



TRIBUNAL
DE CUENTAS
EUROPEO

ES

2019

El apoyo de la UE al almacenamiento de energía

Documento informativo

Abril de 2019



Índice

	Apartados
Resumen	I-IX
Introducción	01-22
Por qué es importante el almacenamiento de energía	01-09
Tecnologías de almacenamiento de energía	10-16
Objetivo y enfoque del presente documento informativo	17-22
Examen del apoyo de la UE al almacenamiento de energía	23-81
Marco estratégico para el almacenamiento de energía	23-41
El Plan Estratégico Europeo de Tecnología Energética	24-26
La Alianza Europea de Baterías	27-37
El apoyo a las partes interesadas	38-41
Investigación e innovación en almacenamiento de energía	42-56
Procedimientos administrativos	47-48
Tecnologías de almacenamiento de energía que reciben ayudas	49-51
Implantación de la tecnología	52-56
El marco legislativo de la UE para el almacenamiento de energía	57-81
Almacenamiento de energía en la red	57-73
Almacenamiento de energía para el transporte	74-78
Vínculos entre la red y el transporte	79-81
Observaciones finales	82
Anexo I	
Anexo II	
Glosario	
Abreviaturas	
Equipo del Tribunal de Cuentas Europeo	

Resumen

I El presente documento informativo, que no es un informe de auditoría, destaca los desafíos específicos a los que se enfrenta la UE para procurar garantizar que su apoyo al almacenamiento de energía contribuye eficazmente a los objetivos de la UE en materia de clima y energía.

II Con el fin de mitigar el cambio climático, la UE se ha fijado metas y objetivos para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. La energía y el cambio climático guardan una estrecha relación: la producción y el uso de energía suponen el 79 % de las emisiones de gases de efecto invernadero de la UE, y el grueso de dichas emisiones proviene del suministro de energía y del transporte. Para hacer frente a esta amenaza del cambio climático se requiere un cambio fundamental desde el actual sistema energético basado en los combustibles fósiles a otro con bajas emisiones de carbono basado, principalmente, en las energías renovables: la «transición energética».

III Las tecnologías de almacenamiento de energía ofrecen una respuesta flexible a los desequilibrios provocados por la proporción cada vez mayor de fuentes de energía renovable variables, como la energía solar y eólica, en la red eléctrica. Los combustibles producidos a partir de fuentes renovables, como la electricidad renovable o el hidrógeno, pueden ayudar a reducir las emisiones procedentes del transporte; la mejora de la tecnología de almacenamiento de energía puede apoyar la expansión de la flota de vehículos que utilizan estos combustibles.

IV Actualmente están disponibles o en fase de desarrollo numerosas tecnologías de almacenamiento de energía como el almacenamiento de energía hidráulica por bombeo, los distintos tipos de baterías, el almacenamiento de hidrógeno, el almacenamiento de aire comprimido, los sistemas de almacenamiento de calor y distintos tipos de almacenamiento de gas. El marco político de la UE para el almacenamiento de energía se basa en iniciativas estratégicas como la Alianza Europea de Baterías, el apoyo a la investigación e innovación en tecnologías de almacenamiento de energía y la legislación que comprende los mercados de la electricidad y el transporte con bajas emisiones de carbono. A la vista del papel fundamental que desempeña el almacenamiento de energía en la consecución de un sistema con bajas emisiones de carbono basado, principalmente, en energías renovables, el presente documento informativo describe los desafíos clave para el desarrollo y la implantación del almacenamiento de energía en la UE.

El diseño de una estrategia para el almacenamiento de energía

V La UE ha adoptado medidas para desarrollar un marco estratégico para el almacenamiento de energía, con miras a acelerar la transformación del sistema energético de la UE e incorporar al mercado nuevas tecnologías prometedoras con bajas emisiones de carbono. Sin embargo, existe el riesgo de que las medidas adoptadas hasta la fecha no sean suficientes para lograr los objetivos estratégicos de la UE en materia de energías limpias.

VI El Plan EETE de investigación en el desarrollo de tecnologías innovadoras de baterías tiene como finalidad lograr un consenso sobre las acciones necesarias. La Alianza Europea de Baterías se centra, en gran medida, en tecnologías existentes en vez de en otras más avanzadas, y corre el riesgo de no lograr sus ambiciosos objetivos. La UE va a la zaga de sus competidores en cuanto a capacidad de fabricación de células de batería. Existe un riesgo de que el actual marco estratégico de la UE no esté a la altura de los desafíos de la transición energética.

El uso eficaz de la investigación y la innovación

VII La Comisión reconoce la importancia de la investigación y la innovación eficaces para acelerar la transformación del sistema energético de la UE e incorporar al mercado nuevas tecnologías prometedoras con bajas emisiones de carbono. Entre 2014 y octubre de 2018, Horizonte 2020, el principal programa de investigación de la Comisión, había concedido 1 340 millones de euros a proyectos de almacenamiento de energía en la red o de movilidad con bajas emisiones. La Comisión ha adoptado medidas para simplificar Horizonte 2020, pero aún se puede reducir la complejidad de la financiación de la UE para la investigación y aumentar la participación de empresas innovadoras. También existe un riesgo de que la UE no haya prestado el apoyo suficiente a la implantación en el mercado de soluciones innovadoras de almacenamiento de energía.

Establecimiento de un marco legislativo de apoyo

VIII Hasta 2019, los inversores en soluciones de almacenamiento de energía en la red eléctrica han afrontado obstáculos; la reciente legislación de la UE debería ayudar a superarlos. La Comisión abordó la mayoría de los problemas en la Directiva sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y en el Reglamento sobre el mercado interior de la electricidad, cuya aprobación estaba prevista para comienzos de 2019. En cuanto a la movilidad eléctrica, la implantación tardía y poco coherente de las infraestructuras de recarga podría retrasar la adopción generalizada de los vehículos eléctricos.

