

TRANSPORTE DE MERCANCÍAS POR CARRETERA *CERO EMISIONES*



Agradecimientos

Equipo Analítico

Jon Stenning, Jefe de Proyecto
Cambridge Econometrics

Áron Hartvig, Consultor
Cambridge Econometrics

Matteo Caspani, Consultor
Cambridge Econometrics
<https://www.camecon.com/>



Coordinación del proyecto

Carlos Bravo Villa
Transport&Environment

carlos.bravo@transportenvironment.org

Este documento es un resumen en español del informe "Potential options and technology pathways for delivering zero-carbon freight in Spain" realizado por la consultora Cambridge Econometrics, el cual puede encontrarse en:

<https://www.camecon.com/what/our-work/zero-emission-road-freight-transport-in-Spain/>

Las entidades que han contribuido a la elaboración de este informe han llevado a cabo, en una serie de reuniones celebradas a lo largo de 2021, un intercambio constructivo y transparente de opiniones con Cambridge Econometrics sobre las cuestiones técnicas, económicas y medioambientales relacionadas con el desarrollo de tecnologías de baja emisión de carbono para furgonetas y vehículos pesados.

El objetivo de este proyecto colaborativo ha sido evaluar los límites dentro de los cuales las tecnologías de vehículos pueden contribuir a mitigar las emisiones de carbono de los vehículos de transporte de mercancías por carretera en España.

Las siguientes entidades han participado en el proyecto aportando tanto datos como su conocimiento, experiencia y visión en la materia. Los autores del informe han tenido en cuenta estas contribuciones, pero no debe considerarse en ningún caso que el citado estudio refleje posiciones u opiniones de estas entidades.



- Dirección General de Transporte Terrestre, del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana
- IKEA España
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
- Irizar e-mobility

Con el apoyo de:



Este estudio ha sido apoyado por la European Climate Foundation. La responsabilidad de la información y los puntos de vista expuestos en este estudio corresponde a los autores. La European Climate Foundation no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información contenida o expresada en él.

Índice

• Siglas y abreviaturas.....	2
• Resumen ejecutivo	3
• Introducción	5
• Metodología.....	7
• Estructura del parque de furgonetas y camiones a 2050	15
• Requerimientos de infraestructura.....	18
• Beneficios medioambientales	20
• Análisis del coste total de propiedad (TCO).....	23
• Recomendaciones	28

Siglas y abreviaturas

	SIGLAS	DEFINICIÓN
SISTEMA DE PROPULSIÓN		
Vehículo con motor de combustión interna	ICE (Internal combustion engine)	Se trata de vehículos convencionales con motor de combustión interna que usan diésel, gasolina o gas natural como combustible. En los distintos escenarios modelizados hay variaciones en el nivel de mejoras de eficiencia para este tipo de cadena cinemática.
Vehículo eléctrico de batería	BEV (Battery electric vehicle)	Esta categoría se refiere a los vehículos totalmente eléctricos, con una batería, pero sin motor de combustión interna.
Vehículo eléctrico de pila de combustible de hidrógeno	FCEV (Fuel cell electric vehicle)	Los FCEV son vehículos alimentados por hidrógeno, que incluyen una pila de combustible y un motor eléctrico alimentado por batería.
Carreteras electrificadas	ERS (Electric road system)	Se refiere a la infraestructura electrificada para proporcionar a los vehículos con batería un suministro de energía constante a través de partes de la red de carreteras. Los BEV-ERS son vehículos que cuentan con el pantógrafo necesario para poder cargarse en el ERS.
Vehículo de cero emisiones	ZEV (Zero emissions vehicle)	Incluye todos los vehículos con cero emisiones a través del tubo de escape (por ejemplo, FCEVs y BEVs).
Vehículo eléctrico	EV (Electric vehicle)	Todos los vehículos que se alimentan directamente de electricidad (es decir, los BEV y los híbridos enchufables o PHEV).
TIPOS DE CAMIONES		
Camiones ligeros	LHGV (Light Heavy goods vehicle)	Vehículos pesados con una masa máxima autorizada (MMA) de entre 3,6 y 7,5 toneladas.
Camiones semipesados	MHGV (Medium Heavy goods vehicle)	Vehículos pesados con una masa máxima autorizada (MMA) de entre 7,6 y 16 toneladas.
Camiones pesados	HHGV (Heavy Heavy goods vehicle)	Vehículos pesados con una masa máxima autorizada (MMA) superior a 16 toneladas.
Camiones	HGV (Heavy goods vehicle)	Vehículos de transporte de mercancías con una masa máxima autorizada (MMA) superior a 3,6 toneladas. Este acrónimo se utiliza para referirse a los LHGV, MHGV y HHGV en conjunto.
OTRAS SIGLAS		
Fabricante de equipos originales	OEM (Original equipment manufacturer)	Fabricantes de equipos de vehículos de motor y sus componentes.
Coste total de propiedad	TCO (Total Cost of Ownership)	Coste total de la compra, la propiedad y el funcionamiento (combustible, mantenimiento, etc.) de un vehículo a lo largo de su vida útil.
Gastos de explotación	OPEX (Operating expenses)	Gastos en los que incurre una empresa por su funcionamiento normal.
Gastos de capital	CAPEX (Capital expenditures)	Fondos necesarios para adquirir e instalar un determinado activo físico.
Operaciones y mantenimiento	O&M (Operations and maintenance)	La categoría de gasto que cubre las operaciones y el mantenimiento para proporcionar un bien o servicio.
Estación de reabastecimiento de hidrógeno	HRS (Hydrogen refuelling station)	Infraestructura para el suministro de hidrógeno para vehículos de motor.

Tabla 1. Siglas y abreviaturas empleadas en el estudio.

Resumen ejecutivo

Este estudio explora las opciones y las vías tecnológicas potenciales para ofrecer un transporte de mercancías por carretera con cero emisiones de carbono en España en 2050.

Su objetivo ha sido evaluar el potencial tecno-económico de diferentes sistemas de propulsión para descarbonizar el transporte de mercancías por carretera, teniendo en cuenta las características específicas de este sector en España, en términos de su naturaleza así como los requisitos de infraestructura para apoyar la flota emergente propulsada con tecnologías avanzadas de cero emisiones (por ejemplo, las necesidades de infraestructura de carga eléctrica y de repostaje de hidrógeno).

El equipo analítico de Cambridge Econometrics (CE), con el apoyo de la European Climate Foundation (ECF) y Transport & Environment (T&E), ha trabajado a lo largo del año 2021 con un panel de expertos compuesto por representantes de una serie de entidades involucradas en el sector del transporte de mercancías por carretera, para entender, en el caso concreto de España, cuáles son las posibles vías de descarbonización, así como sus costes relevantes (en términos de costes de los vehículos, la infraestructura necesaria y el coste total de propiedad) y los beneficios ambientales de su despliegue (en términos de emisiones de CO₂ y de contaminantes atmosféricos).

El estudio muestra que una rápida transición a los sistemas de propulsión sin emisiones de carbono puede reducir sustancialmente las emisiones de CO₂ asociadas al transporte de mercancías por carretera. Como el sector eléctrico se descarbonizará y el hidrógeno podrá producirse por electrólisis utilizando fuentes de energía renovables, las emisiones de CO₂ del pozo a la rueda (*well-to-wheel*) disminuirán sustancialmente. Sin embargo, existe en España un gran desfase entre las políticas actuales y una trayectoria coherente con el transporte de mercancías por carretera sin emisiones de carbono.

Además, el despliegue de furgonetas (vehículos con un peso bruto de hasta 3,5 toneladas) y camiones con cero emisiones requiere el desarrollo simultáneo de una infraestructura de carga y repostaje adecuada para apoyar la creciente flota de dichos vehículos. En lo que respecta a vehículos pesados, los escenarios dominados por los vehículos de pila de combustible de hidrógeno requieren la mayor inversión total en infraestructura, seguidos por el escenario dominado por los vehículos dotados de pantógrafo para la recarga de su batería mediante catenaria (escenario *Electric Road System, ERS*). La inversión en infraestructura de carga es sustancialmente menor en un escenario equivalente dominado por los vehículos eléctricos puros a batería. También hay una cuestión importante en torno a la rapidez con la que podrían desplegarse algunas de esas infraestructuras. Así, la necesidad de anticipar las inversiones para el escenario ERS probablemente signifique que cualquier transición que favorezca esta tecnología se llevará a cabo más lentamente que un cambio a la batería eléctrica o a las pilas de combustible de hidrógeno, lo que implica mayores emisiones acumuladas en el íterin.

El análisis del coste total de propiedad de las diferentes opciones examinadas muestra que es probable que en los próximos años los camiones de cero emisiones sean más baratos que los camiones con motor de combustión interna. Así, los camiones eléctricos de batería alcanzarán la paridad de coste con los vehículos con motor de combustión interna en 2025. Igualmente, también se espera que para esa fecha los camiones eléctricos de batería con pantógrafo sean más baratos que los vehículos con motor de combustión interna. Los camiones propulsados por pila de combustible de hidrógeno serán competitivos en cuanto a costes respecto a los de combustión en 2030, a medida que los precios del hidrógeno disminuyan. El coste de estas tecnologías se reducirá con el tiempo a medida que se logren economías de escala y que los bajos precios de la electricidad y el hidrógeno permitan que los vehículos con tecnologías avanzadas de propulsión sean más rentables. Los camiones con cero emisiones pueden beneficiarse aún más de políticas adicionales que reduzcan el coste de estas tecnologías o aumenten los costes de los vehículos diésel.

Sin embargo, en los escenarios contemplados en el informe en los que domina alguna de las cadenas cinemáticas avanzadas (es decir, distintas a la basada en motores de combustión interna), el abandono progresivo de las ventas de furgonetas nuevas con motor de combustión interna en 2035 y de las de los vehículos pesados nuevos con motor de combustión interna en 2040 no consigue por sí solo la eliminación total de las emisiones de carbono de la flota en 2050, ya que un número de estos vehículos con motor de combustión interna vendidos con anterioridad al 2035 seguirán formando parte de la flota en 2050. Por lo tanto, se necesitaría adelantar la fecha del abandono progresivo de las ventas de vehículos de combustión interna y otras políticas adicionales para lograr las emisiones netas cero en todo el sector en 2050. Es importante destacar que los vehículos convencionales con motor de combustión interna serán cada vez menos competitivos a lo largo de su vida útil en comparación con sus equivalentes eléctricos, con el resultado probable de que los

transportistas apostarán cada vez menos por aquellos. Este último hecho tiene el potencial de precipitar el cambio de los actuales vehículos con motor de combustión interna a los modelos de movilidad cero emisiones más rápidamente de lo que se refleja en este estudio.

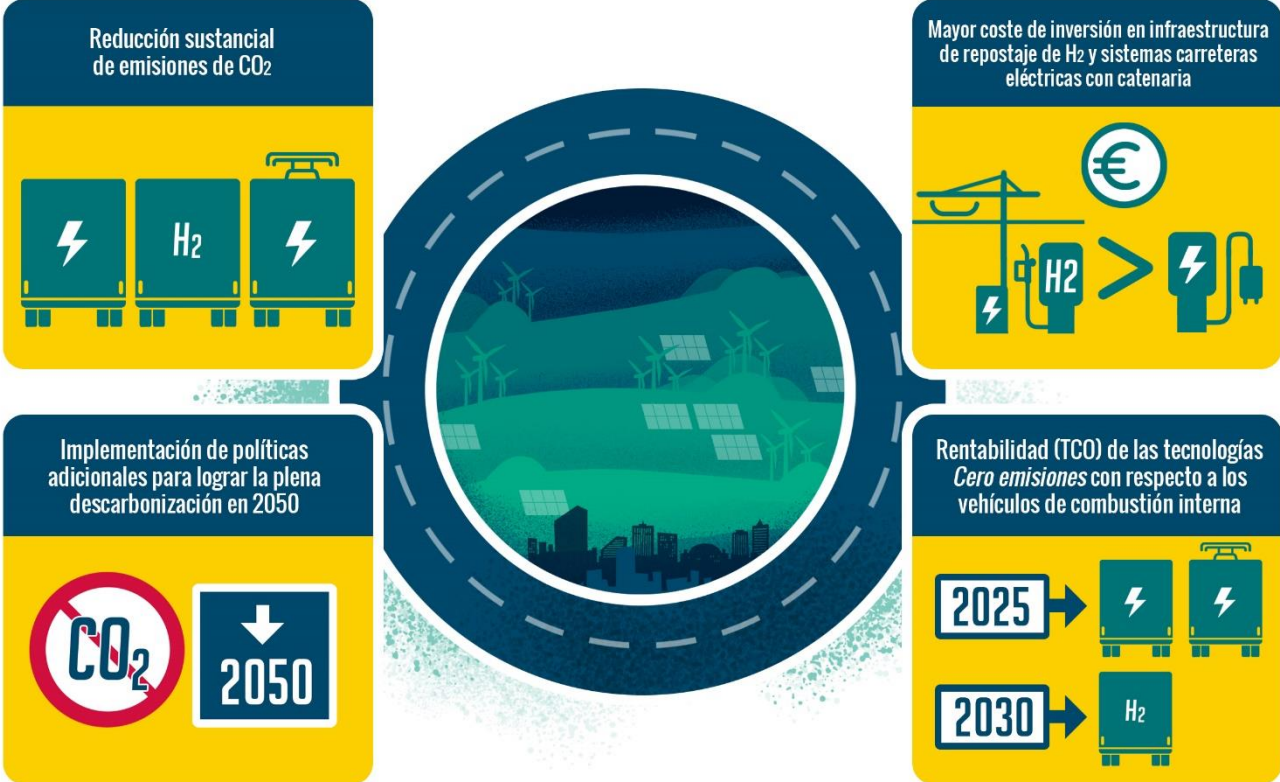


Figura 1. Conclusiones del estudio

Introducción

El transporte es el sector que más contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en España. Según los datos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD), incluidos en el Informe de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero¹ de España (marzo de 2021), ese sector supuso en 2019 el 29,1% del total de las emisiones en términos de CO₂ equivalente.

Así pues, para que España pueda cumplir sus objetivos y compromisos en materia de energía y clima adoptados a nivel estatal, europeo e internacional, el sector transporte debe ser descarbonizado de forma prioritaria.

El transporte por carretera es el que más contribuye a las emisiones de GEI, siendo responsable, según esa misma fuente, del 26,8% del total nacional, lo cual no es de extrañar pues en España este es el modo de transporte predominante, tanto en lo referido a pasajeros como a mercancías (representando más del 80% de la movilidad total).

En cuanto al transporte de mercancías (el 97% del cual se hace en España por carretera), según ese mismo informe del MITERD, el 8,19% de las emisiones totales nacionales de GEI procedieron de los vehículos pesados (camiones) y el 1,63% de vehículos ligeros (furgonetas), que en su inmensa mayoría funciona aún con combustibles fósiles.

