



Visión de los cambios en la movilidad desde el ámbito profesional en aragón



José Mª García López

Economista

Resumen

El presente artículo ha sido redactado como un compendio monográfico de las opiniones de los Colegios Profesionales de Aragón (COPA) y los clústeres de Automoción y Movilidad de Aragón (CAAR) y Logístico de Aragón (AlIA) sobre los cambios en la movilidad y las nuevas tendencias al respecto que se están produciendo en la sociedad. Las opiniones expresadas por los participantes se han recogido a través de un cuestionario previo que abordaba diversos temas, como el impacto medioambiental, nuevas soluciones de movilidad, cambios en la motorización, vehículo autónomo, etc. El artículo no es por tanto la opinión del autor, sino de los participantes, Colegios y clústeres.

Los Colegios que han decidido participar con sus respuestas y opiniones son el Consejo de Colegios de Abogados de Aragón, el Colegio de Economistas de Aragón, El Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de

Aragón, Navarra y País Vasco, la demarcación territorial de Aragón del Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, y la demarcación territorial de Aragón del Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y el Colegio Oficial de Químicos de Aragón y Navarra, que además ha redactado un artículo especial sobre el vehículo eléctrico, también incluido en este monográfico.

Resulta muy interesante observar la movilidad desde las diferentes perspectivas de los profesionales, altamente especializados, lo que añade un gran interés al ejercicio realizado en este monográfico. No todas las perspectivas coinciden y algunas generan debate. El resultado final para el lector, sin duda, planteará más preguntas que respuestas, pero también proporcionará un conocimiento más profundo sobre la movilidad que nos afecta a todos, permitiéndole al lector formar una opinión propia fundamentada.

Palabras Clave

Impacto medioambiental de la movilidad, motor eléctrico, pila de hidrógeno, combustibles sintéticos, infraestructuras de movilidad, vehículo autónomo, logística de última milla, industria de automoción, reducción de accidentes, la movilidad como derecho, zonas de bajas emisiones.

Introducción

La movilidad es una necesidad humana ancestral que abarca desde aspectos básicos como la búsqueda de refugio y alimento, hasta la satisfacción de necesidades más avanzadas como la socialización, la búsqueda de una mejor zona para habitar y en el ser humano moderno, también el desplazamiento para mejorar su formación y el ocio, como el turismo.

En cuanto al nivel adecuado de movilidad de las personas, la economía nos dice que los seres humanos elegimos el nivel de consumo que nos brinda un mayor grado de utilidad (sensación subjetiva e individual), dentro de las opciones que nuestras limitaciones de recursos nos permiten.

Precisamente en el contexto de las limitaciones de recursos, o restricción presupuestaria, las personas tienen cada vez más en cuenta el impacto ambiental y la huella de carbono de sus elecciones. Estos costes son en realidad "efectos externos", es decir, costes que los consumidores y productores no asumen directamente. Además, también podríamos considerar otros efectos externos de la movilidad como la congestión del tráfico, el coste personal y social de los accidentes, o la pérdida de tiempo en los desplazamientos y conexiones.

Existe una creciente conciencia social sobre estos efectos externos, lo que ha llevado a la implementación cada vez mayor de normativas, regulaciones, impuestos de emisiones e incentivos para fomentar el uso de vehículos y tecnologías más eficientes, al menos en los países europeos. El objetivo de estas regulaciones debe ser integrar (internalizar) estos costes en las decisiones de consumo e inversión, con el fin de reducir el impacto ambiental.

Sin embargo, existe también una pulsión regulatoria encaminada a "obligar" a elegir ciertos tipos de movili-

dad. La experiencia de la historia del ser humano demuestra que estas medidas obligatorias tienen una menor probabilidad de alcanzar el éxito que persiguen, ya que los seres humanos prefieren siempre tener la libertad de elegir según sus preferencias.

Por otra parte, los costes externos no pueden internalizarse si la regulación no es universal. Actualmente, los países europeos tienen regulaciones más estrictas a pesar de que contribuyen globalmente con menos emisiones. Esto está provocando un proceso de desindustrialización en Europa, sin una reducción significativa de las emisiones globales.

Desde estos puntos de vista, las cuestiones sobre las que solicitamos sus aportaciones a los profesionales de Aragón y a los clústeres, y sus ideas al respecto, son las siguientes.

1. Impacto Medioambiental

Durante las últimas décadas ha habido un aumento acelerado de vehículos con motores de combustión interna, lo que se ha combinado con la creación de una densa red de vías y carreteras. Indiscutiblemente, esta proliferación genera un impacto ambiental negativo.

Existe un elevado grado de consenso en los países desarrollados, especialmente en Europa, en el deseo de reducir el uso de vehículos con motores de combustión y apostar por una movilidad más sostenible. Han surgido objetivos de diversas iniciativas públicas y privadas, así como de intereses y motivaciones sociales, políticas, culturales y económicas.

Hay un firme compromiso en la lucha contra el cambio climático y una creencia en que mejorar la calidad de vida de los ciudadanos está directa-

mente relacionado con una movilidad urbana más sostenible. La movilidad urbana sostenible busca un nuevo paradigma en el que se internalice el impacto ambiental en el coste que los ciudadanos asumen por el uso del servicio de movilidad.

Surge así la sensación de que el modelo actual de movilidad es obsoleto y se plantea la necesidad de cambiarlo. Sin embargo, queda por determinar cómo se realizará este cambio, en qué plazo de tiempo se puede lograr y cuáles serán los recursos económicos y la cantidad de empleo que quizás haya que sacrificar para llevarlo a cabo.

En este contexto de cambio surgen una gran cantidad de factores que también hay que tener en cuenta.

El primero de ellos es, sin duda alguna, el coste de las alternativas. Con los vehículos de combustión se hace hincapié en la contaminación que generan a lo largo de su uso. Pero nuevas alternativas, como el vehículo eléctrico, también añaden nuevos costes ambientales, en gran parte superados por la automoción tradicional. Estos costes se crean a lo largo de todo el ciclo de vida de los nuevos productos, desde su fabricación hasta su uso y reciclaje. Es necesario abordar el problema de forma global, en todas sus fases, y desde este punto de vista los modelos de coches tradicionales han realizado grandes avances en las últimas décadas, con motores más limpios y eficientes y procesos de fabricación enfocados a una gran reutilización de materiales al final de la vida útil.