IX En el presente documento informativo, el Tribunal define siete desafíos clave para el apoyo de la UE al desarrollo e implantación de las tecnologías de almacenamiento de energía:

- 1) Garantizar una estrategia coherente de la UE;
- 2) Aumentar el apoyo de las partes interesadas;
- 3) Reducir la complejidad de la financiación de la UE para la investigación;
- 4) Apoyar la investigación y la innovación en tecnologías de almacenamiento de energía;
- 5) Implantar tecnologías de almacenamiento de energía;
- 6) Eliminar los obstáculos para los inversores;
- 7) Desarrollar infraestructuras de combustibles alternativos.

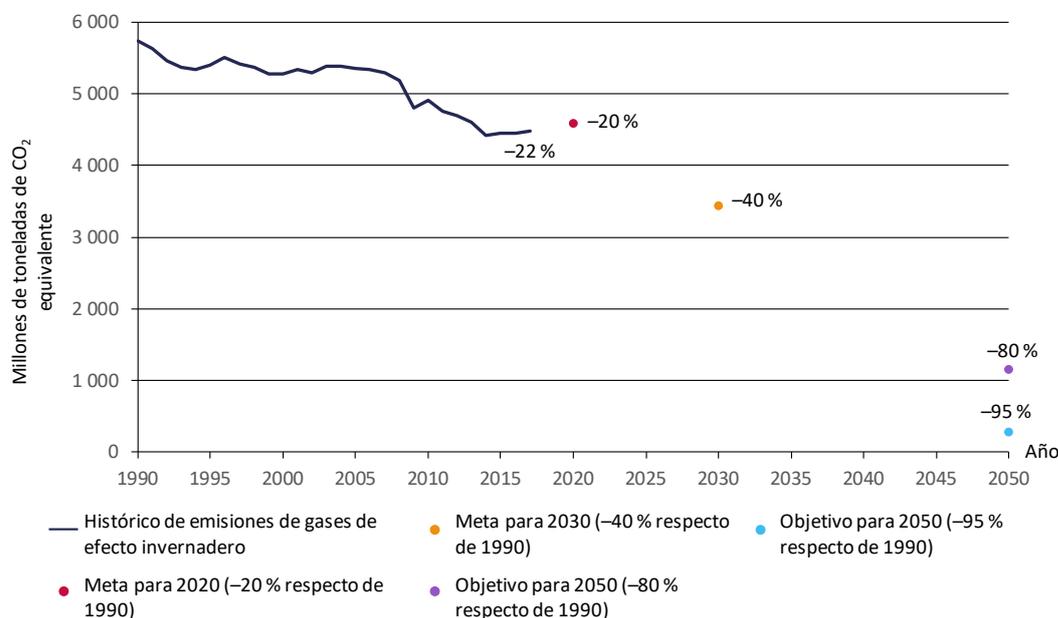
Introducción

Por qué es importante el almacenamiento de energía

01 En 2015, 195 Estados, responsables del 99,75 % de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, firmaron el [Acuerdo de París](#). Se comprometieron a mantener el aumento de la temperatura media mundial «muy por debajo» de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y se proponen limitarlo a 1,5°C¹. La UE se ha fijado objetivos y metas para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (véase la [ilustración 1](#)).

¹ [Acuerdo de París](#), CMNUCC, 2015 (artículos 2 y 4).

Ilustración 1 – Tendencias y metas relativas a las emisiones de gases de efecto invernadero de la UE



Fuente: «Trends and projections in Europe 2018», AEMA, 2018.

02 La energía y el cambio climático guardan una estrecha relación: para atajar la amenaza del cambio climático es necesario alejarse de manera esencial del actual sistema energético dependiente de los combustibles fósiles. La producción y el uso de energía suponen el 79 % de las emisiones de gases de efecto invernadero de la UE; el grueso de las emisiones por sectores proviene del suministro de energía y del transporte. Estos sectores deben utilizar cada vez más las energías renovables y las nuevas tecnologías para lograr las metas y objetivos en materia de emisiones de gases de efecto invernadero.

03 Durante al menos dos décadas, la UE ha utilizado un conjunto de instrumentos para desarrollar fuentes de energía con bajas emisiones de carbono. Por ejemplo, desde 2005, con el régimen de comercio de derechos de emisión de la UE (RCDE UE), la Unión ha impuesto un límite a las emisiones totales de algunos sectores de suministro de energía, industrias de gran consumo de energía y, desde 2012, vuelos internos del EEE², además de crear un mercado de derechos de emisión. Su objetivo, entre otros, era animar al sector energético a que utilizara más energía con bajas emisiones de carbono.

² El EEE comprende a todos los Estados miembros de la UE más Islandia, Liechtenstein y Noruega.

04 En aquellos sectores no comprendidos en el RCDE UE, como el sector del transporte, desde 2009, y con arreglo al «reparto del esfuerzo», el Parlamento Europeo y el Consejo han fijado metas nacionales vinculantes de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

05 Con el fin de apoyar la transición hacia un sector de suministro de energía con bajas emisiones de carbono, la UE también ha establecido metas relativas a la proporción de energías renovables en el consumo final de energía: el **20 % para el año 2020³ y el 32 % para 2030⁴**. Aquí se incluyen las energías renovables utilizadas para la producción de electricidad, para la calefacción y la refrigeración y para el transporte. La [Directiva de la UE sobre energías renovables](#) de 2009 también exige que los Estados miembros desarrollen instalaciones de almacenamiento para estabilizar el sistema eléctrico con la incorporación de más energía procedente de fuentes renovables.

06 Entre 2004 y 2017, la proporción en el consumo final bruto de electricidad de la UE que procede de fuentes renovables se incrementó desde el 14 % hasta el 31 %⁵. Esta cuota alcanzó el 72 % en Austria, pero fue inferior al 15 % en siete Estados miembros⁶. Más de dos tercios de la electricidad renovable de la UE procede de la energía hidráulica (35 %) y la energía eólica (34 %)⁷.

