficiente de contenedores y, por ende, una optimización del transporte marítimo. La consolidación de productos en un solo contenedor, proveniente de distintos lugares geográficos, puede reducir la huella ambiental y maximizar la capacidad de carga, contribuyendo así a una logística más eficiente.

Sin embargo, este enfoque también plantea desafíos. La **demanda constante de productos globales puede generar mayores volúmenes de tráfico marítimo**, aumentando la presión sobre la infraestructura portuaria y los recursos ambientales. Además, la necesidad de una entrega rápida y eficiente puede conducir a prácticas logísticas que buscan minimizar los tiempos de transporte, afectando la planificación de rutas y la eficiencia energética.

Para abordar estos desafíos, es **crucial que los consumidores tomen conciencia de la conexión entre sus elecciones de compra y el transporte marítimo**. La promoción de prácticas sostenibles, como la consolidación de pedidos y la consideración de la huella de carbono al realizar compras internacionales, puede contribuir a un enfoque más equilibrado y consciente desde la perspectiva del consumidor.

En este sentido, la educación del consumidor sobre las implicaciones logísticas y medioambientales de sus decisiones de compra puede desempeñar un papel clave en la promoción de prácticas más sostenibles. La colaboración entre empresas, gobiernos y consumidores puede ser fundamental para encontrar soluciones que equilibren la comodidad del comercio global con la necesidad de preservar la sostenibilidad del transporte marítimo y minimizar su impacto ambiental.

Conclusiones y retos de la Movilidad Sostenible

Movilidad universal, accesible y sostenible

En la movilidad, se evidencian avances tecnológicos y modelos de negocio innovadores que han transformado radicalmente el acceso al transporte. La incorporación de tecnologías emergentes, como los servicios de transporte compartido, ha permitido opciones más flexibles y asequibles, garantizando la libre elección de las personas en sus desplazamientos diarios. Este enfoque no solo abarca a individuos, sino que también se extiende a empresas, con un alcance que incluye relaciones tanto B2C como B2B. La transición hacia vehículos eléctricos, el desarrollo de infraestructuras de carga y la expansión de opciones de transporte público eficientes refuerzan este cambio hacia una movilidad más inclusiva y sostenible. Para garantizar una movilidad para todos, es esencial la colaboración entre sectores público y privado, así como la implementación de políticas y estrategias integradas.

El rol estratégico de los vehículos en la economía global

La libertad de movimientos y la conectividad que ofrecen los vehículos son esenciales para el funcionamiento de la economía moderna, el comercio, el turismo y el acceso a oportunidades laborales y sociales. La industria del automóvil emerge como un sector clave en la generación de riqueza, representando una parte significativa del PIB. Además, el impulso hacia la sostenibilidad se refleja en la evolución de los vehículos hacia formas más limpias y respetuosas con el medio ambiente. Este cambio hacia vehículos con cero emisiones, ya sean eléctricos o que utilicen combustibles bio y/o sintéticos, se presenta como crucial para abordar los desafíos relacionados con el cambio climático. Las transformaciones en la movilidad no solo responden a demandas individuales, sino que también se posicionan como elementos estratégicos en la reconfiguración de la economía global hacia un modelo más sostenible.

Transformación tecnológica en el transporte por carretera

Se destaca el papel fundamental de la inteligencia artificial (IA) y el Internet de las Cosas (IoT) en la revolución tecnológica. Vehículos conectados y autónomos, junto con sistemas de gestión de tráfico inteligentes, se presentan como catalizadores clave para mejorar la eficiencia y seguridad en las carreteras. La IA no solo impulsa la autonomía vehicular, sino que también transforma la fabricación y conectividad, siendo esencial para la fabricación inteligente en la Industria 4.0. Estas innovaciones no solo impactan el transporte de pasajeros y bienes, sino que también redefinen la experiencia del usuario y la eficiencia productiva en el sector automotriz.

Innovación para una logística sostenible

La logística de última milla se presenta como un área crítica en la movilidad sostenible, enfrentando desafíos como tiempos de entrega ajustados, eficiencia en la entrega, reducción del impacto ambiental y congestión urbana. Soluciones innovadoras, como la electrificación de flotas, la optimización de rutas a través de software especializado y la implementación de puntos de recogida automatizados, se destacan como estrategias clave para abordar estos desafíos. La cooperación efectiva entre actores de la cadena de suministro, regulaciones precisas y estándares de seguridad son esenciales para la integración eficiente y segura de vehículos autónomos en la infraestructura urbana, garantizando así el éxito global de estas tecnologías emergentes en el transporte por carretera.