España es el tercer país de la Unión Europea con mayor volumen de transporte de mercancías por carretera (en millones de toneladas-km) por detrás de Polonia y Alemania. En España y Polonia más del 50% de la flota recorre más de 500 km al día. Ambos países lideran el número de viajes internacionales (12% y 30% respectivamente) en la UE. Así, España es uno de los países con mayor volumen de mercancías transportadas por carretera y con mayor kilometraje diario entre los países de la UE.

En España, según datos del Portal Estadístico de la Dirección General de Tráfico (DGT), perteneciente al Ministerio del Interior, a finales de 2019 había 2.783.153 camiones de cualquier masa máxima autorizada (MMA). En cuanto a las furgonetas, según la DGT, había en España en esas mismas fechas, 2.467.487 de estos vehículos. En total, 5.250.640 vehículos de ambas clases.²

En cuanto a los camiones, de ellos, 2.205.647 eran de <3,5 t de MMA y el resto, es decir 577.506, eran camiones de >3,5 t MMA y tractores industriales. Así pues, siempre según los datos de la DGT, la suma de furgonetas y camiones ligeros de <3,5 t MMA ascendió en 2019 a un total de 4.673.134 vehículos.

Según los datos de la DGT de 2020, el 96,42% de total de camiones (2.514.750) funcionaban con diésel, un 3,21% con gasolina y un 0,36% dentro de la categoría "otros combustibles/tecnologías".

Con respecto a la distribución de la edad del parque de camiones en España, el 13,5% tenía <5 años; 9,3%, de 5 a 10; 29,5%, de 10 a 15; 25%, de 15 a 20; 22,6%, >20, resultando, por tanto, que un 47,6% del total tenía más de 15 años de antigüedad.

En cuanto a los camiones de más de 16 toneladas, la cifra de la DGT para 2020 es de 276.511, estando un 89,39% de ellos en la franja comprendida entre 30,1 y 40 toneladas.

Estándares de emisiones de CO₂ de la Unión Europea

En 2019, la Unión Europea acordó el Reglamento (UE) 2019/1242, que establece normas de emisiones de CO₂ para los vehículos pesados hasta 2030. Los vehículos nuevos vendidos en 2025 y 2030 tendrán que emitir una media del 15% y el 30% menos, respectivamente, en comparación con las emisiones medias de CO₂ de la UE por tonelada-kilómetro de los vehículos nuevos que se vendieron durante el período comprendido entre el 1 de julio de 2019 y el 30 de junio de 2020. Inicialmente, las normas se aplican sólo a los camiones más grandes, pero está previsto que su alcance se amplíe en el marco de la revisión de las normas prevista para 2022.

¹ Informe de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (2021).

² A finales de 2020, siempre según datos de la DGT, había un total de 2.514.750 camiones y 2.516.177 furgonetas, por tanto, un total de 5.030.927 vehículos de ambas clases. Se aprecia por tanto un ligero descenso del número de camiones y un ligero aumento del número de furgonetas con respecto al año anterior.

Como se ha visto más arriba, hay una proporción sustancial de camiones antiguos que operan en España, y una descarbonización rápida requiere que éstos sean eliminados gradualmente y reemplazados por alternativas de emisiones de carbono cero.

Asimismo, con respecto a las furgonetas, la UE aprobó ese mismo año el Reglamento (UE) 2019/631 por el que se establecen normas de comportamiento en materia de emisiones de CO₂ de los turismos nuevos y de los vehículos comerciales ligeros nuevos. Esta normativa exige reducir las emisiones de CO₂ de la media del parque de vehículos de la UE procedentes de turismos y furgonetas nuevos en un 15% para el período 2025-2029, y en un 37,5% para turismos nuevos y en un 31% para furgonetas nuevas a partir de 2030.

Estas normas sobre emisiones de CO₂ son un elemento clave del objetivo más amplio de descarbonizar completamente el transporte de mercancías en toda Europa de aquí a 2050, que a su vez forma parte del objetivo general de neutralidad climática (es decir, cero emisiones netas de gases de efecto invernadero) para esa fecha.

En efecto, debemos tener presente que la Unión Europea se ha comprometido a alcanzar la neutralidad climática para 2050. Para lograr ese objetivo, será necesario, entre otras medidas, acelerar la transición del parque de vehículos de transporte de mercancías por carretera hacia los de cero emisiones de forma más rápida que la que se deriva de los citados reglamentos.

Aunque el Plan Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC) plantea que se deben tomar medidas de cambio modal para hacer un trasvase del transporte de mercancías por carretera al ferrocarril (éste último representa en este ámbito solo el 2% del total en España, en comparación con un promedio del 17% en la UE), lo cierto es que no será posible conseguir la descarbonización total de esta actividad sin apostar por las tecnologías cero emisiones en camiones y furgonetas.

Ante esta evidencia, resulta pertinente dar respuesta a una serie de preguntas clave en este ámbito como ¿cuáles son los beneficios medioambientales asociados a las vías de descarbonización en España?, ¿cómo evolucionará el coste total de propiedad de las diferentes cadenas cinemáticas a lo largo del tiempo y qué impacto tendrá en los transportistas españoles? y ¿cuáles son las necesidades de inversión en infraestructuras asociadas a las vías de descarbonización en España? Dar contestación a estas cuestiones ha sido el objeto de este estudio.

Metodología

En la ilustración siguiente se resume el proceso seguido en el marco del proyecto colaborativo para la elaboración del estudio con el conjunto de partes interesadas.



Figura 2. Descripción general del método utilizado en la modelización del proyecto.

En el proceso se llevaron a cabo cinco reuniones con el panel de expertos, comenzando con una primera para discutir las ideas previas sobre los escenarios a tener en cuenta, definirlos adecuadamente y acordar las principales hipótesis de modelización.

El marco de modelización integrado incluyó: (a) la aplicación del modelo de stock de vehículos de Cambridge Econometrics para evaluar el impacto de las diversas combinaciones de ventas de vehículos con cero emisiones de carbono en la demanda de energía, las emisiones de CO₂, los precios de los vehículos y los costes de la tecnología; y (b) un análisis del coste total de propiedad (TCO) para evaluar todos los costes a los que se enfrentan los transportistas en la compra, el funcionamiento y el mantenimiento de los vehículos durante su vida útil.

Los resultados provisionales se debatieron en una serie de reuniones con el panel de expertos donde se produjo un fructífero intercambio de información y opiniones, además de otros comentarios de las partes, recibidos por otras vías.

Para la realización del estudio se definieron un conjunto de escenarios (ver tabla 2) definidos por: (a) la combinación de ventas de nuevos vehículos por tipo de tren motriz, (b) la adopción de tecnologías de eficiencia energética, y (c) las políticas de reducción de las emisiones de CO₂.

Escenarios considerados

ESCENARIO	DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO
REF (referencia)	<ul style="list-style-type: none"> No hay cambios en el despliegue de la tecnología de eficiencia energética o de los sistemas de propulsión en las ventas realizadas a partir de 2020. Algunas mejoras en la eficiencia del uso del combustible en el parque de vehículos, debido a la rotación del stock. Es la línea de base con la que se comparan todos los demás escenarios.
CPI (políticas normativas actuales)	<ul style="list-style-type: none"> Implantación de tecnologías de ahorro de combustible³ en todos los vehículos nuevos hasta 2030 y de sistemas de propulsión avanzados, para cumplir las normas de comportamiento actualmente en vigor en materia de emisiones de CO₂ en 2025 y 2030 para furgonetas y vehículos pesados. No hay más cambios después del año 2030.
TECH BEV (tecnología avanzada, predominio de los BEV)	<ul style="list-style-type: none"> Despliegue ambicioso de tecnologías de ahorro de combustible en todos los vehículos nuevos hasta 2030. Despliegue de sistemas de propulsión avanzados (principalmente BEV tanto para furgonetas como para los HGV). Eliminación progresiva de las ventas de los nuevos ICE en 2035 en el caso de las furgonetas y en 2040 en el caso de los HGV.
TECH ERS (tecnología avanzada, predominio del sistema ERS)	<ul style="list-style-type: none"> Despliegue ambicioso de tecnologías de ahorro de combustible en todos los vehículos nuevos hasta 2030. Despliegue de sistemas de propulsión avanzados (principalmente BEV para furgonetas y BEV-ERS para los HGV). Eliminación progresiva de las ventas de los nuevos vehículos ICE para 2035 en el caso de las furgonetas y para 2040 en el caso de los HGV.
TECH FCEV (tecnología avanzada, predominio de los vehículos de pila de combustible de hidrógeno)	<ul style="list-style-type: none"> Despliegue ambicioso de tecnologías de ahorro de combustible en todos los vehículos nuevos hasta 2030. Despliegue de sistemas de propulsión avanzados (principalmente BEV para furgonetas y FCEV para los HGV). Eliminación progresiva de las ventas de los nuevos vehículos ICE para 2035 en el caso de las furgonetas y para 2040 en el caso de los HGV.

Tabla 2. Descripción de los cinco escenarios principales de modelización.

³ Tecnologías de ahorro de combustible para los vehículos de combustión interna: tecnologías aerodinámicas; de aligeramiento; de neumáticos y ruedas; de transmisión; de eficiencia del motor; de hibridación; de gestión; de reducción de cargas auxiliares; y tecnologías compatibles con el ERS.

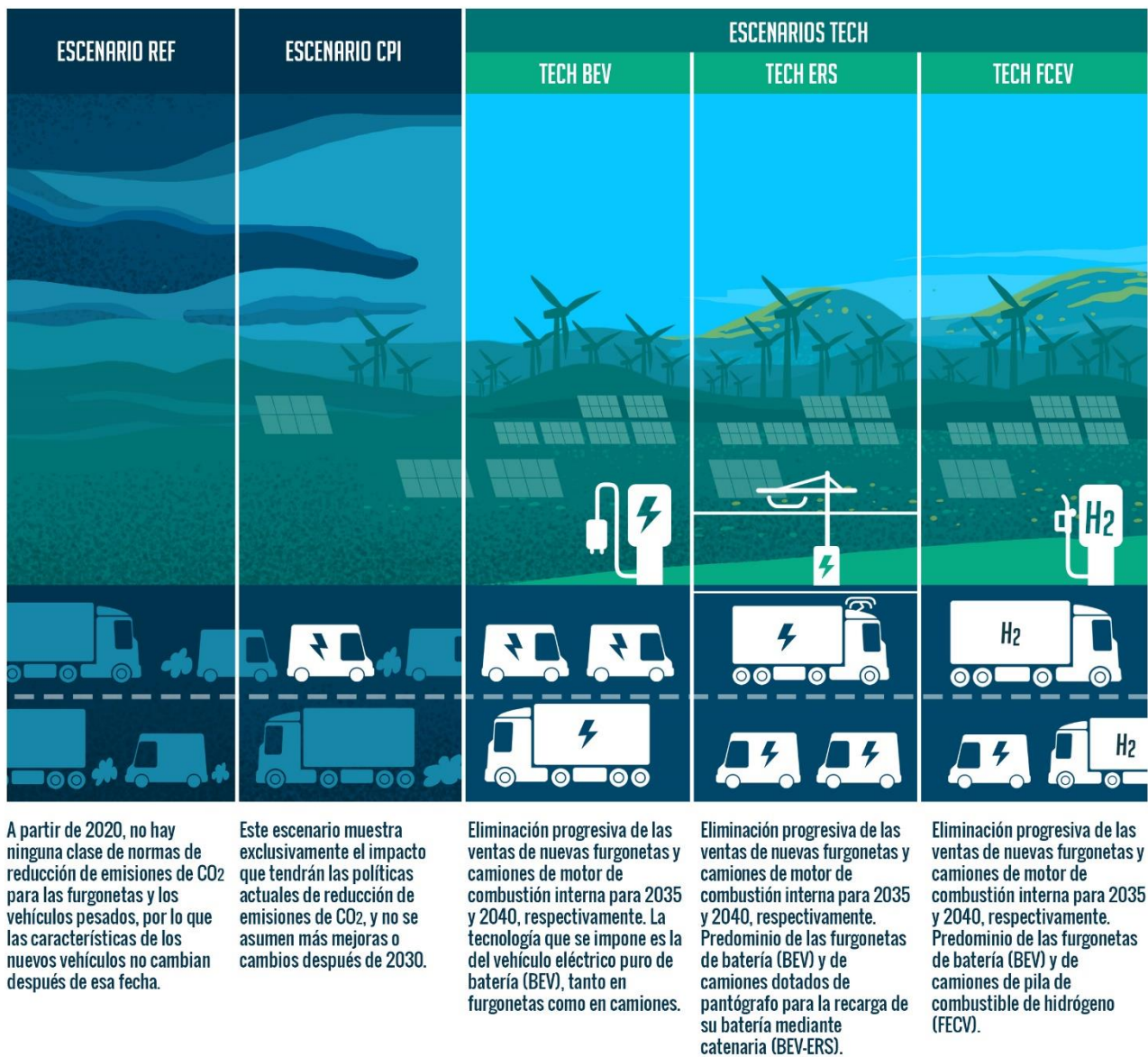


Figura 3. Resumen de los escenarios utilizados en el estudio

Gran parte del análisis técnico presentado en este informe se centra en los segmentos de furgonetas (0-3,5 t) y camiones pesados (HHGV, > 16 t); sin embargo, se ha realizado un análisis similar para los segmentos de camiones ligeros (LHGV) y camiones semipesados (MHGV). La atención se centra principalmente en las furgonetas y los camiones pesados porque éstos constituyen la parte más relevante del parque español de vehículos de transporte de mercancías por carretera y, en consecuencia, realizan la gran mayoría de las toneladas-kilómetro de mercancías. Por lo tanto, tienen una gran influencia en los costes globales y en el impacto medioambiental del sector.

Consideraciones con respecto a los costes

Como se ha reflejado en la figura 2, con vistas a la modelización se han tenido en cuenta una serie de datos e hipótesis de entrada, basándose en la literatura científica y técnica más reciente. Con respecto a la estimación y proyección de costes, resulta conveniente entrar en algo de más detalle de lo que ofrece la citada figura.

En el modelo, el **coste de capital de cada vehículo** se deriva de la combinación de proyecciones del coste del tren de potencia y de la estructura (carrocería, chasis...) con estimaciones del coste de las tecnologías de ahorro de combustible instaladas en el vehículo (incluidos los neumáticos de baja resistencia a la rodadura, las mejoras aerodinámicas y las reducciones de peso).