07 Dado que es probable que la generación adicional de electricidad a partir de fuentes renovables proceda de fuentes energéticas variables, como el sol y el viento, esta meta debería activar un aumento de la demanda de almacenamiento de energía.

³ [Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables](#) y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE (DO L 140 de 5.6.2009, p. 16).

⁴ [Directiva \(UE\) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables \(versión refundida\)](#) (DO L 328/82 de 21.12.2018).

⁵ «Share of electricity from renewable sources in gross electricity consumption 2004-2017», SHARES, Eurostat, febrero de 2019.

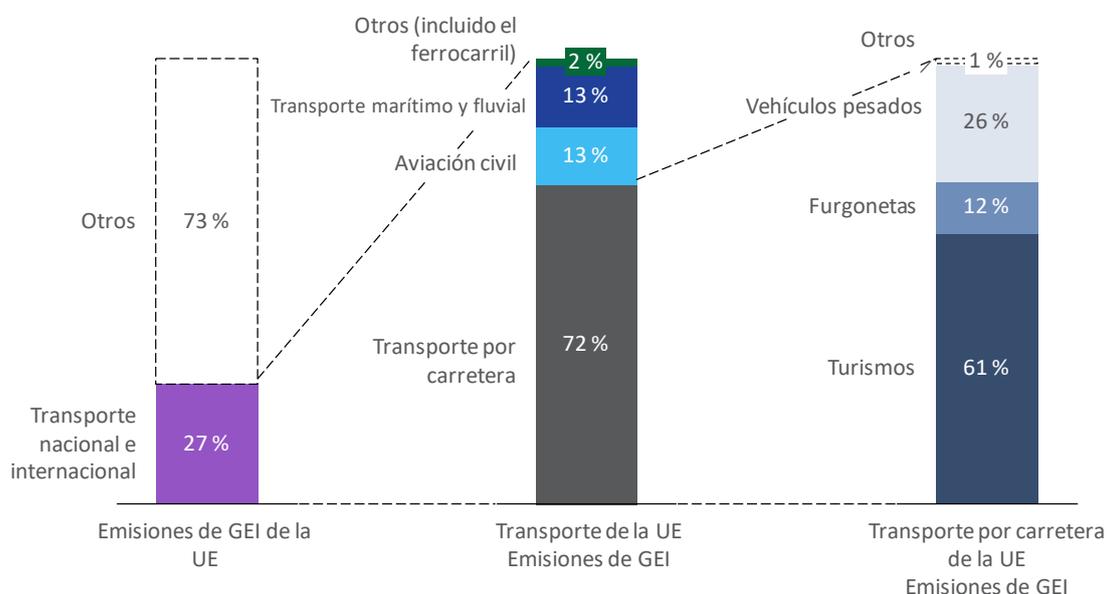
⁶ Chequia, Chipre, Hungría, Luxemburgo, Países Bajos, Malta y Polonia (fuente: Eurostat).

⁷ «SHARES 2017 Summary Results», Eurostat, febrero de 2019. El Tribunal tiene previsto publicar este año un informe especial sobre producción de electricidad a partir de energía eólica y solar.

08 La UE fijó metas específicas para la cuota de energías renovables utilizadas en el transporte: el **10 % para el año 2020³** y el **14 % para el año 2030⁴**. En lo que respecta al transporte, las nuevas fuentes de energía renovables también darán lugar a nuevos desafíos en materia de almacenamiento de energía. Por tanto, hará falta más almacenamiento de energía, tanto en la red como para el transporte⁸.

09 Aproximadamente tres cuartas partes de las emisiones de gases de efecto invernadero del transporte provienen del transporte por carretera, en su mayoría de los turismos (véase la *ilustración 2*). Tras un descenso entre 2007 y 2013, las emisiones procedentes del transporte aumentaron entre 2014 y 2016 (véase la *ilustración 3*).

Ilustración 2 – Emisiones de gases de efecto invernadero de la UE en el sector del transporte en 2016

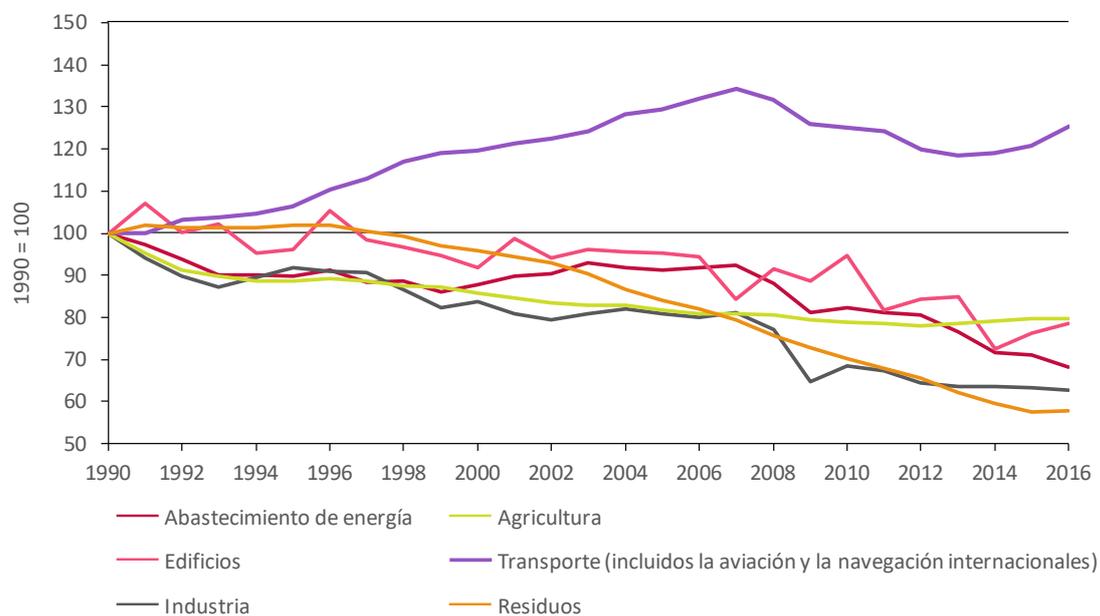


Nota: se incluyen la navegación y la aviación internacionales.