Además, en la huella de carbono hay que tener en cuenta también los procesos constructivos de infraestructuras, fabricación de firmes, equipamientos de control y señalización. También es importante considerar el ruido, especialmente en las grandes urbes.

Los profesionales aragoneses destacan cómo la irrupción de nuevas tecnologías de telecomunicaciones están suponiendo también cambios notables en las necesidades de movilidad, reduciéndolas. Las soluciones de teletrabajo y videoconferencias fueron adoptadas de forma urgente debido a la pandemia. Tras el regreso a la normalidad algunas de las prácticas han demostrado su utilidad con formatos híbridos de reuniones y teletrabajo con una presencialidad más limitada. Todo esto implica un menor número de desplazamientos y en principio, debería aliviar en el impacto medioambiental.

2. Nuevas soluciones de movilidad

En los últimos años, hemos sido testigos de un rápido avance en las soluciones de movilidad, impulsado por diversos factores como los avances tecnológicos, los cambios en las ciudades y los hábitos de consumo, así como la preocupación por el medio ambiente y la eficiencia del transporte. En este sentido, distintos organismos han propuesto diversas ideas y medidas para abordar estos desafíos y promover soluciones innovadoras que mejoren nuestra forma de desplazarnos.

Una de las primeras ideas planteadas se centra en garantizar una circulación segura y eficiente. Los gestores de infraestructuras deben tomar medidas constructivas y tecnológicas para asegurar que las nuevas soluciones de movilidad se integren de manera segura en el entorno vial. Esto implica la implementación de tecnologías de detección y alerta, así como la segregación de carriles para vehículos específicos.

La idea de vehículos compartidos y de alquiler también ha ganado terreno en el contexto de la movilidad urbana. Los sistemas de car-sharing, donde va-

rios usuarios comparten un vehículo, pueden reducir el número de vehículos en circulación, disminuyendo así la congestión y mejorando la eficiencia del transporte. Para fomentar esta práctica, se proponen medidas como la creación de carriles BUS-VAO, que permiten a los vehículos compartidos tener preferencia en determinadas vías. También afloran soluciones como el transporte público bajo demanda, donde los vehículos adaptan sus rutas a las necesidades de usuario, eliminando rigideces e ineficacias en la red desplegada.

Además de los vehículos tradicionales, la introducción de nuevos vehículos de movilidad personal, como bicicletas y patinetes eléctricos, ha generado cambios en las infraestructuras viales. Se están creando carriles dedicados para estos medios de transporte y se están implementando tecnologías para su detección e integración en los sistemas de gestión de la movilidad. Estas soluciones ofrecen una alternativa más sostenible y eficiente para los desplazamientos cortos en entornos urbanos.

Otro aspecto fundamental es la seguridad vial. Con la adopción de estas nuevas soluciones de movilidad, es necesario revisar y actualizar los protocolos de actuación en caso de incidentes y accidentes. Se deben tener en cuenta las características específicas de estos vehículos y sus usuarios, para garantizar la seguridad de todos los actores en la vía.

Estas ideas y propuestas son solo una muestra de las soluciones de movilidad innovadoras que se están explorando. La evolución de la movilidad no se detiene y continuará transformando nuestra forma de desplazarnos en el futuro.

Un último aspecto importante para tener en cuenta es la rápida evolución de estas soluciones al unirse con las

telecomunicaciones. Los avances en comunicación inalámbrica y tecnologías de sensores van a impulsar cambios significativos en la forma en que nos movemos.

3. Cambios en la motorización. Ventajas e inconvenientes

Este apartado, tras el del impacto medioambiental, es el que más asuntos de debate implica, como han reflejado las respuestas.

Podemos clasificar la motorización de los vehículos en cuatro grandes grupos: Los motores de combustión de combustibles fósiles y derivados, los vehículos eléctricos, híbridos que combinan entre ambos y los motores de pila de combustible.

Otro aspecto importante que debemos tener en cuenta es el tipo de solución de movilidad al que se aplican: vehículos particulares (con sus diferentes variantes), transporte por carretera (de pasajeros y mercancías), ferrocarril y transporte aéreo.

La evolución de la motorización se dirige hacia la reducción de emisiones y la eficiencia energética. Los motores de combustión e híbridos aún tienen un impacto medioambiental significativo, pero se están explorando alternativas como los combustibles sintéticos neutros en emisiones o los biocombustibles.

La motorización híbrida combina dos propulsores (térmico y eléctrico, que pueden ir montados en serie, combinados o en paralelo) lo que permite reducir las emisiones y tener un consumo de combustible más eficiente. Además, se han introducido variantes como los microhíbridos o semi híbridos, que cuentan con un motor auxiliar eléctrico, que se recarga con energía cinética de la conducción. Estos

vehículos no tienen autonomía eléctrica y su único propósito es optimizar el consumo del motor de combustión y, por ende, reducir las emisiones.

Por otro lado, están los híbridos enchufables con batería que puede actuar en modo eléctrico puro y prescindir completamente de la combustión. Sin embargo, estos motores tienen inconvenientes similares a los de los vehículos eléctricos, a los que se suma el impacto de las emisiones de un vehículo de combustión. A pesar de ello la combinación de estas tecnologías también reducen el impacto ambiental en la fase de uso.

La diversidad de alternativas, todas en fase de desarrollo, lleva a pensar que el cambio hacia nuevos tipos de motorizaciones debe ser progresivo, facilitando el acceso a todas las personas y garantizando distintas opciones donde poder elegir.

Desde una perspectiva geopolítica, estos cambios pueden suponer una amenaza a la excelencia alcanzada por los fabricantes europeos en la fabricación de motores térmicos. Una amenaza sobre la industria y los centenares de miles de empleos que generan. Europa debería aprovechar el conocimiento y las capacidades industriales para fabricar motores de alto rendimiento y alta fiabilidad.

En este sentido, los combustibles sintéticos son una oportunidad para la adaptar vehículos ya fabricados a alternativas más limpias. Esta transición es posible y podría evitar el desecho de vehículos fuera de las nuevas normas que aún son plenamente operativos y que, sin esta alternativa, terminarían en un desguace.

Los combustibles sintéticos se producen mediante procesos químicos orgánicos que utilizan fuentes de carbono como el CO₂ o biomasa y en su composición suele incluirse hidrógeno,

metanol, gasolina y diésel sintéticos. Estos combustibles pueden contribuir a la reducción de las emisiones de CO₂ al capturar y reciclar el CO₂ atmosférico o el emitido por la industria. Para mejorar su impacto, en su producción se deberían utilizar energías de fuentes renovables, o sin emisiones.