El coste de las tecnologías que reducen las emisiones de CO₂ del transporte de mercancías por carretera se reducirá con el tiempo a medida que se consigan economías de escala, pero el coste al que se enfrentarán los transportistas aumentará a medida que se añadan más tecnologías para alcanzar los límites de CO₂ cada vez más estrictos que exija la legislación. Para 2030, se prevé que el precio de compra de los vehículos eléctricos de batería y pila de combustible siga siendo superior al de los vehículos diésel y de gasolina. En las décadas siguientes, la diferencia en el precio de compra se reducirá a medida que aumente el precio de los vehículos diésel y el de los vehículos de carbono cero se abarate debido a que éstos se producirán a escala. En 2050, el precio de compra de los BEV será incluso más bajo que el de los vehículos de combustión interna.

Para las proyecciones del precio de las **baterías** hasta 2030, se parte de la base de los precios históricos y de las previsiones publicadas en los medios especializados. Para el resto del periodo, se aplicó una curva suavizada para proyectar los precios hasta 2050. Según las estimaciones, los precios de los paquetes de baterías seguirán disminuyendo desde 2030, pero a un ritmo más moderado que en el periodo previo, hasta alcanzar aproximadamente 30 euros/kWh en 2050. Estos precios también incluyen una prima del 40% que se añadió para reflejar otros costes adicionales (por ejemplo, el sistema de gestión de la batería, la variación de los costes de las materias primas, los costes de investigación y desarrollo, así como los márgenes del beneficio) con el fin de estimar el coste de venta al público del pack de baterías.

Se prevé que tanto los costes de las **pilas de combustible** como los del **almacenamiento de hidrógeno** se reduzcan a más de la mitad entre 2020 y 2040, pero, debido a la incertidumbre, no se asume que los costes sigan disminuyendo más allá de 2040. Los precios considerados incluyen los costes de distribución del hidrógeno.

Asimismo, se prevé que los costes de la del tren de potencia de los **vehículos con motor de combustión interna** aumenten ligeramente debido a la futura introducción de las normas Euro VII que, según las fuentes consultadas, probablemente supondrán un aumento del coste de entre el 2% y el 5% en relación con el precio actual de un camión nuevo Euro VI. Por el contrario, se prevé que los costes del tren de potencia de los BEV, BEV-ERS y FCEV disminuyan debido a la futura producción en masa. Los costes de los FCEV incluyen también el depósito de hidrógeno gaseoso comprimido y los costes de los BEV-ERS incluyen el pantógrafo y el sistema de conexión a bordo, además de los componentes mencionados anteriormente. Según la modelización, se espera que los costes de los BEV sean los que más disminuyan, quedando por debajo de los costes de los FCEV en 2030 y de los BEV-ERS en 2040.

En resumen, **el coste total del vehículo** puede desglosarse en 8 componentes, a saber: la cabeza tractora, el remolque, el motor eléctrico, el paquete de baterías, la pila de combustible, el depósito de hidrógeno comprimido, los requisitos del sistema adicional y el pantógrafo activo. La contribución estimada de los componentes al coste de los HHGV puede verse en la siguiente figura.

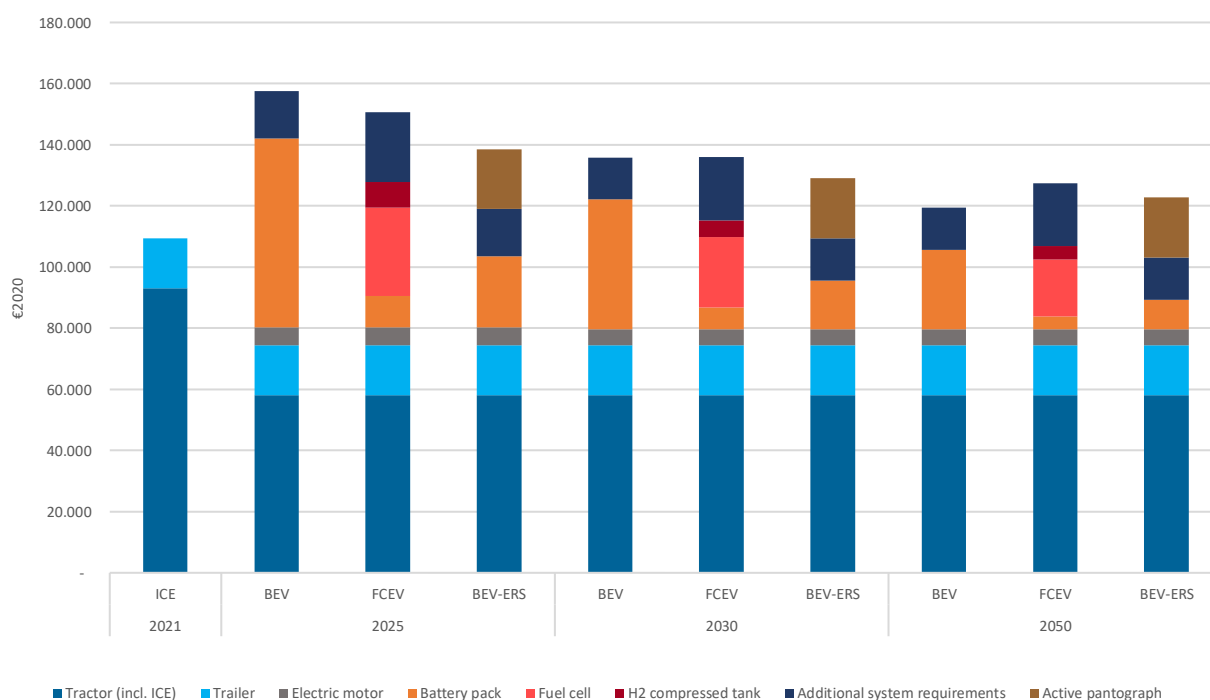


Figura 4. Desglose de los costes del tren de potencia de los vehículos pesados (euros, 2020)

En lo que respecta a los **costes del combustible** (fósiles convencionales, electricidad, hidrógeno) hay que tener en cuenta lo siguiente.

En lo relativo a los combustibles de los **vehículos ICE**, el precio futuro del petróleo es una incertidumbre clave en los escenarios de transporte con cero emisiones de carbono y es probable que las variaciones en el precio del petróleo afecten en gran medida a los resultados económicos de los escenarios. Para la modelización se proyectó el precio de la gasolina y el gasóleo asumiendo el mismo aumento de precios que en las proyecciones del precio del petróleo del World Energy Outlook 2020 de la AIE.

En cuanto a la **generación de electricidad**, se han tenido en cuenta dos escenarios. Por un lado, el escenario "conservador", con un mix de generación en línea con lo previsto por el PNIEC, hasta 2030. A partir de ese momento, se asume que se incrementa el porcentaje de energías renovables hasta alcanzar en 2050 un mix de generación 100% renovable, totalmente neutro en carbono. Por otro lado, en el escenario "verde", la electricidad se obtiene siempre de las energías renovables, generándola localmente en la estación de carga o mediante acuerdos de compra de energía. Por tanto, la generación de electricidad en el escenario "verde" es completamente neutra en carbono en todos los años.

Con respecto al **hidrógeno**, las estimaciones son que su producción en Europa aumente significativamente en los próximos años, lo que hará bajar el precio. En la actualidad existen dos tecnologías principales para producir hidrógeno: El reformado de metano con vapor (SMR) y la electrólisis. Aunque el SMR tiene unos costes significativamente más bajos, las emisiones de dióxido de carbono relacionadas son sustanciales. En cambio, la producción de hidrógeno por electrólisis con electricidad renovable (hidrógeno verde) no produce emisiones de CO₂. Se han tomado los precios del hidrógeno de las previsiones del sector hasta 2030. Después de esa fecha se ha asumido que el precio se mantiene constante, ya que persiste una fuerte incertidumbre sobre la evolución de los precios del hidrógeno a partir de entonces. Estos valores cubren los costes de producción, preparación, distribución y de la estación de servicio.

Al igual que en el caso de la generación de electricidad, se han considerado dos escenarios de producción de hidrógeno, ambos mediante electrólisis. Inicialmente, en el escenario "conservador", el hidrógeno se obtiene fundamentalmente a partir de la electricidad de la red (hidrógeno amarillo). Luego la producción va llegando gradualmente al 100% de hidrógeno verde. Por otro lado, en el escenario "verde", todo el hidrógeno se produce localmente con electricidad renovable en estaciones de servicio de hidrógeno.

En relación con los **costes de mantenimiento**, en el análisis del coste total de propiedad, se asumen diferentes costes anuales de mantenimiento para los vehículos en función de su tamaño y del tipo de tren motriz. En general, los VE tienen menos componentes que las cadenas cinemáticas convencionales y, por lo tanto, sus costes de mantenimiento son menores.

Para los **costes financieros**, se asume que las compras de los vehículos nuevos se financian en su totalidad mediante un préstamo con un tipo de interés medio del 6,5% en nuestro escenario central para amortizar los costes de capital durante la vida útil del vehículo. Los pagos se realizan mensualmente y los costes financieros son la diferencia entre el importe de los pagos totales y el precio de compra del vehículo.

Consideraciones relativas al modelo del parque de vehículos

El modelo del parque de vehículos calcula la demanda de combustible de los vehículos, las emisiones de los mismos y los precios de éstos para una determinada combinación de tecnologías de propulsión en cada escenario. El modelo utiliza información sobre la eficiencia de los vehículos nuevos y las tasas de supervivencia de los vehículos para evaluar cómo los cambios en las ventas de vehículos nuevos afectan a las características del stock. El modelo también incluye un submodelo tecnológico detallado para calcular cómo la eficiencia y el precio de los vehículos nuevos se ven afectados por los cambios en la adopción de tecnologías de bajo consumo de combustible. El modelo de stock de vehículos está muy desglosado, modelizando 16 tipos de tecnología diferentes en cuatro clases distintas de vehículos comerciales (furgonetas, LHGV, MHGV, HHGV).

Consideraciones sobre el análisis del Coste Total de Propiedad (TCO)

Los resultados del modelo de stock de vehículos (incluyendo la demanda de combustible y los precios de los vehículos) se utilizan como entrada para el análisis del TCO. El análisis del TCO proporciona una comparación en profundidad de los diferentes tipos de vehículos y muestra la evolución de los componentes del coste para cada tipo de vehículo. Los componentes del coste considerados en el caso central son los siguientes:

depreciación, coste de combustible, coste de mantenimiento, infraestructura (privada y pública) y coste financiero.

Consideraciones con relación a las ventas de vehículos en los diferentes escenarios

Se ha tenido en cuenta la combinación de ventas por cada sistema de propulsión desplegado en cada uno de los escenarios, tanto para furgonetas como para camiones.

El escenario REF no incluye el despliegue de sistemas de propulsión avanzados, por lo que el predominio de los motores de combustión interna se mantiene durante todo el periodo proyectado. Los motores de combustión interna representan la totalidad de las ventas y el stock de vehículos pesados hasta 2050, y sólo el 0,65% de las nuevas furgonetas son vehículos eléctricos.

El escenario CPI refleja la consecución, para 2025 y 2030, de los actuales objetivos de reducción de emisiones para los vehículos de nueva matriculación establecidos a nivel europeo. Para cumplir el objetivo de reducción del 31% de las emisiones de CO₂ de las furgonetas nuevas en 2030, se introducen tecnologías de eficiencia energética y los BEV alcanzan el 27% de las ventas nuevas anuales en 2030. Además, en este escenario, se supone que los BEV y los FCEV desempeñan un papel más destacado en la combinación de ventas de vehículos pesados, alcanzando respectivamente el 13% y el 6% de las nuevas ventas en 2030. En este periodo también se producen mejoras moderadas en la eficiencia energética de los vehículos pesados. Dado que no se han anunciado ni introducido formalmente otros objetivos, no se asume ningún despliegue adicional de sistemas de propulsión avanzados ni mejoras en la eficiencia de los vehículos nuevos más allá de 2030. Ver figura 5 a continuación.

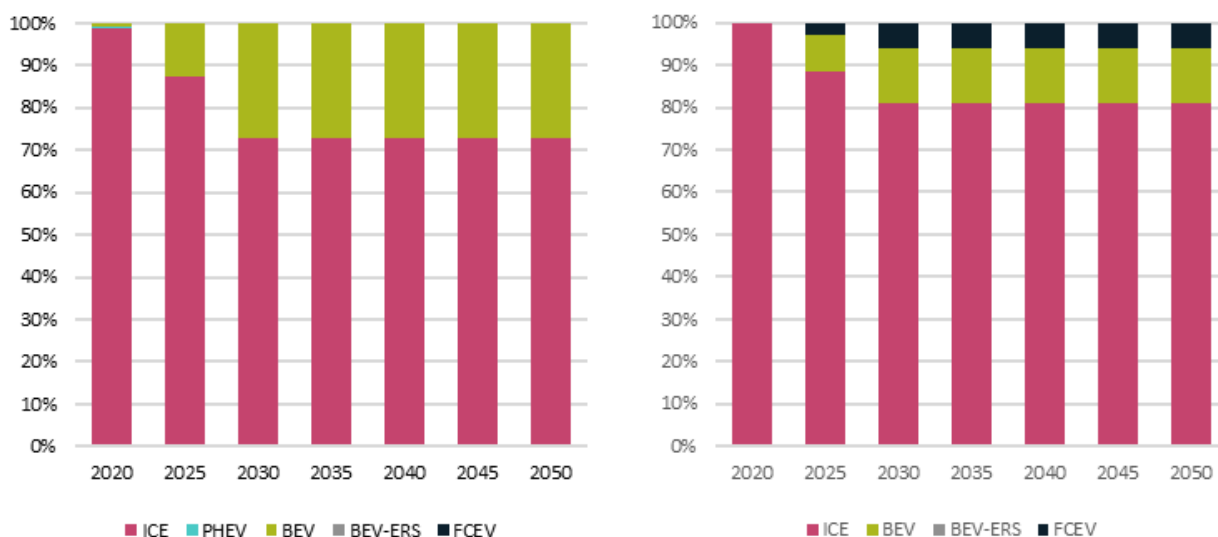


Figura 5: Composición de las ventas de furgonetas (izquierda) y vehículos pesados (derecha) en el escenario CPI (% de las ventas anuales de vehículos nuevos)

En los escenarios TECH, las furgonetas eléctricas de batería se convierten en el sistema de propulsión dominante en todos ellos. Así, los BEV alcanzan el 75% de las nuevas ventas en 2030, y los ICE se eliminan de las nuevas ventas a partir de 2035. Todas las furgonetas nuevas se electrifican gracias a la mejora de la tecnología de las baterías y al despliegue de una infraestructura de recarga adecuada. Los FCEV y los BEV con ERS no se tienen en cuenta en este escenario, ya que las furgonetas se utilizan para distancias compatibles con la tecnología de baterías.