Fuente: Agencia Europea de Medio Ambiente, «*EEA greenhouse gas – data viewer*», 2018; análisis del Tribunal de Cuentas Europeo.

⁸ «Análisis panorámico sobre la acción de la UE en materia de energía y cambio climático», Tribunal de Cuentas Europeo, apartado 214.

Ilustración 3 – Evolución por sectores de las emisiones de gases de efecto invernadero de la UE, 1990-2016



Fuente: Agencia Europea de Medio Ambiente, «*EEA greenhouse gas – data viewer*», 2018; análisis del Tribunal de Cuentas Europeo.

Tecnologías de almacenamiento de energía

10 En la *ilustración 4* se presenta una síntesis de las principales tecnologías de almacenamiento de energía para aplicaciones en la red y en el transporte.

Ilustración 4 – Síntesis de las principales tecnologías de almacenamiento de energía y sus usos⁹

Tecnología de almacenamiento necesaria...	Baterías									
... en la red para...	Energía hidráulica por bombeo	Ion-litio	Plomo-ácido	Flujo redox	Sodio-azufre	Super-condensador	Pila de combustible de hidrógeno	Batería inercial	Aire líquido o comprimido	Almacenamiento de calor
Almacenamiento estacional Necesidad: gran capacidad de almacenamiento, descarga lenta	✓						✓			
Almacenamiento diario (cambio según el pico de la demanda) Necesidad: horas de suministro	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓
Servicios de apoyo a la red (por ejemplo, respuesta en frecuencia) Necesidad: respuesta rápida, suministro desde segundos a horas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Hogares Necesidad: pequeña escala, larga vida útil		✓	✓	✓			✓			
... en el transporte para...										
Carretera Necesidad: alta potencia, bajo peso, pequeño tamaño		✓				✓	✓			
Aviación/Navegación Necesidad: alta potencia, elevada energía por volumen						✓	✓			

Fuente: Tribunal de Cuentas Europeo, a partir de datos de «Electrical energy storage for mitigating climate change», Imperial College, Londres.

En la red

11 La transformación del sistema energético plantea importantes desafíos para integrar en el sistema eléctrico las fuentes de energía renovable variables, y para establecer un equilibrio entre la oferta y la demanda. Sería necesario implantar tres métodos principales:

- En primer lugar, las **interconexiones de la red** aumentan la probabilidad de que la oferta en toda la red satisfaga a la demanda. Sin embargo, el Tribunal constató en su fiscalización de 2015 que la infraestructura energética de la UE, tanto dentro de los Estados miembros como entre unos Estados y otros, no está diseñada, en general, para mercados completamente integrados¹⁰.
- En segundo lugar, **es posible gestionar la demanda**: las fábricas pueden ajustar su producción y, por tanto, su uso de energía, a aquellos momentos en los que la

⁹ Véase el anexo II para obtener una descripción de estas tecnologías.

¹⁰ Informe Especial n.º 16/2015: «Necesidad de redoblar esfuerzos para mejorar la seguridad del abastecimiento energético mediante el desarrollo del mercado interior de la energía», Tribunal de Cuentas Europeo, 2015. Esto también quedó confirmado en el Segundo Informe sobre el estado de la Unión de la Energía de la Comisión, COM(2017) 53 final, de 2017.

electricidad sea más abundante y barata. Del mismo modo, en algunos hogares, el proveedor de electricidad puede conectar y desconectar a distancia los depósitos de agua caliente para gestionar el momento oportuno de la demanda. No obstante, el consumo normalmente solo se puede posponer algunas horas, no durante días. La gestión de la demanda en el sector residencial y de los servicios también debe hacer frente a obstáculos reglamentarios y relacionados con el diseño de los mercados¹¹.

- o En tercer lugar, **la electricidad se puede almacenar** para utilizarla posteriormente. Las soluciones de almacenamiento también pueden prestar servicios de apoyo adicionales a la red¹². Con el fin de cumplir sus objetivos climáticos para 2050, la Comisión ha calculado que la UE necesitará multiplicar hasta por seis el almacenamiento de energía¹³.

12 En la UE, en lo que respecta a la red eléctrica, el **almacenamiento de energía hidráulica por bombeo** es la tecnología de almacenamiento de electricidad más común, y supone el 88 % de la capacidad de almacenamiento instalada¹⁴. Se utiliza tanto para el almacenamiento diario como para el almacenamiento estacional. Las restricciones geológicas, la sostenibilidad medioambiental y la aceptación por parte del público plantean desafíos a la construcción de nuevas instalaciones a gran escala de almacenamiento de energía hidráulica por bombeo¹⁵.

13 Las **baterías** almacenan la energía eléctrica en forma química y convierten dicha energía en electricidad. Normalmente, una batería está compuesta por tres partes: dos electrodos y un electrolito situado entre ellos. Cuando una batería cargada se conecta

¹¹ «The potential of electricity demand response», Parlamento Europeo, 2017.

¹² Por ejemplo, el desajuste entre la producción y la demanda de electricidad puede provocar variaciones en la frecuencia; algunas tecnologías de almacenamiento pueden devolver la frecuencia a su valor adecuado. Esto se denomina «respuesta en frecuencia».