En este campo, aún no existen tecnologías maduras implantadas a nivel industrial, lo que brinda una ventaja en términos de capacidad de innovación y desarrollo, y no hay barreras de entrada significativas. Sin embargo, existe el riesgo de emprender caminos de investigación que no desembocuen en éxito.

En cualquier caso, la apuesta principal de Europa en este momento es la electrificación del parque móvil, especialmente para los vehículos particulares. Para lograr una electrificación a gran escala se necesitarán inversiones en infraestructuras, redes de carga, mayor producción de electricidad y una solución para el reciclaje de baterías. Aunque puede ser viable a largo plazo, avanzar en esta dirección en el corto plazo requiere tiempo, esfuerzo e inversiones importantes, así como un cambio de hábitos entre los usuarios.

La electrificación está generando cambios en el mercado, con la entrada de nuevos fabricantes y marcas asiáticas que ofrecen productos más allá de su mercado interno y comienzan a desplegar su red de distribución en Europa. Estos productores asiáticos tienen regulaciones menos exigentes en materia ambiental o laboral, lo que supone una competencia desigual. Además, se debe tener en cuenta el control que algunos países ejercen sobre las tecnologías y materias primas necesarias para la producción de las baterías.

La instalación de puntos de recarga representa un hándicap significativo para la red de estaciones de servicio

existente, tanto en términos de inversión como de tiempo y carga burocrática. Actualmente la inversión no se recupera en un período de tiempo lo suficientemente rápido como para que sea rentable instalar estos puntos.

Por otro lado, el crecimiento del parque de vehículos eléctricos exigirá un aumento de la producción de energía eléctrica, lo que puede disparar las horas de funcionamiento de las centrales de ciclo combinado y cogeneración, generando un impacto medioambiental opuesto al buscado. Por esta razón, en Europa se está reabriendo el debate sobre la necesidad de contar con la energía nuclear, ya sea ampliando la vida útil de los reactores existentes o construyendo nuevas instalaciones.

Las baterías son seguramente el principal campo de investigación y desarrollo tecnológico hoy en día. Su evolución dependerá, además de la tecnología, de factores geoestratégicos debido a la rareza y ubicación de los nuevos elementos necesarios, como el litio o el cobalto. En el corto plazo hay pocas posibilidades de obtener un acumulador estándar universal. En este sentido, es posible que la UE avance hacia una Norma Euro VII que regule la durabilidad mínima de la batería en los nuevos coches eléctricos, exigiendo que mantengan al menos el 70% de su capacidad original al cumplir los 8 años o los 160.000 Km.

Por último, la tecnología de la pila de hidrógeno resuelve los problemas de emisiones de los motores térmicos y los asociados al vehículo eléctrico, tanto de autonomía como de despliegue de infraestructura de producción, transformación y distribución de puntos de recarga eléctrica.

En Aragón, esta tecnología representa una clara oportunidad debido a los veinte años de experiencia con los

que cuenta la Fundación del Hidrógeno y las condiciones potenciales del entorno para la generación de hidrógeno verde, producido a través de energías renovables en períodos de menor demanda.

Ya existen algunas marcas que comercializan estos vehículos (Toyota, Hyundai) e incluso en Aragón, dos empresas han firmado una alianza para promover el uso del hidrógeno procedente de fuentes renovables (Arpa EMC y el Grupo Zoilo Ríos).

Es una tecnología muy prometedora, pero aún está en desarrollo. Se deben resolver todavía problemas como el almacenamiento seguro a alta presión, la generación de hidrógeno a través de energías verdes (renovables o nucleares) o los costes de producción.

Por el momento parece que es una tecnología cuya aplicación irá al menos encaminada a los campos de la siderurgia, aeronáutica, transporte marítimo, ferroviario y vehículos de gran tonelaje. En este sentido cabe destacar que en junio de 2023 se realizó en primer viaje de pruebas en tren impulsado por pila de hidrógeno (FCH2Rail) en Aragón, entre Zaragoza y Canfranc, un proyecto desarrollado gracias a un consorcio integrado por CAF, DLR, Toyota, Renfe, Adif, CNH2, IP y Stemmann-Technik, con un presupuesto de 14 millones de euros.

4. Vehículo conectado y/o autónomo

Tanto el vehículo conectado como el vehículo autónomo son tecnologías de conducción asistida, pero con grandes diferencias. El coche conectado cuenta con un amplio abanico de tecnologías y aplicaciones para la comunicación entre diferentes elementos, tanto internos como externos del propio coche, conectado a través de Internet.

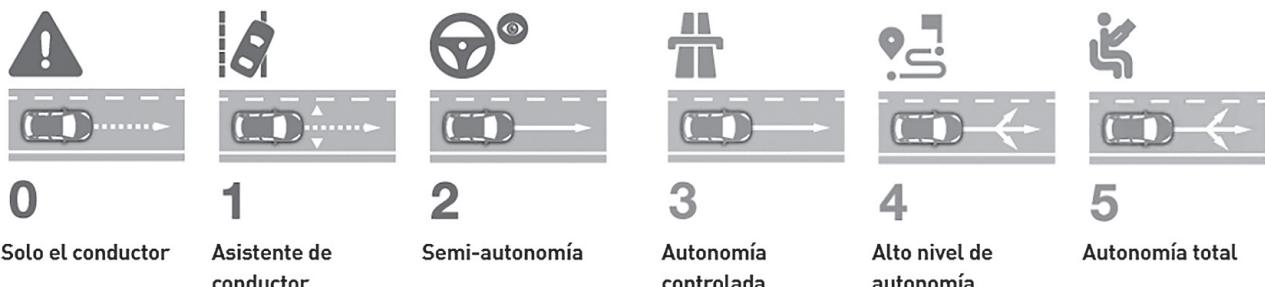


Figura 1. Fuente: SAE (a través de RACE)

Por su parte, el coche autónomo se refiere a vehículos que pueden ser conducidos sin necesidad de que haya un ser humano al volante, lo que supone un grado de asistencia a la conducción de otro orden de magnitud. Es este último caso el que supone una mayor revolución en los cambios de movilidad.

De acuerdo con la Sociedad de Ingenieros de la Automoción (Society of Automotive Engineers, SAE), los vehículos autónomos se clasifican en seis categorías, de 0 a 5 en proporción creciente de autonomía.