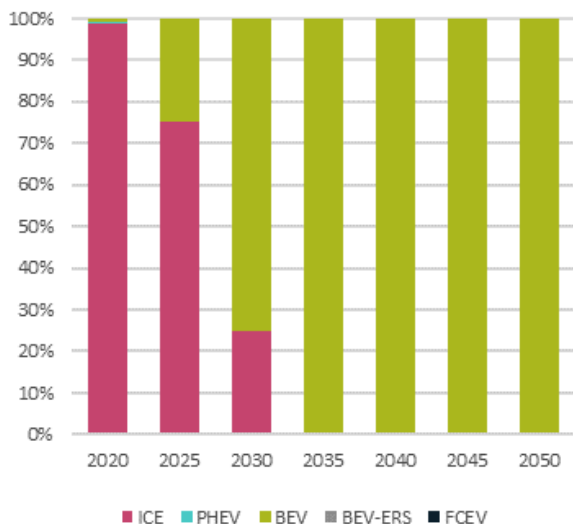


Figura 6: Composición de las ventas de furgonetas en todos los escenarios TECH (% de las ventas anuales de vehículos nuevos)

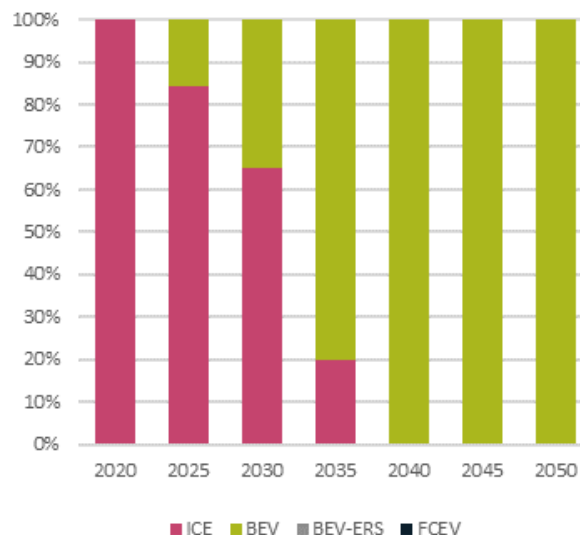


Figura 7: Composición de las ventas de vehículos pesados en el escenario TECH BEV (% de las ventas anuales de vehículos nuevos)

La situación es diferente en cuanto a los camiones. Así, en el escenario TECH BEV, el 16% de las nuevas ventas son BEVs en 2025. Los que compran BEVs lo hacen porque la tecnología es suficiente para satisfacer sus necesidades actuales (por ejemplo, la autonomía entre los centros de distribución se puede cumplir con una carga completa de un BEV). Los BEV alcanzarán el 100% de las nuevas ventas en 2040 (frente al 35% en 2030 y el 80% en 2035) debido a las continuas mejoras de la tecnología y a la reducción de los costes del paquete de baterías.

En el escenario TECH ERS los vehículos con sistemas ERS se convierten en la tecnología dominante, pero tardan algún tiempo en aparecer debido a su dependencia de la existencia previa de una infraestructura de ERS. Los vehículos BEV-ERS sólo representan el 20% de las nuevas ventas en 2030; sin embargo, su cuota de mercado se expande rápidamente a partir de entonces, alcanzando el 90% en 2040. A medida que aumenta el despliegue de ERS en las carreteras, los vehículos con ERS resultan más atractivos para los transportistas. Los costes de los vehículos son relativamente bajos (en comparación con los otros sistemas de propulsión de cero emisiones de carbono: BEV y FCEV), porque los modelos con ERS no necesitan grandes baterías. En este escenario se mantiene un cierto porcentaje de BEV para cubrir las pequeñas distancias en carreteras sin catenaria.



Figura 8: Composición de las ventas de vehículos pesados en el escenario TECH ERS (% de las ventas anuales de vehículos nuevos)

En el escenario TECH FCEV, los FCEV se convierten en la cadena cinemática dominante y en 2040 representan el 100% de las nuevas ventas. El despliegue de los FCEV en este escenario coincide con el de los BEV en el escenario TECH BEV. Los FCEV logran un rápido despliegue gracias a la reducción de costes prevista.

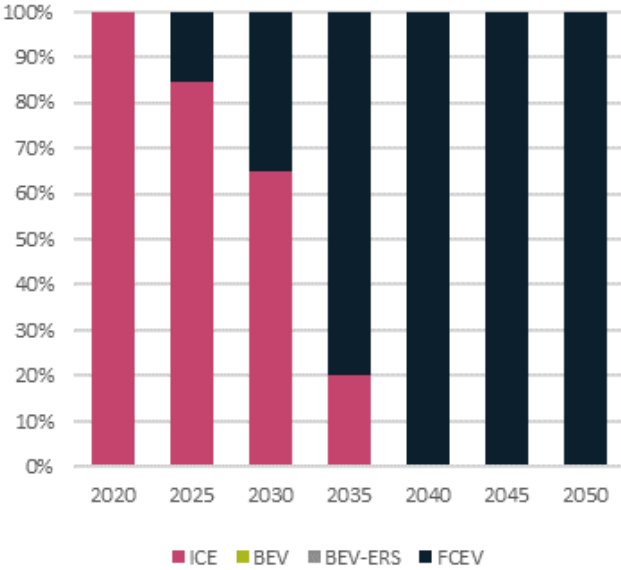


Figura 9: Composición de las ventas de vehículos pesados en el escenario TECH FCEV (% de las ventas anuales de vehículos nuevos)

Estructura del parque de furgonetas y camiones a 2050

La evolución del parque español de vehículos de transporte de mercancías por carretera a 2050 en cada escenario y la correspondiente estimación de la demanda de combustible y las emisiones de CO₂ se calcularon utilizando el modelo elaborado por Cambridge Econometrics.

Despliegue del tren de potencia en los diferentes escenarios

- Furgonetas

En el escenario CPI, en 2040, la cuota de BEV en el parque total de furgonetas llega al 18% y alcanza el 24% en 2050 (figura 10).

En los escenarios TECH, la situación cambia drásticamente, Así, asumiendo que se cumple el abandono progresivo de la venta de nuevas furgonetas ICE con fecha final de su comercialización en 2035, el despliegue de las cadenas cinemáticas BEV en los escenarios TECH es rápido. La proporción de BEV en el parque total de furgonetas sigue aumentando a partir de 2035, alcanzando el 58% en 2040 y el 85% en 2050, gracias a la mejora de la tecnología de las baterías y al despliegue de una infraestructura de recarga adecuada (véase la figura 11). No obstante, en 2050 todavía no se habrá alcanzado la neutralidad en carbono, ya que aún quedará en el parque un resto de vehículos de tipo ICE en circulación.

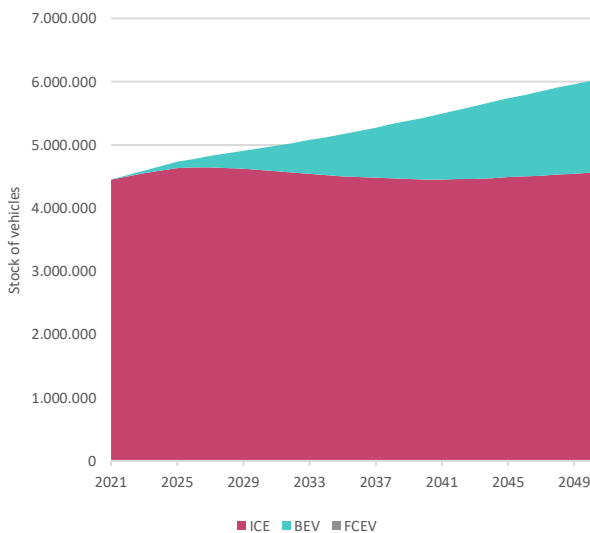


Figura 10. Composición del parque de furgonetas en el escenario CPI

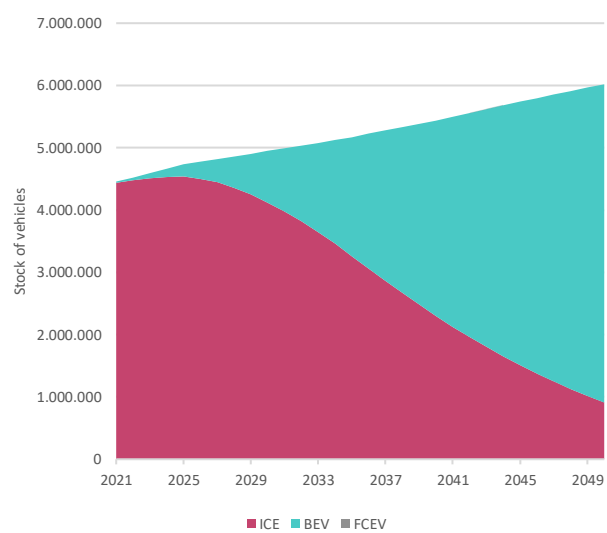


Figura 11. Composición del parque de furgonetas en los escenarios TECH

- Camiones

En el escenario CPI, menos del 12% de la flota de vehículos pesados en 2040 tiene una cadena cinemática avanzada, y los BEV contribuyen con un 8%. En 2050, los BEV representan el 11% del parque total de vehículos pesados y los FCEV el 5% (figura 12).

En el escenario TECH BEV, los BEV alcanzan el 100% de las nuevas ventas en 2040, lo que se traduce en un 81% del parque en 2050 (frente a casi el 10% del parque en 2030) (figura 13).

En cuanto al despliegue del tren de potencia de los vehículos pesados en el escenario TECH ERS, debido al lento desarrollo de la tecnología BEV-ERS predominante, a causa de la necesidad de desplegar anticipadamente la necesaria infraestructura, sólo el 32% del parque de vehículos está habilitado para el ERS en 2040, y el parque sigue dominado por los motores de combustión interna en este punto. Sin embargo, en 2050 los vehículos con ERS son más del 68% del parque, y los ICE se han reducido al 19%. Ver figura 14.

En el escenario TECH FCEV, el desarrollo de los FCEV es idéntico al despliegue de las cadenas cinemáticas BEV-ERS en el escenario TECH ERS. Debido a los costes iniciales relativamente altos de la tecnología, los FCEV

logran un rápido despliegue a partir de 2035, alcanzando el 43% del stock en 2040 y el 81% en 2050. Ver figura 15.

Al igual que en el caso de las furgonetas, el parque de vehículos pesados en los tres escenarios TECH no está totalmente descarbonizado para el año 2050, y no se alcanza el objetivo de cero emisiones de carbono para el sector.

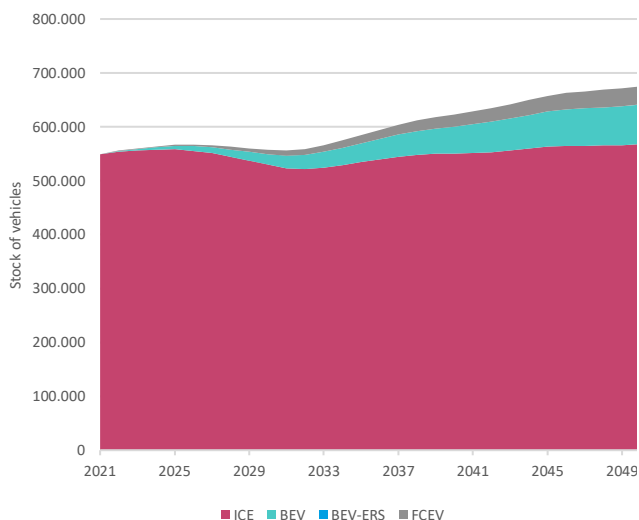


Figura 12. Composición del parque de camiones en el escenario CPI

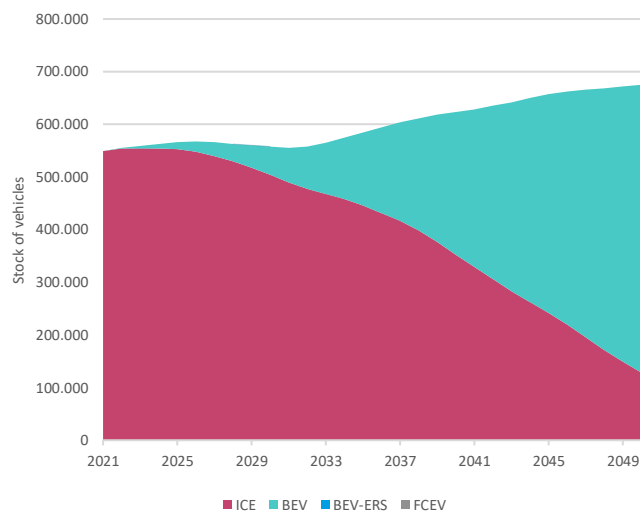


Figura 13. Composición del parque de camiones en el escenario TECH BEV

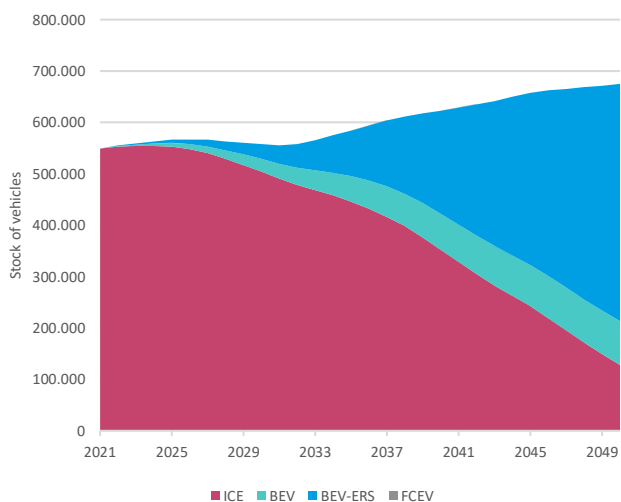


Figura 14. Composición del parque de camiones en el escenario TECH ERS

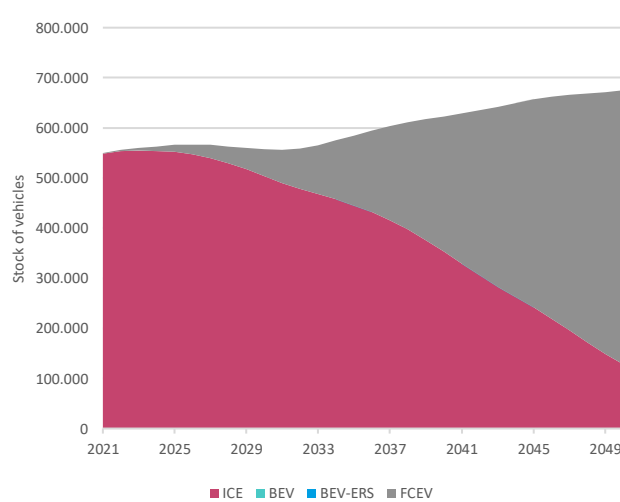


Figura 15. Composición del parque de camiones en el escenario TECH FCEV

Consumo de energía final

El despliegue de cadenas cinemáticas avanzadas y la adopción combinada de tecnologías de bajo consumo aumentan sustancialmente la eficiencia del parque de vehículos y, en consecuencia, reducen el consumo de energía asociado. Como muestra la figura 16, el consumo de combustible del parque de vehículos se reduce modestamente en 2030 en los escenarios TECH en comparación con el escenario CPI. Sin embargo, en 2050, a medida que aumenta la proporción de vehículos con cadenas cinemáticas avanzadas, la demanda anual de combustible se reduce en más de un 56% en los escenarios TECH BEV y TECH ERS y en un 41% en el escenario TECH FCEV en comparación con el escenario de referencia. La reducción de la demanda de combustible en el escenario TECH FCEV es más moderada debido a la menor eficiencia de la tecnología de las pilas de combustible en comparación con los sistemas de propulsión de baterías eléctricas.