¹³ [Un planeta limpio para todos](#), Comisión Europea, COM(2018) 773 final de 28.11.2018, p. 7. La Comisión desarrolló vías para la transición hacia una economía de cero emisiones netas de gases de efecto invernadero. El cálculo de las necesidades de almacenamiento que realiza la Comisión se basa en vías centradas en la electrificación intensa en sectores de uso final.

¹⁴ Fuente: «[Pumped Hydro Storage](#)», Asociación Europea de Almacenamiento de Energía; «[Energy Storage: Which Market Designs and Regulatory Incentives Are Needed?](#)», Departamento temático A: Políticas Económicas y Científicas. Parlamento Europeo, 2015.

¹⁵ «[Assessment of the European potential for pumped hydropower energy storage](#)», Centro Común de Investigación, 2013.

a un circuito, los iones cargados fluyen entre los electrodos a través del electrolito. Esta transferencia de cargas genera electricidad en el circuito. Las baterías se pueden utilizar para el almacenamiento a corto plazo de energía, a lo largo de unas horas y días, por ejemplo, para cambiar el pico de demanda diario. Sin embargo, cuando están cargadas, no pueden mantener su carga durante semanas o meses sin sufrir pérdidas importantes. Se comercializan numerosos tipos de baterías, como las de plomo-ácido y las de ion-litio. Se están desarrollando nuevas versiones de estas tecnologías y los investigadores están trabajando en alternativas, como las baterías de litio en estado sólido.

En el transporte

14 Además de los biocombustibles, los combustibles renovables como la **electricidad renovable, el hidrógeno renovable y el gas natural sintético** pueden reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector del transporte. En la actualidad, la expansión del parque de vehículos que utilizan estos combustibles se ve restringida, por ejemplo, por su gama, su coste y la falta de infraestructuras de repostaje.

15 Por lo general, los vehículos de carretera eléctricos e híbridos almacenan la energía en baterías de ion-litio. Al final de 2018 representaban el 0,4 % de todos los vehículos de carretera de la UE¹⁶. Los vehículos eléctricos suponen en la actualidad alrededor del 1 % de todos los vehículos a nivel mundial; según las previsiones del sector privado, esta cifra podría llegar al 20 % en 2030¹⁷.

16 El hidrógeno producido a partir de fuentes de energía renovables también puede alimentar pilas de combustible en turismos y otros vehículos. Estos vehículos se puedan recargar en pocos minutos. El hidrógeno se puede convertir en gas natural sintético, que a su vez también podría propulsar aeronaves y buques. Sin embargo, hoy en día la producción de hidrógeno debe superar desafíos relacionados con su coste.

Objetivo y enfoque del presente documento informativo

17 En septiembre de 2017, el Tribunal publicó su [análisis panorámico sobre la acción de la UE en materia de energía y cambio climático](#), que definía siete desafíos clave en

¹⁶ Cálculo del Tribunal de Cuentas Europeo a partir de datos del [Observatorio Europeo para los Combustibles Alternativos](#), la [Asociación de Fabricantes Europeos de Automóviles](#) y Eurostat.

¹⁷ Véase, por ejemplo, [«How battery storage can help charge the electric-vehicle market»](#), McKinsey and Company, 2018.

el ámbito de la energía y el cambio climático. Estos comprendían la transición energética y el uso eficaz de la investigación y la innovación.

18 A la luz de estos desafíos y del papel fundamental que desempeña el almacenamiento de energía para lograr un sistema energético con bajas emisiones de carbono basado, principalmente, en energías renovables, el presente documento informativo describe el apoyo de la UE al almacenamiento de energía desde 2014, y se centra en:

- o el **marco estratégico** para el desarrollo de las tecnologías de almacenamiento de energía, desde la revisión del Plan EETE en 2015;
- o los instrumentos de financiación **de la investigación e innovación de la UE** para las tecnologías de almacenamiento de energía en el actual período de programación (2014-2020)¹⁸;
- o el **marco legislativo de la UE** que apoya la implantación de tecnologías de almacenamiento de energía a partir de 2014.

19 El presente documento, que no es un informe de auditoría, destaca los desafíos específicos a los que se enfrenta la UE para procurar garantizar que su apoyo al almacenamiento de energía contribuye eficazmente a los objetivos de la UE en materia de clima y energía.

20 Los hechos presentados en este documento informativo proceden de:

- o exámenes documentales y entrevistas a ocho Direcciones Generales de la Comisión¹⁹ y a otros cinco organismos de la UE²⁰;

¹⁸ Algunos de los proyectos de investigación examinados por el Tribunal se habían iniciado en el anterior período de programación (2007-2013).

¹⁹ Direcciones Generales de Investigación e Innovación; Acción por el Clima; Medio Ambiente; Energía; Movilidad y Transportes; Redes de Comunicación, Contenido y Tecnologías; Mercado Interior, Industria, Emprendimiento y Pymes; y el Centro Común de Investigación (JRC).

²⁰ La Agencia Ejecutiva de Innovación y Redes (INEA), la Empresa Común Pilas de Combustible e Hidrógeno, la Iniciativa Europea para los Coches Ecológicos, la CCI Energía-Innovación del EIT y la CCI Materias Primas del EIT.

- o el examen de 452 proyectos de investigación pertinentes de Horizonte 2020, incluido un análisis en profundidad de una muestra de 57 proyectos;
- o visitas a diecisiete proyectos de investigación de almacenamiento de energía: trece cofinanciados por subvenciones en virtud de Horizonte 2020, dos con el apoyo de créditos del EIB y dos proyectos financiados con fondos nacionales o privados;
- o entrevistas a cuarenta partes interesadas activas, como centros de investigación, organizaciones internacionales, asociaciones del ámbito de la energía, reguladores de la energía y empresas del sector energético, automovilístico y de las baterías²¹. Veintiocho de estas partes interesadas también contestaron a un cuestionario²². Catorce partes interesadas habían participado en proyectos de investigación para almacenamiento de energía financiados por la UE;
- o fiscalizaciones y exámenes anteriores del Tribunal;
- o un examen y consulta de la documentación con un experto en tecnologías y mercados de almacenamiento de energía.