Así, el nivel 0 de conducción autónoma corresponde a ningún tipo de automatización, el nivel 1 corresponde a asistencias como control de velocidad o el asistente de mantenimiento de carril y el nivel 2 incluye funciones como aparcamiento automático o mantenimiento de distancia con el coche preferente. Este último nivel es el máximo de autonomía autorizado en el ámbito de la UE.

El nivel 3 marca un punto de inflexión, en el que el vehículo observa el entorno y puede asumir prácticamente toda la conducción. En el nivel 4 el coche es completamente automático e incluso decide si ceder el control al humano que requiere la conducción. El nivel 5 serían vehículos que carecerían de volante y pedales. Sin embar-

go, estos dos últimos niveles aún se encuentran en fase de pruebas piloto y no existen modelos comerciales disponibles.

Los sistemas de asistencia avanzada a la conducción (ADAS) y los sensores de última generación (LIDAR) están permitiendo grandes mejoras y suponen avances para incrementar el nivel de autonomía. Sin embargo, aún se requiere un gran trabajo para establecer los límites y entrenar a los sistemas en diferentes variables en entornos reales. El vehículo necesita información de 360° de su entorno, lo que se logra mediante la implementación de sensores de ultrasonidos, radar, cámara termográfica, sensor óptico, láser, cámara de vídeo y sistemas de intercambio de información con otros vehículos.

El marco normativo deberá de adaptarse a la realidad tecnológica para su uso a gran escala y permitir la circulación en vías públicas. La responsabilidad en las decisiones de la conducción aún es un punto crítico y actualmente recae en el conductor. Por lo tanto, estos sistemas son considerados asistencia y en Europa no está permitida la conducción autónoma sin supervisión.

Se prevé que en 2025 la UE permita conducción autónoma de nivel 3, en la cual el conductor puede decidir

que el sistema de conducción automatizada tome el control sobre el vehículo y realice todas las funciones de la conducción con unas ciertas limitaciones. Sin embargo, el conductor seguirá siendo el responsable de la conducción.

En relación con la responsabilidad, la aproximación no debería ser diferente a la de otros modos de transporte. Si se produce un accidente por causas imputables a un vehículo, como pueda ser un fallo mecánico de fabricación, la responsabilidad reca en el fabricante del vehículo. Si el accidente se produce debido un fallo en los algoritmos de conducción del vehículo, nuevamente la responsabilidad recaerá en el fabricante.

Y si el accidente se produce por otras causas, mientras sea un vehículo con un nivel de autonomía en el que se requiera atención o control por parte del conductor, habrá que determinar la responsabilidad en cada caso, como en la conducción no asistida.

En cuanto al volumen de datos que la conducción asistida genera, cada vez mayor, supone un desafío para la privacidad del conductor y los ocupantes. Parece lógico que los datos generados, que incluyen información personal y de comportamiento, como ubicaciones y patrones de conducción y preferencias, sean propiedad del usuario.

Sin embargo, en vehículos no privativos, esto puede resultar complicado y plantear situaciones de violación de la privacidad y la libertad individual. Por otra parte, actualmente ya se utilizan servicios de terceros, como sistemas de navegación, localización y telemáticos, que son propiedad de sus proveedores y presentan problemas similares. Incluso, es posible que la privacidad personal se vea comprometida al realizar pagos con medios distintos del efectivo, se viaje en bar-

co, ferrocarril o avión, al hospedarse en hoteles o simplemente al acudir a un centro médico.

En esta línea hay políticas de regulación promovidas para establecer unas reglas del juego, como el originado por el Comité Europeo de Protección de Datos, específicamente para el contexto del vehículo conectado bajo el título de "Processing personal data in the context of connected vehicles and mobility related applications".

En cuanto a las oportunidades de nuevos modelos de negocio alrededor de estos vehículos, el más destacado es el de la movilidad como servicio. Es decir, un modelo basado en la suscripción en lugar de la compra única. Para desarrollar estos modelos serán necesarias nuevas empresas tecnológicas vinculadas a automoción, para la gestión de estas nuevas tipologías de vehículos.

5. Cambios en la logística de la última milla

La logística de la última milla es un aspecto crucial en la cadena de suministro, especialmente en el contexto del comercio electrónico en constante crecimiento. Consiste en la entrega de productos desde un centro de distribución o almacén hasta el consumidor final. En los últimos años, ha habido importantes avances en este campo, con el objetivo de optimizar la eficiencia, reducir costos, disminuir la congestión del tráfico urbano y minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Uno de los aspectos fundamentales en el desarrollo de la logística de la última milla está relacionado con las Smart Cities o ciudades inteligentes. Estas ciudades buscan integrar diferentes modos de transporte, como bicicletas, transporte público, vehículos compartidos y el desplazamiento a

pie, para mejorar la movilidad de los ciudadanos y reducir el tráfico y la contaminación. Para lograr esto, se utilizan tecnologías como sensores, redes de comunicación, sistemas de información geográfica y análisis de datos para optimizar la movilidad en estas ciudades.

En el ámbito de la movilidad intralogística (la parte de la cadena de suministro que engloba todos los procesos y movimientos internos de la mercancía, desde la recepción de materias primas y su envío a las líneas de producción, hasta el almacenaje y expedición de productos terminados a los clientes), se están utilizando tecnologías innovadoras como la inteligencia artificial, la robótica y la automatización para mejorar las cadenas de suministro y hacer que la movilidad sea más accesible. Por ejemplo, se están implementando sistemas de transporte automatizados, como AGVs (vehículos autónomos guiados), que permiten mover los productos de manera eficiente dentro de los centros logísticos, reduciendo los tiempos y costos asociados.

En relación con la logística de la última milla, se han identificado diversos desafíos que deben abordarse para mejorar su eficiencia. Uno de los principales problemas a resolver es la planificación manual de rutas de entrega, lo cual puede resultar en recorridos más largos y tiempos de entrega subóptimos. Esto puede generar mayores costos salariales y de combustible, así como problemas de tráfico que pueden retrasar las entregas.

Además, la falta de una hora de entrega definida o la entrega fallida pueden generar pérdida de clientes potenciales y aumentar los costes asociados a la devolución de productos y los intentos de re-entrega. También es importante considerar las sanciones por mal estacionamiento, que pueden generar costes adicionales para las empresas de logística.