Colaboración, modernización y desafíos del transporte ferroviario

La expansión y mantenimiento de redes ferroviarias requiere una colaboración efectiva entre instituciones públicas y empresas privadas. Estrategias como la adaptación a las demandas de los clientes, el fomento de la intermodalidad y medidas ambientales son cruciales. La modernización, respaldada por tecnologías emergentes, no solo mejora la eficiencia, sino que también hace que el transporte ferroviario sea más atractivo y sostenible. Sin embargo, los desafíos, como la financiación y la interrupción de servicios existentes, deben abordarse integralmente para garantizar el éxito en esta transformación.

Inversión estratégica y desarrollo sostenible del transporte ferroviario

La inversión estratégica en infraestructuras ferroviarias no solo tiene impactos socioeconómicos positivos, sino que también impulsa la sostenibilidad. Desde mejorar conexiones territoriales hasta fomentar la movilidad sostenible y atractivo turístico, estas inversiones son fundamentales. Con un respaldo significativo de la Unión Europea, la inversión estratégica sienta las bases para un futuro ferroviario accesible, seguro, eficiente y sostenible, promoviendo la equidad en el transporte y contribuyendo al desarrollo integral de los territorios.

Congestión y necesidad de infraestructura en la movilidad aeroportuaria

El sector de la aviación en Europa enfrenta desafíos cruciales en la movilidad aeroportuaria, destacando la congestión y la falta de infraestructura adecuada. El aumento proyectado del tráfico aéreo plantea amenazas a la eficiencia y comodidad, con la saturación de aeropuertos clave. La congestión impactará al 50% de los vuelos si no se abordan los retos en el acceso a los aeropuertos. Para superar estos desafíos, se requiere una inversión significativa en tecnologías avanzadas, sistemas de gestión de flujo de pasajeros, y transporte terrestre eficiente, junto con la expansión y modernización de infraestructuras.

Impulso hacia la sostenibilidad en la aviación, tecnologías emergentes y combustibles sostenibles

La búsqueda de la sostenibilidad en la aviación se está impulsando mediante tecnologías emergentes y el desarrollo de combustibles sostenibles. Avances como aviones más eficientes, propulsión híbrida y eléctrica, inteligencia artificial, drones de pasajeros, y tecnologías de propulsión alternativas ofrecen soluciones para reducir emisiones y mejorar la eficiencia. Además, los combustibles sostenibles, como los Sustainable Aviation Fuels (SAF), se perfilan como clave para la descarbonización del sector. Aunque representan una solución prometedora, su implementación enfrenta desafíos técnicos y regulatorios, siendo esenciales la escalabilidad de la producción, la compatibilidad con la infraestructura existente y el establecimiento de normativas y estándares específicos para garantizar su seguridad y eficacia. La transición hacia combustibles sostenibles no solo es un reto técnico, sino también una necesidad urgente para lograr un transporte aéreo más limpio y respetuoso con el medio ambiente.

Importancia de la modernización portuaria y tecnologías avanzadas

El impulso hacia la modernización de la infraestructura portuaria, destacado en el concepto de Puertos 4.0, emerge como un factor crítico para la eficiencia y sostenibilidad del transporte marítimo. La adopción de tecnologías avanzadas, como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial, la automatización y la nube, no solo optimiza las operaciones portuarias, sino que también promueve la seguridad, la eficiencia energética y la sostenibilidad ambiental. Estos avances no solo benefician a las empresas involucradas, sino que también mejoran la calidad de los servicios, contribuyen a la seguridad operativa y representan un paso significativo hacia un modelo de transporte marítimo más inteligente y conectado.

Compromiso con la sostenibilidad y desarrollo de rutas comerciales

La creciente conciencia ambiental impulsa un cambio hacia prácticas más sostenibles en el transporte marítimo. La adopción de combustibles limpios, la mejora de la eficiencia energética de los barcos y las iniciativas como "FuelEU Maritime" reflejan un compromiso colectivo hacia la reducción de la huella de carbono en la industria. Además, el desarrollo de nuevas rutas comerciales es esencial, pero presenta desafíos logísticos y regulatorios que deben abordarse de manera integral. La coordinación entre los sectores público y privado, junto con la armonización de regulaciones, se vuelve crucial para garantizar operaciones fluidas y sostenibles a lo largo de estas rutas.