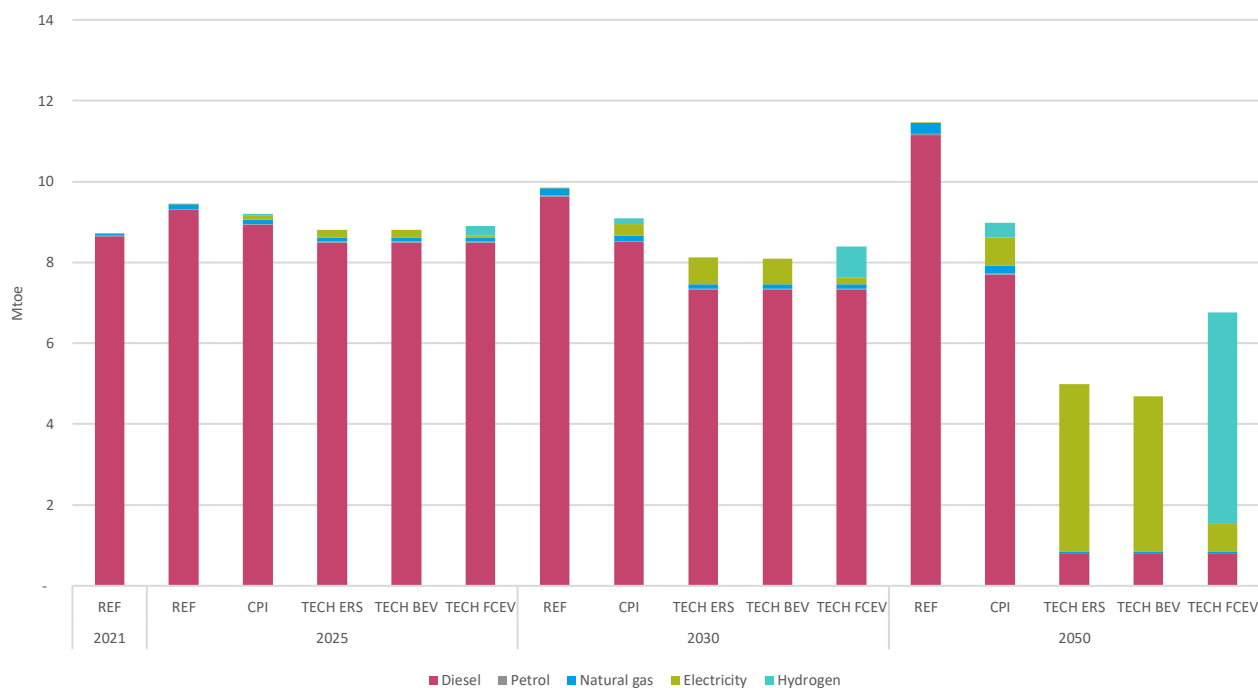


Figura 16: Consumo de combustibles fósiles, hidrógeno y electricidad (Mtep) en los diferentes escenarios considerados

Esto sólo comprende las diferencias en el consumo de energía final pero si se considera el consumo de energía primaria la diferencia entre los BEV/ERS y los FCEV sería aún mayor. Esto se debe a que el consumo de energía final no tiene en cuenta las pérdidas de eficiencia del pozo al depósito (*well-to-tank*).

Requerimientos de infraestructura

Al igual que hubo que hacer en su momento para posibilitar el transporte en vehículos con motor de combustión interna, para lograr el despliegue de los sistemas de propulsión avanzados de cero emisiones de carbono se requiere también la implementación de una infraestructura específica.

A ese respecto, el estudio ha analizado los costes y el ritmo de despliegue de puntos de recarga eléctrica, estaciones de repostaje de hidrógeno y sistemas de carreteras eléctricas, así como las necesidades totales de infraestructura.

Escenario TECH ERS

La principal fuente de electricidad para los vehículos habilitados para el ERS será a través de un sistema de carreteras eléctricas dotadas de catenarias. También habrá un despliegue de cargadores lentos en cocheras (22 kW), para facilitar la carga nocturna de los vehículos. A medida que aumente el despliegue de la infraestructura de las carreteras eléctricas, aumentará el tiempo en modo eléctrico de los camiones, lo que se reflejará en un mayor uso de esa infraestructura. Para incentivar la adopción de los vehículos habilitados al efecto, el despliegue de la infraestructura ERS se ha concentrado en la fase inicial.

En base a datos contrastados de costes de instalación, operación y mantenimiento de los ERS, se asume que los costes de instalación disminuyen con el tiempo desde un valor de 2,41 M€/km en 2020 (en las primeras fases de despliegue) hasta 2,14 M€/km en 2050, momento en que el sistema está maduro tecnológicamente, después de que se haya producido en el interin un aprendizaje sustancial y dadas las reducciones de costes asociadas al mismo. Se utiliza una interpolación lineal para derivar el coste en cada año entre 2020 y 2050.

A partir de los datos de flujos de tráfico del Mapa de Tráfico de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA) correspondiente al año 2019 se identificaron los tramos de la red de carreteras de alta capacidad con los mayores niveles de utilización por parte de vehículos pesados, es decir, aquellos que más requerirían ser equipados con infraestructura de catenaria ERS para permitir la carga dinámica de la flota de vehículos BEV ERS que crece progresivamente. Así pues, dicha infraestructura se asume desplegada a lo largo de una serie de tramos de las siguientes vías: A-2, A-3, A-35, A-4, A-6, A-7, AP-7, N-340, SE-30, V-30 y V-31, en un total de 3.891 km.

Se asume un despliegue cada vez más rápido de la infraestructura a medida que se produce el aprendizaje y disminuyen los costes. A pesar de la lenta adopción inicial, alrededor del 26% de la red considerada está cubierta por ERS en 2050 (frente al 2,4% en 2030 y el 11,1% en 2040).

Debido a los requisitos de infraestructura necesarios, la proporción prevista de vehículos pesados con ERS es sólo del 5% de la flota de HVG en 2030; sin embargo, su cuota se expande rápidamente a partir de entonces, alcanzando el 15,5% en 2035, el 32,8% en 2040 y el 68,1% en 2050.

Escenario TECH BEV

En base a la documentación existente y los anuncios de diversas empresas y gobiernos se considera que los vehículos pesados eléctricos de batería se basarán en la tecnología de carga rápida para la recarga en ruta, para lo cual estos vehículos requerirán una infraestructura de carga de alta potencia (en el estudio se ha asumido cargadores de 700 kW) instalada a lo largo de las rutas de transporte clave (por ejemplo, la red principal de la TEN-T de la UE). Se ha estimado que su coste de fabricación e instalación sería de 512.797 € y 398.619 €, respectivamente, es decir un coste total cercano a 1 M€.

También se ha asumido la necesidad de instalar cargadores de menor potencia instalados en cocheras para permitir la carga lenta de los vehículos durante la noche. Para éstos últimos se han considerado diferentes potencias (7 kW para furgonetas; 22kW y 90kW para camiones) para soportar baterías de diferentes tamaños en la flota. Con respecto al coste, se ha supuesto que los propietarios de estas instalaciones comprarían el cargador más barato que satisfaga su necesidad. Los costes estimados de fabricación e instalación para cada una de esas potencias serían: de 855 € y 427 € para los de 7 kW; de 10.683 € y 4.074 € para los de 22 kW; y 34.186 € y 10.683 € para los de 90 kW.

El coste de instalación final dependerá del número de postes de carga que se instalen, del tipo de ubicación y de las instalaciones existentes en el emplazamiento y, lo que es más importante, del nivel de refuerzo de la red necesario para hacer frente al aumento de la demanda local de electricidad. En cuanto a la ubicación, se ha

asumido que las cocheras están en instalaciones existentes, normalmente situadas en zona urbana, mientras que los sitios para instalar puntos de carga rápida para vehículos pesados serán de nueva construcción, debido, por un lado, a los sustanciales requisitos de espacio adicionales de las estaciones de carga rápida y, por otro, a las limitaciones de espacio en los puntos de parada y repostaje actualmente existentes en gran parte de España. Así, para las nuevas estaciones de carga rápida se han estimado unos costes adicionales (en concepto de vías de acceso desde y hacia la carretera principal, trabajos en el sitio, tarifas profesionales, conexión a la red y obras civiles) de entre 269.218 € (fase inicial, con 2 puntos de carga) y 646.337 € (fase madura, con 8 o más puntos de carga).

Escenario TECH FCEV

Para dar servicio a los FCEV, la principal infraestructura necesaria serán las estaciones de repostaje de hidrógeno (HRS). Para que esta tecnología despegue, se necesita también una inversión inicial suficiente para incentivar a los transportistas a apostar por vehículos pesados de pila de combustible de hidrógeno.

Los principales componentes de una estación de repostaje de hidrógeno son un compresor, un equipo de refrigeración y un dispensador. Una HRS dispensará hidrógeno a 700 bares conforme a la especificación de rendimiento establecida en la norma internacional SAE J2601. El nivel tecnológico actual y los volúmenes de fabricación hacen que los costes de un depósito de repostaje de hidrógeno sean relativamente elevados.

En el escenario para el modelo del parque de vehículos FCEV se han seleccionado dos tamaños diferentes de HRS capaces de dispensar, respectivamente, 10.000 kg/día y 25.000 kg/día. Las estimaciones de costes de una HRS se han escalado linealmente utilizando la regla de la potencia de 0,6 a partir del coste de una estación de 3.000 kg/día, concebida inicialmente para autobuses de hidrógeno. Una HRS de 3.000 kg/día requiere 5 surtidores, esta proporción se utiliza para determinar el número de surtidores necesarios para un HRS de 10.000 kg (serían 17 surtidores) y 25.000 kg (42 surtidores). Dados los rangos de costes estimados por cada surtidor (incluida la instalación y la obra civil, etc.) y por cada unidad de almacenamiento y compresión combinada, y teniendo en cuenta que para las HRS más grandes los costes se sitúan en el extremo inferior del rango, se asumen unos costes totales de inversión de 28 M€ y 48 M€, respectivamente.

Inversión total acumulada en infraestructura

La figura 17 muestra las necesidades de inversión en infraestructuras acumuladas por cada escenario TECH desde 2021 hasta 2050. En los escenarios TECH, el rápido despliegue de la infraestructura necesaria es esencial para permitir la penetración de los VE en el parque móvil. El despliegue de estaciones de repostaje de hidrógeno es más intensivo en capital que la instalación de cargas o catenarias de ERS. La inversión acumulada en infraestructura en el escenario TECH FCEV alcanza casi 20.000 millones de euros en 2050, mientras que en el escenario TECH ERS es de 16.000 millones de euros y en TECH BEV, donde los costes de infraestructura son menores, es de 12.000 millones de euros.

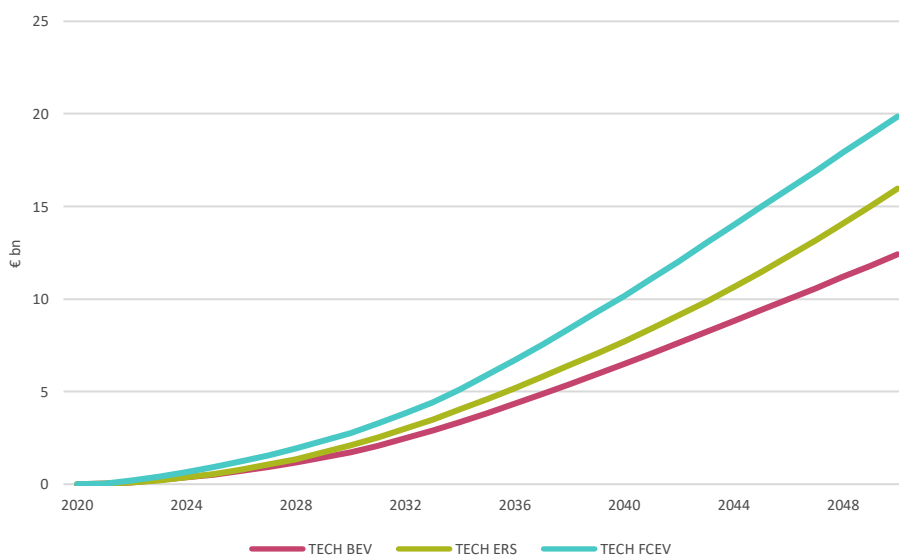


Figura 17: Inversión total acumulada en infraestructuras por escenario (miles de millones de euros, 2020)

Beneficios medioambientales

Impacto en las emisiones de CO₂

La evolución de las emisiones medias directas de CO₂ del parque de vehículos en cada escenario se muestra en la figura 18 para las furgonetas y en la figura 19 para los camiones pesados (HHGV).

Con la excepción del escenario REF, todos los demás escenarios analizados cumplen (escenario CPI) o superan (escenarios TECH) los niveles de reducción de emisiones de CO₂ del 15% para 2025 y del 30% (31% en el caso de las furgonetas) para 2030 (en términos de gCO₂/km en comparación con la línea de base) propuestas por la normativa de la Comisión Europea.

En el caso de las furgonetas, las emisiones directas (en el tubo de escape) de los vehículos nuevos se reducen a cero después de la eliminación progresiva de las ventas de los vehículos con motor de combustión interna en 2035, y lo mismo ocurre a partir de 2040 en el caso de los vehículos pesados.