Para mejorar la eficiencia de la logística de la última milla, es fundamental contar con conectividad permanente, herramientas informáticas de planificación de rutas que utilicen inteligencia artificial y sistemas de alertas para comunicarse con los destinatarios de los envíos. Además, es necesario establecer zonas de carga y descarga exclusivas para profesionales de la logística de última milla, y contar en medida creciente con vehículos eléctricos que reduzcan el impacto ambiental y el ruido en los cascos urbanos.

En este contexto, la digitalización juega un papel fundamental. El uso de tecnologías de seguimiento en tiempo real de los envíos, gestión de inventarios y sistemas de entrega más eficientes, como drones y robots, contribuyen a optimizar la cadena de suministro y agilizar los procesos de entrega.

Además, es importante destacar la importancia de la colaboración entre los municipios y las empresas del sector logístico para mejorar la eficiencia de la logística de la última milla. Los ayuntamientos pueden facilitar la implementación de zonas de carga y descarga exclusivas, mientras que las empresas de logística deben invertir en tecnologías y vehículos adecuados, así como establecer una comunicación fluida con los destinatarios de los envíos.

Un aspecto poco tratado en la llamada Distribución Urbana de Mercancías es la llamada logística inversa, entendida como el proceso por el cual los vehículos y equipos que acceden a la ciudad para aprovisionarla pueden optimizar sus rutas para volver a sus bases cargados de mercancías y productos.

En resumen, la logística de la última milla es un aspecto crucial en la cadena de suministro, especialmente en el contexto del comercio electrónico en constante crecimiento. Para mejorar su



eficiencia, es necesario utilizar tecnologías innovadoras, como la inteligencia artificial y la robótica, así como establecer una comunicación fluida con los destinatarios de los envíos. Además, es fundamental contar con la colaboración entre los ayuntamientos y las empresas del sector logístico para implementar medidas que optimicen la movilidad en las ciudades y reduzcan el impacto ambiental. La digitalización y la adopción de vehículos eléctricos también desempeñan un papel fundamental en la mejora de la logística de la última milla.

6. ¿Es posible alcanzar el objetivo de CERO accidentes?

Aunque hemos asumido que la mayor parte de los cambios que se están produciendo en el ámbito de la movilidad están encaminados a reducir el impacto medioambiental, la sociedad española ha evolucionado en los últimos años también hacia una mayor conciencia de prevención de accidentes.

Por ello nos planteamos también si estos cambios que observamos pueden encaminarnos a la consecución del objetivo de cero accidentes.

La respuesta en algún caso es contundente, bajo el argumento de que la seguridad absoluta no existe. Sin embargo, es importante marcar dicho objetivo, de manera similar al objetivo marcado en el ámbito del empleo con los accidentes laborales.

Así, aunque no existe una seguridad absoluta y siempre existirá cierto grado de imprevisibilidad en los accidentes y sus causas, a través de medidas preventivas, como mejoras en infraestructuras, educación vial, tecnologías de asistencia al conductor y reducción de la velocidad, se puede trabajar hacia una aproximación asintótica a la

meta de cero accidentes. Esto implica minimizar al máximo el número de accidentes y su gravedad, aunque no se pueda afirmar que no ocurrirán en absoluto.

Los cambios tecnológicos desempeñan un papel fundamental en la búsqueda de la seguridad vial. Los avances en los sistemas de asistencia al conductor, como el frenado automático de emergencia y los sistemas de alerta de colisión, han demostrado ser muy eficaces para prevenir accidentes y reducir su gravedad. Estas tecnologías ayudan a los conductores a tomar decisiones más seguras y a evitar situaciones de riesgo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la tecnología por sí sola no es suficiente, ya que la seguridad vial también depende de otros factores, como las imprudencias humanas o los fallos técnicos.

También es imprescindible seguir mejorando la infraestructura vial y aumentar las inversiones destinadas a su conservación. Una infraestructura adecuada incluye calles y carreteras bien diseñadas y mantenidas, señalización clara, iluminación adecuada y medidas de seguridad, como barreras de protección. Estas mejoras contribuyen a reducir los riesgos y a garantizar un entorno vial más seguro para todos los usuarios.

La educación vial desempeña un papel crucial en la búsqueda de la seguridad. Es fundamental que los conductores estén debidamente informados y capacitados sobre las normas de tráfico, los riesgos asociados a la conducción y las buenas prácticas para evitar accidentes. Además, es importante fomentar una conciencia vial responsable y promover actitudes seguras al volante. La concienciación del conductor es un factor clave en la prevención de accidentes y en la consecución del objetivo de cero accidentes.

Tanto los fabricantes de vehículos como los usuarios deben comprometerse con la seguridad vial. Los fabricantes tienen la responsabilidad de diseñar vehículos más seguros, con mejoras en la seguridad activa y pasiva, así como sistemas avanzados de asistencia al conductor. Por otro lado, los usuarios deben cumplir con las normas de tráfico, conducir de manera responsable y aprovechar las tecnologías de seguridad disponibles en sus vehículos.

En definitiva, la búsqueda del objetivo de cero accidentes de tráfico requiere la colaboración de diversos organismos y actores, incluidos los fabricantes de vehículos, los usuarios, los organismos públicos y la sociedad en su conjunto. Es necesario aprovechar los avances tecnológicos, mejorar la infraestructura vial, promover la educación vial y fomentar una concienciación responsable en todos los conductores. Aunque alcanzar la seguridad absoluta puede ser una utopía, trabajar hacia una aproximación asintótica nos permitirá reducir significativamente los accidentes de tráfico y sus consecuencias, garantizando así un entorno vial más seguro para todos.

7. Problemas de movilidad urbana vs problemas de movilidad rural

Los desafíos a los que se enfrentan los cambios en la movilidad son completamente diferentes cuando cambiamos el enfoque desde el ámbito urbano (en el que se centra la mayor parte de este artículo) al ámbito rural.

En el ámbito urbano, además del impacto medioambiental y la calidad del aire en los centros urbanos, hay que resolver otros problemas como la congestión del tráfico. El aumento en los tiempos de viaje y la mayor contaminación sonora son consecuencias

directas de esta situación. La escasez de espacios de aparcamiento también influye en la congestión, mientras que el espacio limitado dificulta la gestión eficiente del tráfico. La concentración de vehículos en las áreas urbanas también contribuye, como hemos dicho, a la contaminación atmosférica.