21 El presente documento informativo versa sobre el apoyo de la UE al almacenamiento de electricidad, tanto para la red como para los vehículos, y a la producción de gas sintético. En el alcance del presente documento se ha excluido el almacenamiento de combustibles fósiles.

22 Se ha tenido en cuenta la evolución del sector del almacenamiento de energía de la UE hasta finales de enero de 2019.

²¹ Producción de células de batería, montaje de paquetes de batería y aplicaciones para la red y la movilidad eléctrica.

²² Las partes interesadas respondieron a las secciones del cuestionario pertinentes para su organización. Por ejemplo, los reguladores de la energía contestaron a las secciones sobre estrategia y legislación de la UE, pero no a preguntas sobre investigación e innovación.

Examen del apoyo de la UE al almacenamiento de energía

Marco estratégico para el almacenamiento de energía

23 Los principales hitos del apoyo de la UE, desde 2007, al almacenamiento estático, al almacenamiento móvil y la investigación e innovación en almacenamiento de energía se resumen en el [anexo I](#).

El Plan Estratégico Europeo de Tecnología Energética

24 La Comisión presentó el [Plan Estratégico Europeo de Tecnología Energética \(Plan EETE\) integrado](#) en 2007 y lo revisó en 2015²³. Dicho plan apoyaba un enfoque de la UE a la investigación e innovación energéticas, diseñado para acelerar la transformación del sistema energético de la UE e incorporar al mercado las nuevas y prometedoras tecnologías con bajas emisiones de carbono. Su finalidad es coordinar las actividades de investigación e innovación en los Estados miembros y en otros países asociados (Islandia, Noruega, Suiza y Turquía). Dicho plan establecía que, para lograr la descarbonización en 2050, hacía falta conseguir un avance decisivo en la rentabilidad de las tecnologías de almacenamiento de energía²⁴.

25 El Plan EETE comprende diez acciones clave, cuatro de las cuales se refieren al almacenamiento de energía:

- Acción 4: desarrollar y activar sistemas energéticos resilientes, fiables y eficientes, capaces de integrar fuentes de energía renovable variables;
- Acción 6: continuar con los esfuerzos encaminados a que la industria de la UE reduzca su intensidad en el uso de energía y sea más competitiva, por ejemplo, desarrollando tecnologías de almacenamiento de energía térmica;
- Acción 7: baterías para la movilidad eléctrica y el almacenamiento estático de energía;

²³ [Plan Estratégico Europeo de Tecnología Energética \(Plan EETE\) integrado: Acelerar la transformación del sistema energético europeo](#), Comisión Europea, C(2015) 6317 final, 2015.

²⁴ [Plan Estratégico Europeo de Tecnología Energética \(Plan EETE\)](#), Comisión Europea, COM(2007) 723 final, 2007.

- o Acción 8: bioenergía y combustibles renovables para un transporte sostenible²⁵.

26 En virtud de la acción 7, la Comisión, varios Estados miembros y partes interesadas de la investigación y la industria acordaron en 2016 metas relativas al rendimiento, el coste y la fabricación de baterías, fijadas para 2020 y 2030²⁶. En noviembre de 2017 presentaron un plan de ejecución para el período comprendido entre 2018 y 2030, que indica los niveles de preparación de la tecnología (TRL)²⁷ que deben alcanzarse, los plazos previstos y los presupuestos necesarios.

La Alianza Europea de Baterías

27 Las baterías son parte esencial de los vehículos eléctricos: suponen alrededor del 50 % del coste del vehículo²⁸. Según una empresa consultora líder a nivel internacional, cuanto más cerca de los fabricantes de vehículos se sitúen los proveedores de baterías, más corta, barata, segura²⁹ y flexible será la cadena de suministro, y más fácil será innovar mediante ensayos de los componentes de las baterías. A fin de fortalecer el desarrollo del sector de vehículos eléctricos de la UE, la Comisión considera importante que la UE cuente con su propia capacidad de fabricación de baterías³⁰.

28 El crecimiento de la producción de vehículos eléctricos aumenta la demanda de litio y cobalto, materias primas esenciales necesarias para la fabricación de baterías de ion-litio. Según la CCI Energía-innovación, China posee alrededor del 50 % de la minería

²⁵ En virtud de la acción 8, el hidrógeno no se tuvo en cuenta hasta 2014 en el contexto del almacenamiento de energía, cuando la demostración de la viabilidad del almacenamiento de energía del hidrógeno se convirtió en un objetivo expreso de la Empresa Común Pilas de Combustible e Hidrógeno 2.

²⁶ «Become competitive in the global battery sector to drive e-mobility forward », 2016.

²⁷ Escala de medición desarrollada para evaluar la madurez de una tecnología en particular. En una escala del 1 al 9, el TRL 1 corresponde aproximadamente a la investigación básica, los TRL 2-4 a la investigación aplicada, los TRL 5-6 al desarrollo o investigación aplicados, los TRL 7-8 a la demostración y el TRL 9 a la implantación a escala real.

²⁸ *Bloomberg New Energy Finance*, abril de 2017, p. 6.

²⁹ Como productos peligrosos, las baterías están sujetas a unas normas especiales de manejo durante su transporte. Sin embargo, las materias primas necesarias para fabricar células de baterías no lo están.

³⁰ *Discurso sobre la Alianza Europea de Baterías a cargo del vicepresidente Maroš Šefčovič*, Foro de los Industry Days, Bruselas, 23 de febrero de 2018.

de litio y cobalto. La Comisión considera importante garantizar el acceso a las materias primas procedentes de los países ricos en recursos y que no pertenecen a la UE, facilitar el acceso a fuentes europeas de materias primas y acceder a materias primas secundarias a través del reciclaje en el marco de una economía circular de las baterías³¹.