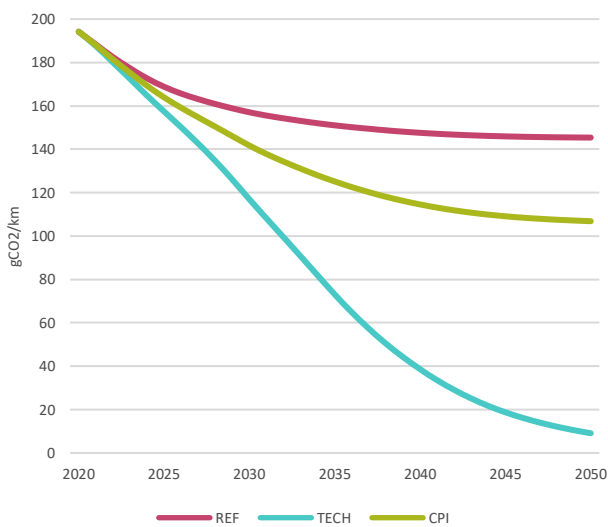


Figura 18: Emisiones medias de CO₂ directas (en tubo de escape) del parque de furgonetas (gCO₂/km)

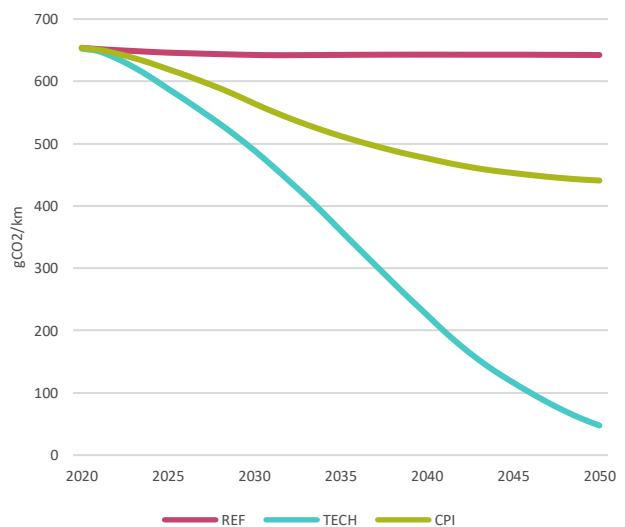


Figura 19: Emisiones medias de CO₂ directas (en tubo de escape) del parque de camiones pesados (HHGV) (gCO₂/km)

Aunque las emisiones directas de los vehículos nuevos son nulas después de las fechas citadas, sin embargo, como se aprecia en las figuras 18 y 19, las emisiones del parque total de vehículos no llegan a cero en 2050, ya que un porcentaje de los vehículos con motor de combustión interna vendidos en años anteriores (antes de la eliminación progresiva) siguen circulando.

A pesar de ello, la penetración de las tecnologías de emisiones cero conduce a un descenso considerable de las emisiones directas entre 2030 y 2050, de tal modo que las emisiones anuales de CO₂ son casi un 93% menores en 2050 en los escenarios TECH que en el escenario de referencia, mientras que en el escenario CPI la reducción es sólo del 31%.

Con respecto a las emisiones de CO₂ del pozo a la rueda (*well-to-wheel*), es decir teniendo en cuenta las emisiones asociadas a la generación de electricidad y del hidrógeno utilizado como combustible por las furgonetas y los vehículos pesados con cero emisiones de carbono, como se puede comprobar en la figura 20, todos los escenarios TECH consiguen una reducción superior al 47% gracias a la combinación de la incorporación de tecnologías de eficiencia y del cambio del tren motriz del diésel a las cadenas cinemáticas de cero emisiones de carbono.

Los ahorros de emisiones en los escenarios TECH son mayores en el caso del sistema de generación de electricidad y producción de hidrógeno "verde" (figura 20, izquierda), logrando más de un 49% de reducción en comparación con la línea de base. En el escenario "conservador" de producción de electricidad e hidrógeno (figura 20, derecha), los escenarios TECH BEV y TECH ERS superan al escenario TECH FCEV debido a que el uso

de la electricidad de la red para producir hidrógeno y alimentar los FCEV conduce a mayores emisiones implícitas.

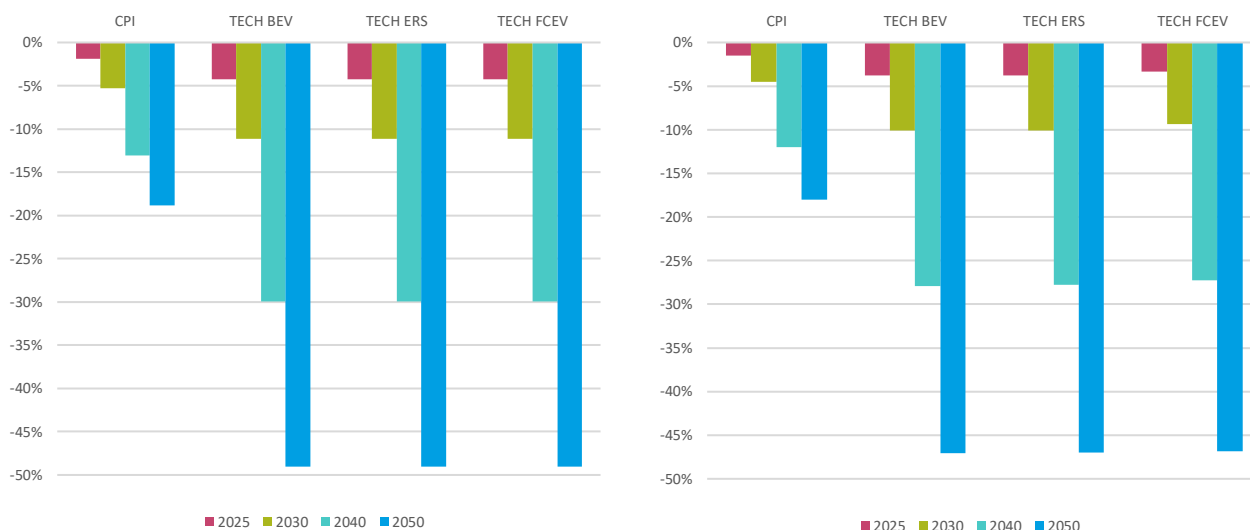


Figura 20: Reducción acumulada de las emisiones de CO₂ del pozo a la rueda (*well-to-wheel*) en el escenario "verde" de electricidad e hidrógeno (izquierda) y en el escenario "conservador" de electricidad e hidrógeno (derecha) (%).

Impactos en las emisiones de partículas y óxidos de nitrógeno

Las partículas (PM₁₀) y los óxidos de nitrógeno (NO_x) emitidos por el uso de combustibles fósiles en vehículos ICE en el transporte por carretera tienen un impacto sustancial en la calidad del aire con consecuencias perjudiciales para la salud humana, especialmente en muchos centros urbanos. La reducción de ambos contaminantes es un importante beneficio colateral de la descarbonización del transporte de mercancías por carretera.

En el escenario CPI, las emisiones anuales de NO_x y de partículas PM₁₀ procedentes de los tubos de escape de los vehículos se reducen, respectivamente, en un 96% y en un 97% en 2050 en comparación con los niveles de 2020. En los escenarios TECH los impactos son aún mayores tanto para las partículas (casi el 100% en 2050) como para los NO_x (99% en 2050). Véase la figura 21.

A corto y medio plazo, gran parte de las reducciones observadas en todos los escenarios están relacionadas con el impacto de las normas de emisiones Euro 5/V, Euro 6/VI y Euro 7/VII en los vehículos con motor de combustión interna. Esto se debe al hecho de que la sustitución progresiva de los antiguos vehículos ICE por otros más nuevos sometidos a normas de control de emisiones más estrictas permite reducir sustancialmente las emisiones anuales de PM₁₀ y NO_x. Sin embargo, más allá de 2030, las emisiones de estos contaminantes en el escenario CPI disminuyen a un ritmo más lento en comparación con los escenarios TECH. Esto se debe principalmente a la transición de los vehículos de gasolina y diésel hacia la electricidad y el hidrógeno que tiene lugar en los escenarios TECH.

Las emisiones de partículas que se han modelizado sólo se refieren a las emisiones derivadas de la combustión y por tanto liberadas por el tubo de escape. No se han modelizado las emisiones de partículas del transporte por carretera relacionadas con el desgaste de los neumáticos y los frenos y la abrasión de la carretera.

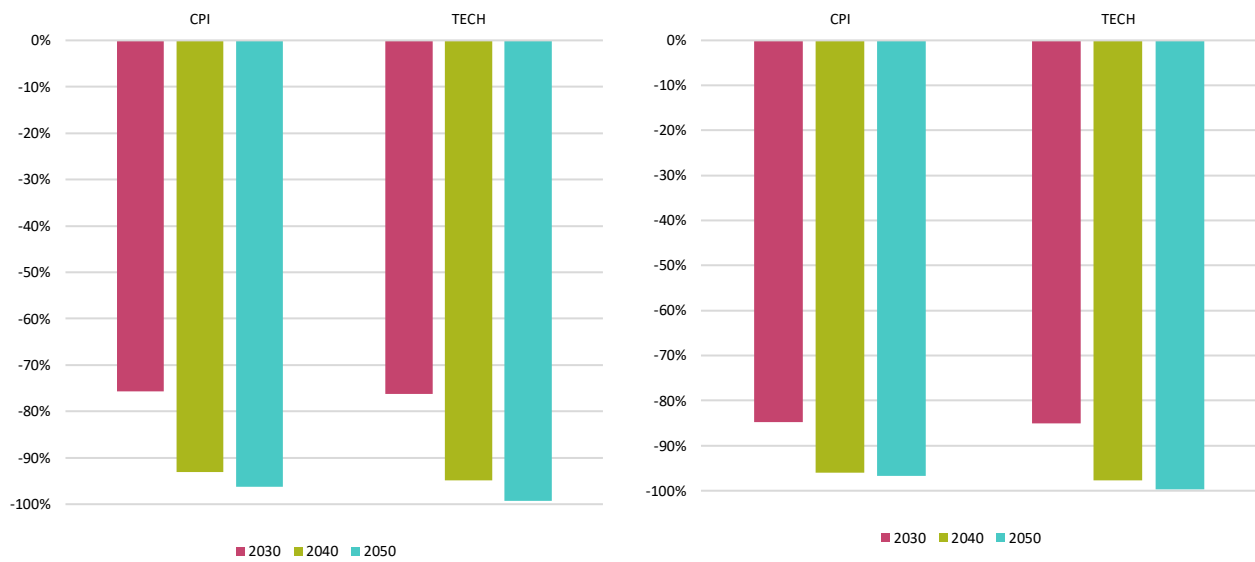


Figura 21: Emisiones del tubo de escape de NOx (izquierda) y PM10 (derecha) del parque de vehículos (% de diferencia con respecto a la línea de base en 2020)

Análisis del coste total de propiedad (TCO)

El coste total de propiedad (TCO) del vehículo es, generalmente, el factor determinante en la decisión de los transportistas de adquirir uno u otro tipo de vehículo con el que realizar su actividad.

Para calcular el TCO de las furgonetas y los vehículos pesados, se han sumado los diferentes costes asociados a la propiedad de un vehículo a lo largo de su vida útil. Los componentes del coste considerados en el caso central son los siguientes:

- Depreciación: el precio de compra de un vehículo (incluido el IVA) menos el precio de reventa al final del periodo de TCO, es decir, el valor perdido entre el momento de la compra y el de la venta del vehículo.
- Costes de combustible: el coste del combustible/energía para cubrir el kilometraje recorrido durante el periodo de TCO.
- Costes de mantenimiento: el coste de mantenimiento y reparación del vehículo.
- Costes de infraestructura: para los vehículos eléctricos, el CAPEX y OPEX de un punto de carga vinculado (en cochera) durante el período de TCO y una contribución por vehículo a los costes totales de la red de infraestructura de carga rápida; para los vehículos de hidrógeno, una contribución por vehículo a los costes totales de la red de estaciones de repostaje de hidrógeno; para los vehículos habilitados para ERS, una contribución por vehículo a los costes totales de la red de infraestructura de catenaria.
- Costes financieros: el coste de financiación del coste de compra del vehículo.

Además, se ha analizado el efecto en el TCO de determinados cambios en los supuestos relativos a los precios del combustible y la electricidad, el kilometraje y el periodo de tenencia, así como el impacto de las posibles normativas futuras que ahora se están debatiendo, como la nueva Directiva de la Euroviñeta.

Resultados del TCO: caso central para furgonetas y camiones pesados (HHGV)

En primer lugar, se elaboró, en base a la literatura técnica reciente, unos arquetipos de furgonetas y camiones pesados que representarían el vehículo promedio de cada una de esas clases, lo cual facilita el cálculo de los componentes del coste en el análisis del TCO. Estos arquetipos han sido actualizados utilizando los comentarios informados del panel de expertos lo que ha permitido tener en cuenta los últimos desarrollos y tendencias en el mercado español (y europeo) de vehículos de transporte de mercancías por carretera.

La furgoneta arquetípica en el caso de los vehículos ICE está dotada de un motor diésel de 90 kW de potencia; para un BEV consta de un motor eléctrico de 90 kW y una batería de 70 kWh; y, finalmente, en el caso de un FCEV, de una pila de combustible de 45 kW, un motor eléctrico de 90 kW, una batería de 45 kWh y un depósito capaz de almacenar 3 kg de hidrógeno.

En cuanto a los arquetipos para los vehículos pesados, las características de la cadena cinemática son: para los camiones ICE, un motor diésel de 350 kW de potencia; para los BEV, un motor eléctrico de 350 kW y una batería de 600 kWh; para un BEV-ERS, un motor eléctrico de 350 kW y una batería de 225 kWh; y, finalmente, en el caso de un FCEV, de una pila de combustible de 250 kW, un motor eléctrico de 350 kW, una batería de 100 kWh y un depósito para 24 kg de hidrógeno.

A continuación, se calculó, teniendo en cuenta todos los costes anteriormente mencionados, el TCO para cada uno de los arquetipos.

Para las furgonetas, la figura 22 muestra el TCO estimado durante un periodo de propiedad de 14 años para cada una de las cadenas cinemáticas estudiadas (ICE-diésel, BEV y FCEV).

Como se puede comprobar, en base a los resultados, las furgonetas BEV se convertirán en el tipo de vehículo más barato de poseer en 2025, aunque sólo marginalmente más barata que una ICE. Los principales factores que explican la diferencia en sus respectivos TCO son la reducción de los costes de combustible/energía, debido a la mayor eficiencia de los BEV en comparación con los ICE y FCEV, y los menores costes de mantenimiento, que compensan los mayores costes de depreciación y financieros. Las furgonetas FCEV llegan a ser competitivas con las diésel en 2030, ya que los precios del hidrógeno caen debido a las economías de escala asociadas a su producción masiva, mientras que las BEV son sustancialmente más baratas que las ICE ya en esa fecha. En 2050, las BEV son mucho más baratas que cualquiera de las otras dos tecnologías, pero el TCO de las FCEV es ya significativamente menor que el de las furgonetas diésel.