Por otro lado, la movilidad en entornos rurales se enfrenta a desafíos diferentes. Las infraestructuras suelen ser menos desarrolladas y los medios de transporte son insuficientes, lo que dificulta la conectividad entre las diferentes áreas rurales y los servicios esenciales. La gran dependencia del transporte privado en estas zonas puede resultar en mayores costes de transporte y dificultad de movilidad para aquellos que no disponen de vehículos propios. Estos factores no son determinantes en el proceso de despoblación, pero contribuyen a acentuarla.

La mayoría de las acciones y soluciones en materia de movilidad se han centrado tradicionalmente en el ámbito urbano, dejando de lado las necesidades específicas de las áreas rurales. En las zonas urbanas, se busca evitar la congestión y se busca dotar al transporte colectivo de flotas que puedan satisfacer una alta demanda. En contraste, en las áreas rurales, el desafío principal radica en establecer una mínima dotación de transporte que permita una conexión adecuada.

La longitud de las redes de transporte en zonas rurales puede ser mayor debido a las mayores distancias a recorrer. Esto implica que se requiere una mayor capilaridad y un mantenimiento más exigente tanto de las infraestructuras como de los medios de transporte. Además, las necesidades de transporte en zonas rurales suelen ser atendidas a través de fórmulas consorciadas o mancomunidades, lo que implica la necesidad de subvenciones debido a la baja demanda.



Es crucial reconocer que la movilidad es una necesidad social que debe ser cubierta en todos los niveles territoriales. Existe un instrumento público de reciente creación (febrero de 2022), la Mesa de la Movilidad Rural, conformada por representantes de los Ministerios de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) y el de Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITERD) junto con las Comunidades Autónomas y la Federación Española de Municipios y Provincias, con el objetivo principal de dotar de soluciones de movilidad innovadoras al mundo rural.

En el marco de este instrumento se ha decidido iniciar varias acciones, entre las que se encuentran elaborar mapas de accesibilidad de todo el territorio con la distancia de población a una autopista, autovía o carretera principal; la preparación de una serie de indicadores de oferta y demanda de movilidad para los residentes en las zonas rurales; creación de una web participativa sobre movilidad rural; la elaboración de una Guía de Buenas Prácticas de soluciones de movilidad en entornos rurales y un programa de participación, sensibilización y difusión en materia de movilidad rural.

En resumen, la movilidad urbana y rural presentan desafíos distintos y requieren soluciones adaptadas a cada entorno. Es esencial garantizar una adecuada red de transportes en ambos casos, ya sea para enfrentar la congestión en entornos urbanos o para proporcionar una conectividad eficiente en áreas rurales. La colaboración entre administraciones y la participación de la sociedad civil son clave para mejorar la movilidad en todas las áreas, asegurando así la provisión de un servicio que resulta fundamental para todas las personas.

8. Accesibilidad y uso de los instrumentos de movilidad

El objetivo de apartado consiste en reflexionar sobre los cambios tendentes hacia una movilidad inclusiva y accesible, que ayude a superar barreras y promueva la elección.

En el ámbito de la movilidad especial, es fundamental garantizar que los equipos y dispositivos destinados a facilitar la movilidad personal estén ampliamente disponibles y sean accesibles para todas las personas. A medida que la población envejece y se concentra en áreas urbanas, es crucial que el uso de instrumentos de movilidad esté al alcance de todos.

Es importante tener en cuenta que las soluciones de movilidad no deben ser impuestas, sino que deben ofrecerse opciones y permitir la elección. Esto se logra brindando información clara sobre cada una de las alternativas disponibles. De esta manera, se evita generar rechazo y se fomenta la aceptación por parte de los usuarios.

Por ejemplo, un medio que prolifera en las ciudades es la bicicleta, una solución óptima en muchos casos, pero no siempre es accesible para todos. Factores como el tipo de trayecto, el entorno en el que se llevará a cabo o las limitaciones físicas y de edad de los usuarios pueden dificultar su utilización. Por lo tanto, es crucial abordar el concepto de movilidad inclusiva al considerar las posibles soluciones.

Es fundamental que los usuarios tengan alternativas para elegir la opción que mejor se adapte a sus necesidades. Aquí es donde la tecnología de las telecomunicaciones desempeña un papel fundamental. Las aplicaciones móviles y las plataformas de transporte compartido permiten un acceso fácil a servicios de movilidad, como taxis, bicicletas compartidas y

motocicletas eléctricas. Además, la comunicación inalámbrica facilita el acceso a información en tiempo real sobre horarios, rutas y condiciones del tráfico, lo que mejora la experiencia de los usuarios.

La accesibilidad y el uso de instrumentos de movilidad deben ser considerados como derechos fundamentales, garantizados para todas las personas, incluidas aquellas con movilidad reducida. Es responsabilidad de los Estados, las administraciones de transporte y los proveedores de servicios trabajar juntos para crear entornos inclusivos y asegurar que todas las personas puedan acceder y utilizar los medios de transporte sin barreras.

Sin embargo, aún existen muchas barreras y obstáculos que limitan la movilidad de las personas con discapacidad. Estas barreras pueden estar asociadas tanto a la infraestructura de la vía pública como al transporte público y sus elementos complementarios, como las estaciones intermodales. Estas limitaciones a menudo conducen a la selección forzada de modos de transporte específicos o a la exclusión de ciertos usuarios.

Para abordar esta problemática, existe un marco normativo y se llevan a cabo diversas actuaciones que ejercen como instrumentos para mejorar la accesibilidad y lograr una movilidad universal e inclusiva. Estas medidas incluyen la adaptación de infraestructuras, la implementación de diseños accesibles, la promoción de sistemas de transporte inclusivos y la formación de profesionales en el ámbito de la movilidad especial.

Hay otros aspectos clave para una movilidad realmente inclusiva que todavía no han madurado suficiente. Uno de ellos es la adopción de medidas en favor de la accesibilidad cognitiva, que permita a personas con problemas de comprensión (dis-

capacidades intelectuales o desconocimiento del idioma) desenvolverse con libertad. Difícilmente podrán deambular y ejercer una movilidad plena aquellas personas que, por desconocimiento, transitan por un espacio que se vuelve hostil.

En conclusión, avanzar hacia una movilidad inclusiva y accesible implica superar barreras físicas y normativas, y promover la elección y la disponibilidad de opciones de transporte adecuadas para todas las personas. Mediante la utilización de tecnologías y el compromiso de los diferentes actores involucrados, podemos trabajar juntos para crear entornos y servicios de transporte que permitan una movilidad segura, cómoda y equitativa para todos.