29 En 2018 la UE tenía aproximadamente el 3 % de la capacidad mundial de fabricación de células de batería. La región de Asia y el Pacífico cuenta con el 84 % de la capacidad³² y América del Norte con el 12 %³³. China, en particular, ha adoptado varias medidas para promover el desarrollo de vehículos híbridos o eléctricos (véase el [recuadro 1](#)).

Recuadro 1 - Iniciativas de China para promover los vehículos híbridos y eléctricos

China ha introducido un sistema de créditos para nuevos turismos con bajas emisiones de carbono. A cada vehículo híbrido, de pilas de combustible o totalmente eléctrico se le conceden entre dos y seis créditos. En 2019, las empresas automovilísticas con un volumen de importación o producción anual de al menos 30 000 vehículos deben obtener un número de créditos equivalente al 10 % del total de sus ventas de vehículos. Esta cifra aumentará hasta el 20 % en 2025³⁴. China también ofrece incentivos para la fabricación de autobuses eléctricos, subvenciones a los consumidores que adquieran vehículos eléctricos y expedición prioritaria de permisos de circulación para los propietarios de vehículos eléctricos en grandes ciudades.

30 A la luz de la baja capacidad de fabricación de células de batería de la UE, la Comisión anunció en octubre de 2017 la [Alianza Europea de Baterías](#). La Alianza tiene como fin crear una cadena de valor de fabricación de baterías competitiva y sostenible en Europa. Comprende los esfuerzos de la Comisión por reunir a los socios de la industria de la UE, a los socios en materia de investigación e innovación y a los Estados miembros para convertir a Europa en un líder mundial en fabricación y uso sostenible de baterías.

³¹ Plan de acción estratégico para las baterías, COM(2018) 293 final.

³² En China, Corea del Sur y Japón.

³³ «Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications», Centro Común de Investigación, noviembre de 2018, p. 24.

³⁴ «China's new energy vehicle mandate policy», ICCT, enero de 2018.

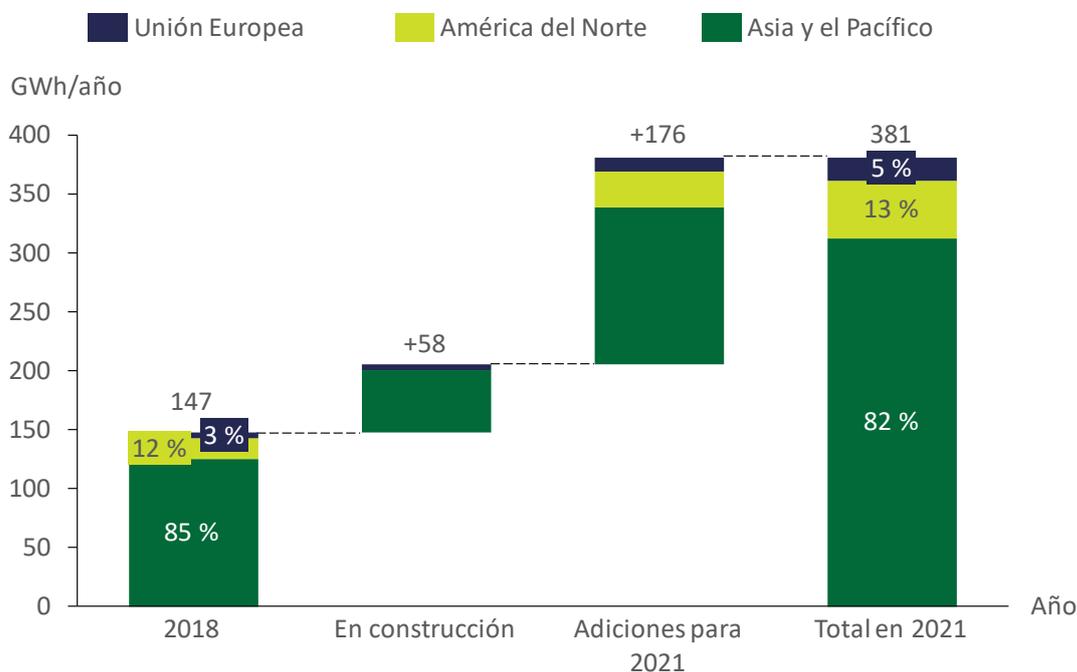
31 El [Plan de acción estratégico para las baterías](#) asociado de 2018 recoge medidas para facilitar el acceso a materias primas para las baterías, apoyar la fabricación a gran escala de células de baterías, acelerar la investigación e innovación en este ámbito, desarrollar una mano de obra altamente cualificada y garantizar la coherencia con el marco reglamentario de la UE. El Plan de acción consta de 37 medidas clave, centradas sobre todo en un uso mayor y más integrado de los actuales instrumentos reglamentarios y de financiación.

32 La Comisión considera que, solamente para satisfacer la demanda de baterías de la UE, que calcula que podría alcanzar un valor de 250 000 millones de euros anuales para el año 2025, harían falta, por lo menos, entre diez y veinte fábricas de gran tamaño, o «gigafactorías», de células de batería, que produzcan alrededor de 200 GWh de baterías de ion-litio al año³⁵. La Comisión calcula que la inversión total necesaria se aproxima a los 20 000 millones de euros.

33 Entre 2018 y 2021 la UE desarrollará su capacidad de fabricación de baterías más tarde que otras regiones líderes a nivel mundial (véase la [ilustración 5](#)).

³⁵ Sitio web de la Alianza Europea de Baterías, discurso sobre la Alianza Europea de Baterías a cargo del vicepresidente Maroš Šefčovič, Foro de los Industry Days, Bruselas, 23 de febrero de 2018.