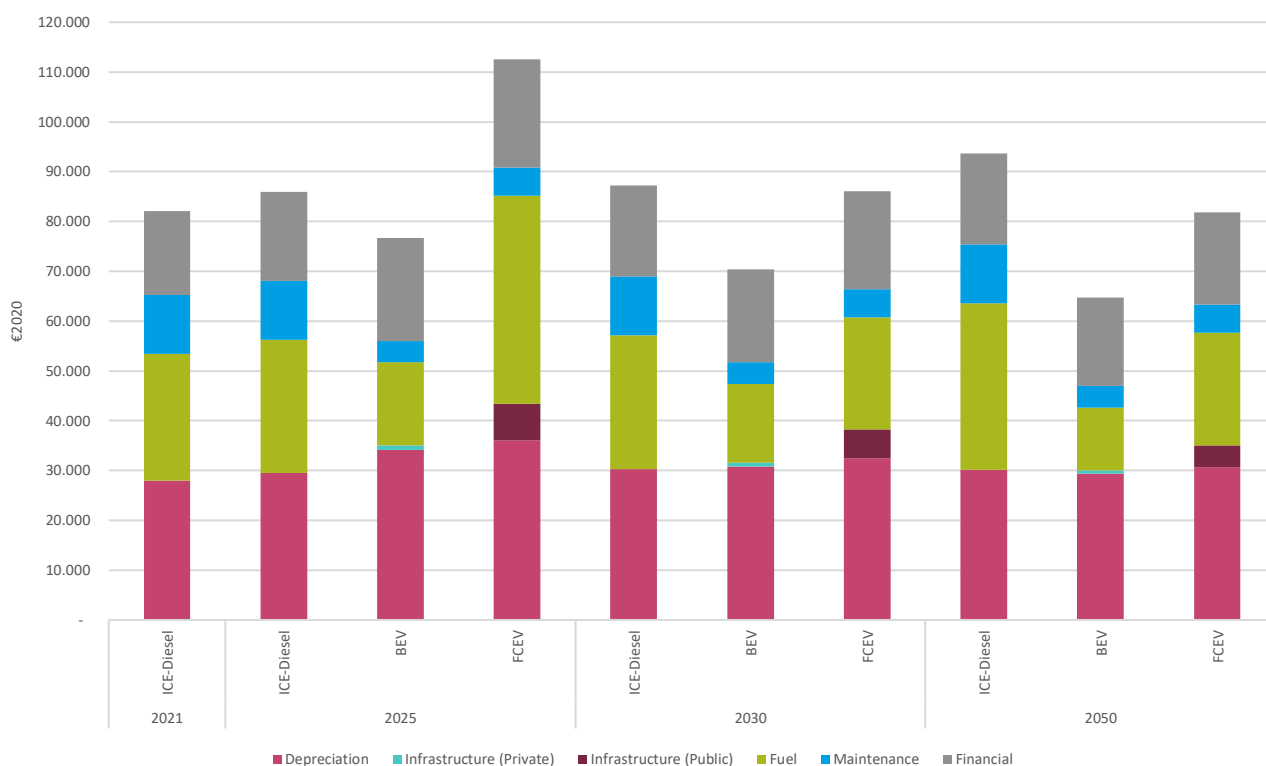


Figura 22: Coste total de propiedad de las furgonetas a lo largo de 14 años (euros, 2020)

Con respecto a los camiones pesados (HHGV), se calculó el TCO para las cuatro cadenas cinemáticas (ICE-diésel, BEV, FCEV y BEV-ERS) durante una vida de 12 años (figura 23).

La evolución de los componentes de coste del TCO para los HHGV sigue patrones similares que en el caso de las furgonetas. Los BEVs y los BEV-ERS serán ya más baratos en 2025 que los ICE. Los FCEV son competitivos en costes con respecto a los ICE a partir de 2030 gracias a la reducción del precio del hidrógeno, aunque su TCO es significativamente superior a la de los BEV y BEV-ERS.

La principal conclusión del análisis del coste total de propiedad es que los menores costes de funcionamiento de las cadenas cinemáticas basadas en los BEV (debido a, por un lado, los bajos costes de combustible y, por otro, a la mayor eficiencia del motor eléctrico) compensan con creces los mayores costes de capital. En el caso de los FCEV, estos vehículos alcanzan también la competitividad de costes con los ICE en 2030 debido a la sustancial disminución de los precios del hidrógeno.

En general, el análisis comparado de los TCO de cada cadena cinemática muestra que la adopción de vehículos de cero emisiones no debería aumentar los costes totales para los transportistas. Sin embargo, existen otros aspectos que hay que solventar para garantizar la adopción de estos vehículos más eficientes y cero emisiones. Así, el sector del transporte en España cuenta con una mayoría de pequeñas y medianas empresas que carecen de capacidad para financiar la compra de vehículos cero emisiones.

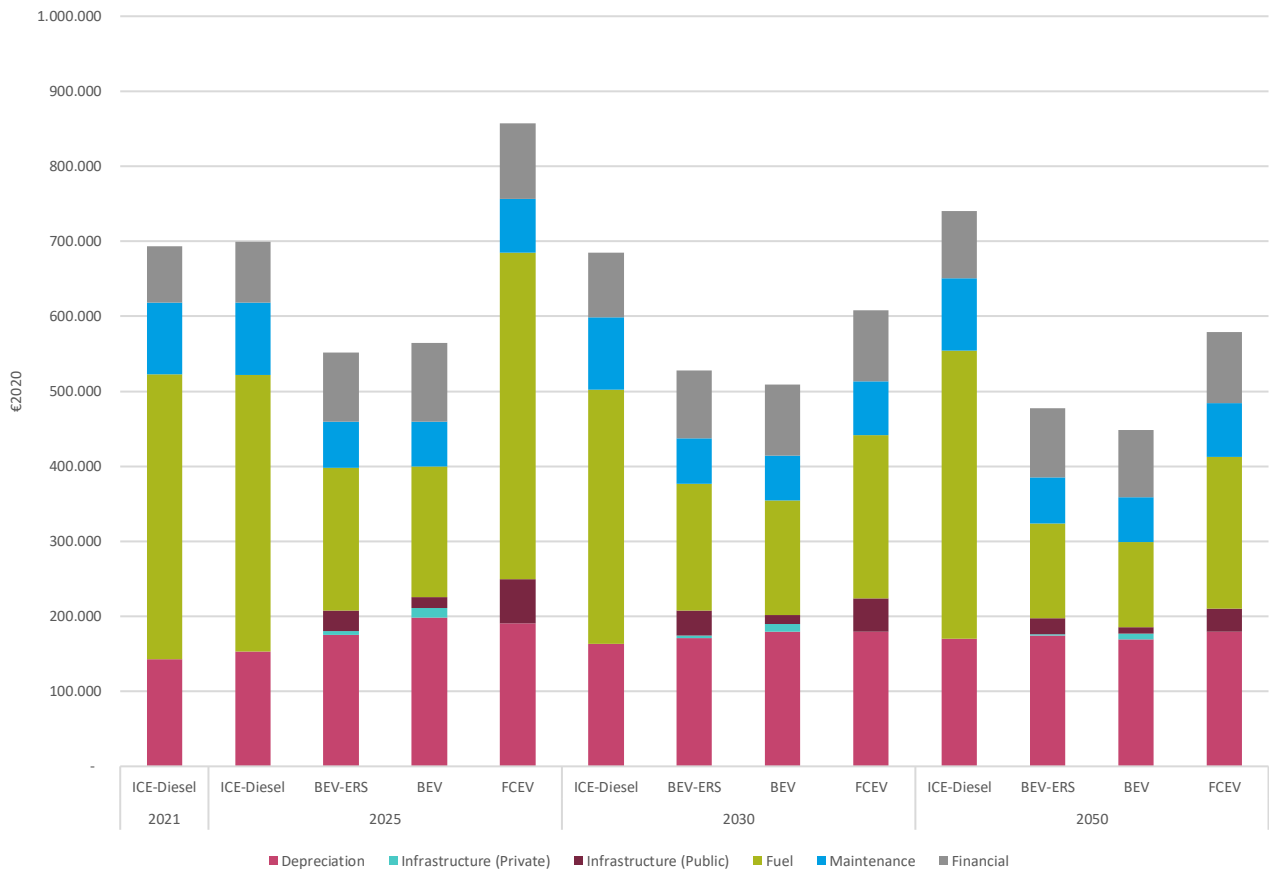


Figura 23: Coste total de propiedad de los camiones pesados a lo largo de 12 años (euros, 2020)

Análisis de sensibilidades

Para explorar el impacto de las posibles variaciones de los distintos elementos que forman parte del cálculo del TCO, se han realizado análisis de sensibilidad, variando cada elemento uno por uno y extrayendo las implicaciones potenciales.

El **coste de combustible/energía** es el principal componente en el análisis del TCO de vehículos de transporte de mercancías, por lo que variaciones en su precio podrían tener un impacto significativo en el coste total. Así pues, se ha analizado el impacto de un cambio de +/- 25% en los precios de los combustibles en 2030. El resultado obtenido es que los cambios en el precio del combustible/energía no afectan a las tendencias básicas del análisis del TCO. Solamente en el caso en que el diésel fuera un 25% más barato que en el caso central y los precios del hidrógeno fueran un 25% más caros, el TCO de los ICE pasaría a ser ligeramente inferior que el de los FCEV.

La evolución del TCO de los camiones también depende en gran medida de cuánto se usen éstos. Por ello, se realizó un análisis de sensibilidad considerando **variaciones de kilometraje** de +/- 25%. El resultado obtenido es que cuanto más se utilicen los camiones, más rentables serán los vehículos con cadena cinemática de carbono cero. Ello es consecuencia lógica de que los vehículos que recorren distancias totales más largas utilizan más energía, y el coste de la energía necesaria es mucho menor para los vehículos eléctricos que para sus equivalentes diésel. Este efecto es especialmente significativo en el caso de los BEV y los BEV con ERS debido al menor coste de la electricidad que el del hidrógeno.

Para saber cómo afecta al TCO el hecho de que el **periodo de tenencia** del vehículo fuera más corto del considerado en el caso central, se ha calculado el TCO para 4 años. Este podría ser el caso de un operador de flotas grandes que compra y utiliza vehículos nuevos durante un número limitado de años antes de revenderlos. Con un periodo de tenencia corto, la relevancia del componente del coste de depreciación aumenta en comparación con los costes de combustible, mantenimiento e infraestructura. Aunque el precio de compra de los vehículos con cadenas cinemáticas de cero emisiones es más alto, incluso con un periodo de tenencia más corto el coste total de propiedad es más alto para los vehículos convencionales con motor de combustión interna, con la excepción de una furgoneta de pila de combustible de hidrógeno (FCEV) en 2030.

Influencia en el TCO de determinadas normativas

Algunas de las normativas que están actualmente discutiéndose en la Unión Europea para avanzar hacia la neutralidad climática en 2050 pueden influir en los costes de los transportistas. Se han considerado dos de ellas, para analizar cómo podrían influir en el coste total de propiedad.

Una de ellas es la **nueva Directiva sobre la Euroviñeta**. Para incentivar un transporte más limpio, este reglamento impone un descuento mínimo del 50% en las tarifas de carretera basadas en la distancia para los camiones con cero emisiones de carbono para 2023, como parte de una revisión de los peajes en Europa. Dado que estos pagos representan una parte sustancial de los costes de los transportistas, los propietarios de camiones con cero emisiones de carbono pueden beneficiarse enormemente de este descuento. Esta rebaja podría incluso aumentar hasta un máximo del 75%.

Los peajes aumentan en gran medida el TCO de los vehículos pesados y el descuento del 50% amplía la diferencia de coste total de propiedad entre los vehículos emisiones cero y los de combustión interna, como se aprecia en la figura 24. El efecto es similar en las furgonetas, aunque en menor medida pues éstas se utilizan principalmente para el transporte urbano.⁴

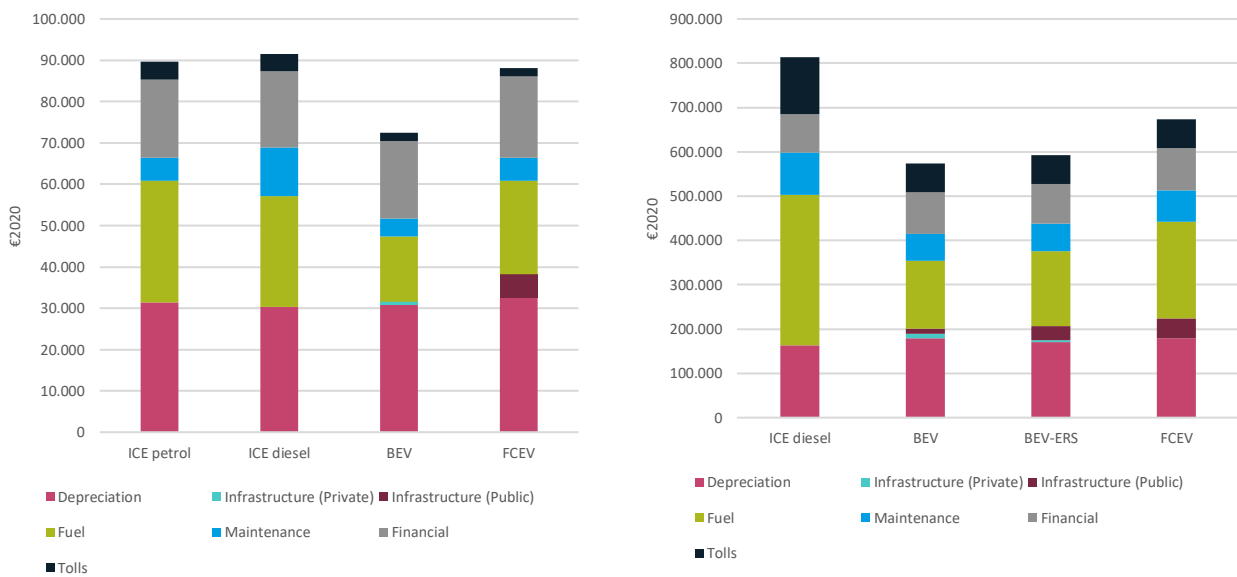


Figura 24: Coste total de propiedad con peajes para furgonetas (izquierda) y vehículos pesados (derecha) en 2030 (euros, 2020)

Otra propuesta bajo discusión, en este caso en el marco del paquete legislativo “Fit for 55” sobre energía y clima planteado por la Comisión Europea, es la **ampliación del régimen de comercio de derechos de emisión (ETS) al sector del transporte por carretera**, probablemente mediante un esquema independiente del sistema general actualmente en vigor. Poner un precio al carbono emitido aplicado al transporte de mercancías por carretera aumentaría el coste de combustibles como la gasolina y el gasóleo y supondría un incentivo para que las empresas del sector redujeran su coste de combustible, pasándose a cadenas cinemáticas más eficientes como los EV.