9. Cambios normativos

El Consejo de ministros aprobó y remitió a las Cortes el Proyecto de ley de Movilidad Sostenible el pasado 13 de diciembre de 2022, con la intención de que fuera tramitada y aprobada definitivamente a lo largo de 2023. La convocatoria anticipada de elecciones realizada el 29 de mayo ha hecho decaer la tramitación de esta ley con la disolución del Congreso de los Diputados y el Senado.

La conformación de un nuevo gobierno sea el que sea el "color" del mismo, marcará nuevas prioridades, entre las que se puede encontrar o no una norma de movilidad en el sentido en el que se ha venido desarrollando. A pesar de su decaimiento, el análisis del Proyecto de Ley nos aporta información de los cambios normativos que en materia de movilidad pueden producirse.

La Ley estaba marcada por cuatro pilares básicos. El primero de ellos y, seguramente más novedoso, contemplaba la movilidad como un derecho



social, lo que no está exento de debate. Entre otras cuestiones porque la creación de un Sistema Nacional de Movilidad Sostenible, con un órgano de cooperación entre administraciones, puede acabar convirtiéndose en un ente que limite unos modos de transporte frente a otros, lo que evidentemente no supone la ampliación del "derecho a la movilidad".

Los otros pilares del Proyecto de Ley lo conformaban la movilidad limpia y saludable (con la creación de las Zonas de Bajas Emisiones, ya previstas en la Ley de Cambio Climático, también muy controvertidas), un sistema de transporte digital e innovador y en cuarto lugar la categoría de invertir mejora al servicio de los ciudadanos.

En esta materia los entrevistados abogan por la necesidad de garantizar la movilidad aplicando cambios de forma no excluyente. Asimismo, destacan la necesidad de buscar el equilibrio entre la reducción de las emisiones y la libertad de los usuarios, elaborando una normativa coherente con la realidad para que sea creíble y aceptada por los ciudadanos.

En cuanto a las Zonas de Bajas Emisiones, aportan la necesidad de que los criterios sean comunes, no sólo a nivel de la Unión Europea, sino aplicada como estrategia común de alcance mundial. El objeto de las limitaciones que conllevan es el de mantener unas condiciones de calidad del aire saludable en el interior de las ciudades y contribuir a reducir el impacto ambiental de la movilidad humana.

Es evidente que limitar la circulación por el centro de las capitales de provincia aragonesas, cuya aportación en emisiones es ridículamente ínfima, genera enormes costes para los habitantes de estas ciudades. Si su esfuerzo no es imitado por todos los seres humanos, especialmente los que se mueven por las ciudades con mayores emisiones (normalmente fuera de la

UE), genera un enorme desequilibrio y consecuentemente muy baja adhesión al cumplimiento normativo.

Además, estas medidas no evitan las emisiones fuera de ciertos municipios, así que deberían combinarse con otras de mejora de los sistemas de transporte público metropolitano e interurbano que permitan una movilidad más eficiente que el vehículo privado. Asimismo, debe contemplarse como complemento o incluso como alternativa, medidas que promuevan la renovación del parque móvil hacia vehículos de propulsión más limpia.

Por último, en relación con el ámbito territorial, la gestión de la movilidad se realiza con enfoques muy locales y compartimentados. Ello implica mucha gestión burocrática sobre las infraestructuras y se centra en la resolución de problemas en ocasiones muy concretos. Se considera necesaria una gestión de la movilidad desde un punto de vista estratégico, probablemente en el ámbito de la Comunidad Autónoma, en la que se definen los marcos de gestión de la movilidad y el transporte de manera coordinada para los distintos modos y servicios y a nivel de todo el territorio. Además, esta gestión estratégica debería estar coordinada a nivel nacional y en línea con el resto de los países europeos. Con el despliegue del vehículo conectado, deberá poderse "interactuar" con vehículos (privados, convoyes, etc.) procedentes de cualquier lugar de Europa y esto solo será posible con una normativa común.

10. Infraestructuras y cambios

La evolución de la movilidad y el desarrollo de tecnologías más sostenibles plantean importantes desafíos en términos de infraestructura en muchas categorías. En este apartado exploramos la importancia de la infraestructura para la evolución de la movilidad

y cómo se deben adaptar las redes viales para garantizar la seguridad y la convivencia entre los diferentes tipos de vehículos, pero también en el ámbito de la generación y suministro de hidrógeno para vehículos eléctricos propulsados por celdas de combustible. Asimismo, es necesario establecer infraestructuras adecuadas para la recogida, tratamiento, reutilización y reciclado de las baterías utilizadas en los vehículos eléctricos.

Otro de los aspectos fundamentales es la ampliación y optimización de las redes de carga para vehículos eléctricos. Con la creciente demanda es necesario contar con una infraestructura de carga que sea capaz de satisfacer las necesidades de los usuarios. Esto implica la instalación de una mayor cantidad de estaciones de carga en lugares estratégicos y la mejora de su eficiencia para reducir los tiempos. Además, la infraestructura de comunicaciones debe ser robusta y capaz de manejar la gran cantidad de datos generados por los vehículos conectados para garantizar una movilidad inteligente y eficiente.

La movilidad sostenible también requiere adaptaciones en las infraestructuras viales. Es necesario considerar la idoneidad de extender carriles exclusivos para vehículos individuales, aceras accesibles y estaciones de car-

ga adicionales en puntos estratégicos. Aunque esta movilidad no es apta para todas las personas, puede ayudar reducir la congestión del tráfico en las zonas urbanas. Asimismo, las infraestructuras de transporte deben evolucionar hacia infraestructuras inteligentes, que utilicen tecnologías avanzadas para gestionar y monitorear el tráfico de manera eficiente.

La sensorización de las infraestructuras viales juega un papel crucial en la gestión del tráfico. Al contar con sistemas de monitorización en tiempo real, es posible analizar el flujo de vehículos y tomar decisiones basadas en datos para mejorar la circulación. La implementación de modelos digitales, como el Building Information Modeling (BIM) y los Gemelos Digitales, permite simular y planificar el diseño y la gestión de las infraestructuras de manera más precisa y eficiente.