Metodología del informe

El presente informe se ha desarrollado con el objetivo de analizar las tendencias y el futuro de la movilidad sostenible en España, abordando los desafíos a corto y medio plazo en este sector crucial. La metodología adoptada se ha diseñado meticulosamente para proporcionar una visión integral y cualificada de la movilidad sostenible en el país.

Una parte esencial de la metodología fue la colaboración entre Grant Thornton y la Fundación Ibercaja, que desplegaron una encuesta de opinión a directivos y líderes empresariales del sector de la movilidad sostenible en España, a través de su proyecto Mobility City. Esta encuesta proporcionó datos cuantitativos clave para evaluar percepciones, prioridades y desafíos identificados por los actores clave del sector.

El informe se estructura en torno a cinco grandes áreas temáticas. Primero, se aborda el "Acceso universal a la movilidad: Más allá de las barreras tradicionales," explorando las perspectivas, equidad y diversificación de la movilidad, la importancia del vehículo en la industria, desafíos hacia la sostenibilidad y transformaciones en la movilidad interior e internacional. Luego, se profundiza en el transporte por carretera, considerando tecnologías emergentes,

accesibilidad en zonas rurales y urbanas, seguridad vial, desafíos en transporte público y la integración de vehículos conectados y autónomos. La sección dedicada a la movilidad ferroviaria explora estrategias para expandir y mantener redes ferroviarias, beneficios de una red interconectada, modernización de sistemas, coordinación intermodal y el papel de la inteligencia artificial y Big Data en la seguridad ferroviaria. El informe también abarca los desafíos en la movilidad aérea, incluyendo la movilidad aeroportuaria, inversiones tecnológicas para el crecimiento sostenible, políticas de aviación inclusiva, el papel de los drones y la transición hacia combustibles sostenibles. Finalmente, se analiza el transporte marítimo, considerando la importancia de puertos accesibles, la modernización de infraestructuras, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo de rutas comerciales.

En conclusión, el informe proporciona proyecciones y recomendaciones para el futuro de la movilidad sostenible en España, basándose en un análisis integral respaldado por datos cuantitativos y cualitativos, así como la experiencia de expertos en el campo. Esta metodología garantiza una visión completa y actualizada de la movilidad sostenible en el país.

Listado de participantes

Alejandro F. Ibrahim Perera
Director General del Aeropuerto de Teruel
Dr. Ing. Aeronáutico Presidente del Clúster Aeronáutico, Espacial y de Defensa de Aragón (AERA).

Jorge López Pulpón
Head of Business Intelligence & Consulting de ALD – LP – Spain.

Ángel Gil
Gerente del Clúster Logístico de Aragón (ALIA).

Javier Dorado Soto
Head of Public Affairs de Cabify.

Felipe del Busto
Experto en Movilidad Sostenible de CIRCE-Centro Tecnológico.

Luis Morales
Director de El Futuro de la Movilidad.

Jaume Prat
Business Unit Director Electromobility de Ficosa.

Fernando Acebrón
Director de Relaciones Institucionales y Gubernamentales de Ford España.

Ruth Yerga López
Responsable Red de Cátedras de Fundación Repsol.

Juan José Martínez
Communication & PR General Manager de Hyundai.

Adán Piñero Alquegui
Responsable de la Misión Tecnológica en Movilidad Sostenible del Instituto Tecnológico de Aragón (ITAINNOVA).

Analía López Fidalgo
Managing Director (Sensor Engineering & UAS Division) del Galicia Institute of Technology (ITG).

Carlos Blanco Seijo
Director de I+D+I de Navantia.

David Barrientos
Corporate & Intelligent Mobility Communication Manager de Nissan Iberia.

Valentín Alegría
Director de Innovación y Estrategia de Red de RENFE.

Gabriel Castañares
Jefe de Eficiencia Energética y Experto en Movilidad Sostenible de RENFE.

David Antelo
Business Development Director de UMILES.

Sara Sánchez Monclús
Investigadora de Zaragoza Logistics Center.

Jose Maria Galofré
Consejero Delegado/CEO de Volvo Car España.