Bajo la hipótesis de que se instaurase un ETS independiente para el transporte en paralelo al actual ETS, se calculó el impacto en el TCO de un precio del carbono de 50 euros, en línea con el precio medio de los derechos de emisión observado en 2021 (figura 25). Este coste del ETS para el transporte sólo es relevante para los vehículos con motor de combustión interna, cuyo TCO lógicamente aumenta, ya que las emisiones de CO₂ del tubo de escape de los vehículos con sistemas de propulsión avanzados son nulas. Dada la creciente ambición de las políticas climáticas a nivel europeo y mundial, es probable que el precio del carbono del ETS de la UE siga aumentando en comparación con los niveles actuales, y los impactos en el TCO de los motores diésel ICE podrían ser aún más significativos.

⁴ Las furgonetas sólo hacen un 28% de la distancia recorrida en carreteras, frente al 63% en el caso de los vehículos pesados, según los perfiles de conducción utilizados en este estudio.

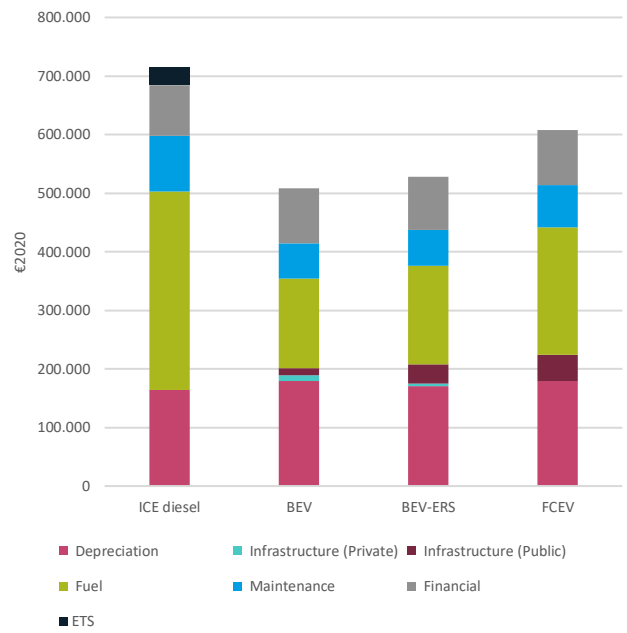
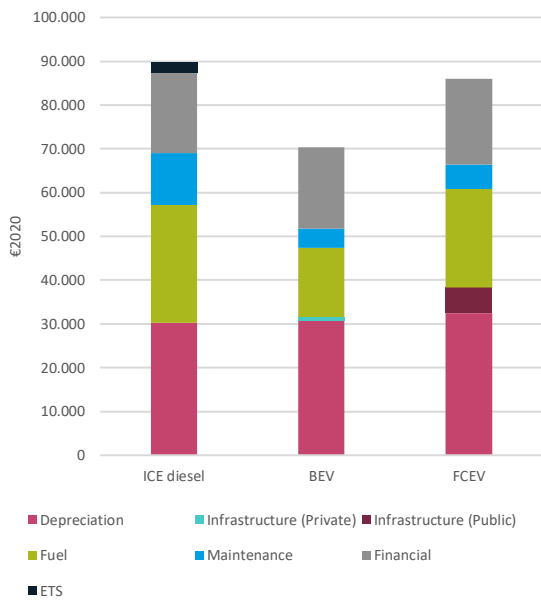


Figura 25: Coste total de propiedad con el ETS para furgonetas (izquierda) y vehículos pesados (derecha) en 2030 (euros, 2020)

Recomendaciones

La emergencia climática nos obliga a actuar urgentemente para frenar el cambio climático en todos los ámbitos de nuestra economía, incluido el sector del transporte, que en su inmensa mayoría funciona aún con combustibles fósiles, cuya utilización es la causa fundamental del calentamiento global del planeta.

En España, este sector es el que más contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero (un 29,1% del total en 2019), siendo achacables al transporte de mercancías por carretera un 9,8% del total nacional, por lo que resulta pertinente llevar a cabo nuevas políticas y medidas que incidan en la reducción del significativo impacto climático de este subsector.

Recomendaciones del estudio de Cambridge Econometrics

En ese sentido, el estudio elaborado por Cambridge Econometrics, con la colaboración de representantes de diversas entidades del sector, ha llegado a la conclusión de que **una rápida transición a los sistemas de propulsión basados en tecnologías de cero emisiones puede reducir muy sustancialmente las emisiones de CO₂ de la flota de transporte de mercancías por carretera.**

Sin embargo, el estudio alerta de que, **para garantizar el cumplimiento del objetivo de neutralidad climática en 2050 para este sector**, no bastará con asegurar el fin de la venta de furgonetas con motores de combustión interna en 2035 y de camiones con esa tecnología en 2040, sino que **se necesitará establecer un adelanto de dichas fechas o medidas adicionales centradas en la reducción anticipada del uso de ese tipo de vehículos contaminantes.**

El análisis del Coste Total de Propiedad presentado en este estudio concluye que, tanto en el mercado de furgonetas como en el de camiones, **los vehículos eléctricos puros a batería y los camiones eléctricos preparados para hacer uso de las carreteras eléctricas serán competitivos a mediados de la década actual** con respecto a los de combustión interna y que los vehículos de pila de combustible de hidrógeno lo serán en 2030.

No obstante, para lograrlo, **resultaría necesario contar con una infraestructura de apoyo sustancial para respaldar todas las tecnologías cero emisiones disponibles.**

A ese respecto, hay que actuar sin demora en el despliegue de la infraestructura de recarga de alta potencia para camiones cero emisiones e iniciar inmediatamente el proceso de planificación de dicha infraestructura para no encontrarse con cuellos de botella en el despliegue de los puntos de recarga en la segunda mitad de esta década.

Por otro lado, **la principal incertidumbre para poder determinar un posible adelanto en el tiempo de los resultados del estudio** con respecto a los diferentes escenarios, es **la mayor o menor rapidez con la que las tecnologías** (baterías, sistemas de carreteras eléctricas y células de combustible) **y combustibles** (hidrógeno verde) **con cero emisiones de carbono puedan bajar de coste**, así como la evolución del incremento esperado de los costes de los combustibles fósiles (diésel, gasolina, gas natural) utilizados por los vehículos con motor de combustión interna.

Una adecuada regulación a nivel europeo y estatal es crucial para avanzar de forma más rápida y segura en la senda de la descarbonización del transporte de mercancías por carretera, contribuyendo a mejorar el coste total de propiedad de las tecnologías de cero emisiones y, en consecuencia, a adelantar la fecha en la que se alcance la paridad de costes con los vehículos de combustibles convencionales.

Existe en la actualidad un marco propicio para lograr importantes avances en esta materia. Por un lado, como parte del paquete legislativo "Fit for 55" presentado por la Comisión Europea el 14 de julio de 2021, se está discutiendo tanto la revisión del Reglamento (UE) 2019/631 por el que se establecen normas de comportamiento en materia de emisiones de CO₂ de los turismos nuevos y de los vehículos comerciales ligeros nuevos como la Regulación sobre Infraestructura de Combustibles Alternativos (AFIR, en sus siglas en inglés) y, además, en 2022 se espera que la Comisión presente una propuesta de revisión del Reglamento (UE) 2019/1242, que revise y establezca normas de emisiones de CO₂ para los vehículos pesados nuevos. Por otro lado, la discusión de la futura Ley de Movilidad Sostenible abre en España un amplio abanico de posibilidades de mejora en este ámbito.

Recomendaciones adicionales sobre las normas de reducción de emisiones de los vehículos

En relación con la regulación sobre los **estándares de emisiones de los camiones**, estudios recientes de organizaciones como Transport & Environment (T&E)⁵ o el International Council on Clean Transportation⁶ han concluido que el actual nivel de ambición normativa es demasiado bajo para impulsar las reducciones de emisiones de CO₂ necesarias para alcanzar los objetivos climáticos de la UE y, en concreto, resulta insuficiente para impulsar una oferta relevante de vehículos de cero emisiones a lo largo de la década de 2020. Por lo tanto, la revisión de las normas de CO₂ en 2022 debería aumentar significativamente el nivel de ambición y mejorar el diseño de la normativa.

A ese respecto, T&E ha propuesto establecer un objetivo intermedio ambicioso de CO₂ de al menos el 30% para 2027 y aumentar significativamente el objetivo de reducción de CO₂ de 2030, con el fin de garantizar una reducción significativa de las emisiones en todo el mercado antes de esa fecha y asegurar que el suministro de vehículos de cero emisiones se incrementa ya en la década de 2020.

Asimismo, al igual que ya se está considerando en el caso de las furgonetas y de los coches, esta organización plantea la conveniencia de establecer un objetivo de reducción del 100% de las emisiones de CO₂ para 2035 para la gran mayoría de los nuevos vehículos pesados incluyendo los de larga distancia para que así el sector del transporte de mercancías por carretera pueda desempeñar la parte que le corresponde en el marco climático del Pacto Verde de la UE.

En cuanto a los **estándares de reducción de emisiones de CO₂ de las furgonetas**, recomienda, con el fin de asegurar la evolución prevista del mercado, establecer objetivos de reducción de estas emisiones en un 25% para 2025 (lo que conllevaría un 18-20% de ventas de nuevas furgonetas eléctricas para esa fecha); un 45% para 2027 (equivalente a un 38% de nuevas ventas) y **un 80% para 2030 (lo que equivaldría a un 75% de nuevas ventas de vehículos cero emisiones) y como ha planteado la Comisión Europea en su propuesta, un 100% para 2035.**

Recomendaciones adicionales sobre el despliegue de infraestructura de combustibles alternativos

Con respecto a la infraestructura de combustibles alternativos, la Comisión Europea ha propuesto sustituir la actual directiva (AFID) por un reglamento (AFIR) y establecer, por primera vez, unos objetivos mínimos para las infraestructuras públicas de recarga de vehículos pesados en la Red Transeuropea de Transporte (TEN-T, en sus siglas en inglés). Para la red básica de la TEN-T (*Core Network*), es decir las principales vías de alta capacidad de la UE, esto significa al menos 1.400 kW de potencia de carga cada 60 km en 2025, con, como mínimo, un cargador de 350 kW de potencia de carga. La potencia mínima total deberá aumentar a 3.500 kW en 2030. Para la red global de la TEN-T (*Comprehensive Network*), las carreteras secundarias de la UE, la propuesta de la Comisión exige los mismos objetivos de potencia, aunque sólo por cada 100 km y con un retraso de 5 años: 2030 y 2035, respectivamente. Para los nodos urbanos, la Comisión sugiere una potencia de carga instalada de al menos 600 kW en 2025 y de al menos 1.200 kW en 2030. Al menos un cargador de 100 kW en las áreas de estacionamiento seguro y protegido.

Además, la propuesta introduce objetivos para las estaciones de repostaje de hidrógeno con una capacidad de al menos 2 t/día cada una para 2030. Estas estaciones de repostaje deberían estar situadas a lo largo de las redes principal y global de la TEN-T cada 150 km (para el hidrógeno comprimido) y cada 450 km (para el hidrógeno licuado) para ese año.

Proponer un reglamento con objetivos vinculantes muestra la determinación de la Comisión de abordar por fin las emisiones del transporte de mercancías por carretera. Centrarse en la red principal de la TEN-T es la forma más sensata de hacerlo, ya que el 80% de toda la actividad de transporte de mercancías por carretera (t-km) se realiza en estas carreteras.

⁵ Transport & Environment (2021). *Easy Ride: why the EU truck CO₂ targets are unfit for the 2020s*. https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/10/202108_truck_CO2_report_final.pdf

⁶ International Council on Clean Transportation (2021). *CO₂ emissions from trucks in the EU: An analysis of the heavy-duty CO₂ standards baseline data*. <https://theicct.org/publications/eu-hdv-co2-standards-baseline-data-sept21>

Sin embargo, las previsiones del mercado apuntan a que la Comisión está subestimando de forma significativa el número total de vehículos cero emisiones en 2030, especialmente en lo relativo a camiones eléctricos de batería.

Para tener el número necesario de camiones cero emisiones de batería en las carreteras de la UE y así poder alcanzar a tiempo los objetivos de descarbonización de ese subsector, T&E considera que debería aumentarse la ambición del despliegue de la infraestructura de recarga **de vehículos pesados** (Artículo 6) de modo que en la red básica de la TEN-T hubiera al menos 2.000 kW de potencia de carga cada 60 km en 2025 y 5.000 kW en 2030 y en la red global, se alcanzasen las mismas cifras cinco años más tarde, es decir, en 2030 y 2035, respectivamente. Estas cifras estarían en consonancia con los casos prácticos de mayor ambición evaluados por la CE en su propuesta. Del mismo modo, la ambición para los nodos urbanos también debería aumentar de modo que se lograra una potencia de carga mínima de al menos 1.400 kW en 2025 y 3.500 kW en 2030. Cada área de estacionamiento seguro y protegido para camiones debería tener al menos dos cargadores de 100 kW en 2025 y al menos cinco en 2030.

Aunque el estándar Megawatt Charging System (MCS) está en desarrollo y no se espera que esté disponible antes de 2024, la UE debería incluir en AFIR el estándar tan pronto como esté disponible.

Con respecto a las **furgonetas**, sería recomendable garantizar en la regulación AFIR que los europeos puedan conducir un vehículo eléctrico en toda la UE en 2025 (Artículo 3) haciendo obligatorios los objetivos para los vehículos de transporte ligeros para la red global de la TEN-T en 2025 con la finalidad de eliminar cualquier temor relacionado con la "ansiedad de rango/carga".

Sería recomendable mejorar los objetivos de infraestructura de recarga basados en la flota (Artículo 3) vinculándolos a la cuota de vehículos eléctricos en la flota de un país y garantizar un objetivo mínimo absoluto. De este modo se garantiza que los Estados miembros con una cuota relativamente baja de vehículos eléctricos en su flota estén obligados a proporcionar una infraestructura suficiente. Como mecanismo de salvaguardia, se podría implementar un requisito de infraestructura mínima de recarga en cada Estado miembro para asegurar al menos un 2% de cuota de vehículos eléctricos en 2025, un 5% en 2027 y un 10% en 2030.

También se recomienda disminuir normativamente los plazos de tramitación para la adjudicación de permisos para la construcción e instalación de puntos de carga y la conexión a red, así como elaborar un mapa de los lugares disponibles, de la demanda de recarga y de la capacidad de la red.

Condiciones de uso

Este informe, ya sea de manera total o parcial, puede ser usado o distribuido libremente, y está disponible para todo tipo de público. Esta publicación no debe ser vendida ni utilizada con fines comerciales. El uso de la información contenida en esta publicación no está autorizado con fines publicitarios.