A medida que avanza la tecnología de conducción autónoma, las infraestructuras viales también deberán adaptarse. Si bien la circulación total de vehículos autónomos aún está lejos de ser una realidad, se espera una transición gradual hacia esta situación. Es necesario establecer una gestión adecuada de la red viaria, que combine de manera eficiente los vehículos de conducción manual y autónoma. La Unión Europea, por ejem-

	ISAD	Name	Infrastructure side	AV side	Digital map with road signs	VMS warnings, incidents, weather	Microscopic traffic situation	Guidance: speed, gap, lane advice
Conventional Infrastructure	E	Conventional infrastructure / no AV support		Road geometry and road signs have to be recognized by AVs on their own				
	D	Static digital information / map support	Digital map data (including static road signs) complemented by physical reference points	Traffic lights, short term road works and VMS have to be recognized by AVs on their own				
Digital Infrastructure	C	Dynamic digital information	All static and dynamic information can be provided to the AVs in digital form	AVs perceive infrastructure support data				
	B	Cooperative perception	Infrastructure is capable of perceiving microscopic traffic situations	AVs perceive infrastructure support data in real time (C-ITS Day 1)				
	A	Cooperative driving	Infrastructure is capable of perceiving vehicle trajectories and guide single AVs (or AV groups)	AVs are guided by the infrastructure in order to optimize traffic flow (C-ITS Day 2+)				

Figura 2. Niveles de infraestructuras según nivel de digitalización. Fuente proyecto INFRAMIX.



plo, ha financiado proyectos como el Proyecto INFRAMIX, que propone una clasificación de las carreteras según su capacidad de soportar la conducción autónoma, estableciendo cinco niveles de digitalización de las vías o tramos, conocido como ISAD (Infrastructure Support for Automated Driving).

En resumen, la evolución de la movilidad requiere una adecuada infraestructura que sea capaz de satisfacer las necesidades de los nuevos modelos de transporte. Desde la generación y suministro de hidrógeno hasta la expansión de las redes de carga para vehículos eléctricos, pasando por la implementación de infraestructuras inteligentes y la preparación para la conducción autónoma, es esencial que las infraestructuras viales se adapten y evolucionen. La inversión en estas mejoras es fundamental para garantizar una movilidad eficiente, segura y sostenible en el futuro.

11. Otras cuestiones

En este último apartado se recogen otros asuntos de interés para los Colegios Profesionales y los clústeres, que no hubieran sido tratados en los apartados anteriores.

El asunto más recurrente surge en torno a los cambios en el empleo que los nuevos modos de movilidad van a generar y la necesidad de incorporar en la formación de las nuevas generaciones los aspectos científicos, tecnológicos, legales y económicos de un sector tan relevante en términos de peso económico.

Según la Asociación Española de Fabricantes de Automóviles y Camiones (ANFAC), en el año 2020, el sector

del automóvil (fabricación, industria auxiliar, distribución y servicios posventa) proporcionaba unos 400.000 empleos directos e indirectos a la economía española.

Entre otros ámbitos de actuación, será preciso adaptarse a los cambios en la formación de profesionales en estudios que les capaciten para mantener y reparar las nuevas tipologías de vehículos, así como para los perfiles profesional necesarios en su fabricación. Durante las transiciones, es innegable que se pierden empleos que quedan tecnológicamente obsoletos y se generan nuevas necesidades de perfiles, a veces completamente diferentes. Los cambios tecnológicos no son neutros en términos de empleo. Tampoco se trata de un juego de suma cero, ya que el resultado final puede desembocar en una mayor creación de empleo con una adecuada adaptación a las tendencias que marquen los cambios en la movilidad.

También se van a producir grandes cambios en materia de empleo y formación en el ámbito de la reutilización, reciclaje y separación de componentes al final de su vida útil, lo que está íntimamente ligado con las tendencias de la economía circular. Especialmente se requerirán profesionales capacitados para el procesamiento y reaprovechamiento de los materiales más escasos.

Otro aspecto interesante que se plantea son los cambios que pueden ocurrir en la forma de financiación de vehículos y flotas. Si la evolución se dirige hacia la movilidad compartida, puede ser necesario adaptar los métodos de financiación, incluyendo incentivos fiscales o programas de apoyo financiero para la renovación de vehículos y flotas más avanzados.

Bibliografía

- Niveles de conducción autónoma, RACE. <https://www.race.es/niveles-conduccion-autonoma>
- Mesa de la Movilidad Rural, MITMA. <https://esmovilidad.mitma.es/mesa-de-movilidad-rural>
- Anteproyecto de Ley de Movilidad Sostenible (decaída por la convocatoria electoral de 23 de julio de 2023) <https://www.mitma.gob.es/el-ministerio/campanas-de-publicidad/ley-de-movilidad-sostenible-y-financiacion-del-transporte>
- Proyecto INFRAMIX. https://www.inframix.eu/wp-content/uploads/TRA2020_31102019_Erhart_submitted.pdf

Ideas fuerza

La tendencia social se dirige hacia la búsqueda de una movilidad más sostenible.

La movilidad eléctrica puede ser una alternativa, pero el ciclo de vida completo (fabricación, uso y reciclaje) puede tener un impacto medioambiental similar al de la movilidad actual.

Las innovaciones en materia de combustibles sintéticos y la pila de hidrógeno son alternativas también para tener en cuenta.

La tecnología de telecomunicaciones ha ayudado a reducir las necesidades de movilidad y desempeñará un papel destacado en el desarrollo de los coches conectados y autónomos.

La logística de última milla tiene una importancia creciente en un entorno de servicio a domicilio cada vez más utilizado.

Aunque alcanzar el objetivo de cero accidentes sea difícil, es necesario orientar la tecnología y la educación vial en esa dirección.

Algunas de las soluciones de movilidad que están en desarrollo tienen una aplicación principalmente urbana. No se pueden olvidar las necesidades propias del ámbito rural en los cambios de movilidad que se están produciendo, especialmente los normativos.

Las soluciones de movilidad no deben ser impuestas. Las necesidades son muy heterogéneas y es importante tener en cuenta las limitaciones físicas y de edad de los usuarios. Las soluciones deben ser universales e inclusivas.

La evolución de la movilidad requiere una infraestructura adecuada capaz de satisfacer las necesidades de los nuevos modelos de transporte.

La formación de nuevos perfiles en el contexto de estos cambios será muy relevante para que la transición finalice con una mayor creación de empleo.

José M^a García López es licenciado en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad de Zaragoza y vocal de la Junta de Gobierno del Colegio de Economistas de Aragón. Ha desarrollado su labor profesional como profesor asociado de la Universidad de Zaragoza en el Departamento de Economía Aplicada, como director general de Economía del Gobierno de Aragón y como director general de CEOE Aragón. En la actualidad dirige el departamento de estudios y análisis de esta organización.