Ilustración 5 – Proyección del desarrollo de la capacidad de fabricación de células de batería de ion-litio, 2018-2021



«Resto del mundo» no incluido (aproximadamente el 0,7 % en 2018 y un 0,8 % adicional en 2021).

Fuente: Tribunal de Cuentas Europeo, adaptado a partir de «Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications», JRC, 2018.

34 El Centro Común de Investigación (JRC) de la UE espera que, después de 2021, otras cuatro plantas añadan más capacidad de fabricación en la UE³⁶. Según la CCI Energía-innovación, se tardan cuatro años en construir una infraestructura de fabricación de células³⁷. En total, la capacidad de fabricación de la UE puede alcanzar los 70 GWh en 2023³⁸, cifra bastante inferior a la meta de la UE de 200 GWh fijada por la Alianza para el año 2025. Para entonces, el mercado de baterías de la UE puede que ya esté abastecido en gran medida por plantas situadas fuera de la Unión, o los fabricantes de vehículos podrían haber reubicado parte de su producción fuera de la UE, más cerca de los fabricantes de baterías.

³⁶ Fuente: «Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications», JRC, 2018.

³⁷ «Bridging the gap between Financial Institutions and Industry», acto organizado por la CCI Energía-Innovación, Bruselas, enero de 2019.

³⁸ Cálculos del Tribunal de Cuentas Europeo basados en «Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications», JRC, 2018.

35 En 2014, la Comisión publicó orientaciones³⁹ sobre la compatibilidad de la financiación pública de proyectos importantes de interés común europeo (PIICE), como los proyectos de almacenamiento de energía, con las normas sobre ayudas estatales⁴⁰. En diciembre de 2018, Francia y Alemania pusieron en marcha un proceso para hallar consorcios creíbles, incluidos los fabricantes de vehículos, que pudieran participar en dicho programa. Su objetivo es desarrollar planes de inversión y que la Comisión apruebe dichos planes en 2019.

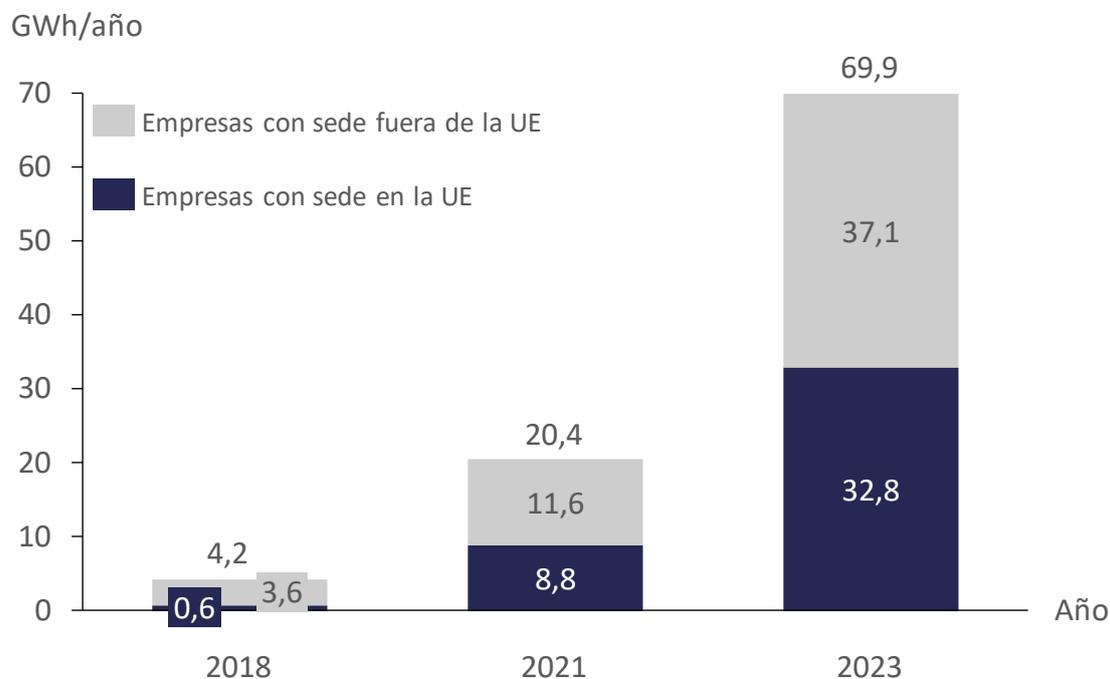
36 Las empresas de fuera de la UE financiarán algunas plantas en la Unión. El JRC calculó que las empresas de fuera de la UE podrían captar el 53 % de la capacidad de fabricación en la Unión para el año 2023 (véase la *ilustración 6*)⁴¹.

³⁹ Criterios para el análisis de la compatibilidad con el mercado interior de las ayudas para fomentar la realización de proyectos importantes de interés común europeo (2014/C 188/02), Comisión Europea, 2014.

⁴⁰ Invertir en una industria inteligente, innovadora y sostenible: Estrategia renovada de política industrial de la UE, COM(2017) 479 final, Comisión Europea, 2017.

⁴¹ Suponiendo que la capacidad de fabricación de LG Chem Sp. z o.o aumente hasta los 12 GWh/año para 2023.

Ilustración 6 – Productores de capacidad de fabricación de células de batería de ion-litio para grandes aplicaciones, como la red y el transporte, en la UE



Fuente: Tribunal de Cuentas Europeo, adaptado a partir de «Li-ion batteries for mobility and stationary storage applications», JRC, 2018.

37 En 2017, las fábricas de baterías de ion-litio para vehículos eléctricos en todo el mundo funcionaban aproximadamente a un nivel de entre el 40 y el 50 % de su capacidad⁴². Por tanto, según una empresa consultora líder a nivel internacional, a corto plazo será difícil que nuevos actores entren de manera rentable en el actual mercado de producción de baterías de ion-litio: los actores predominantes pueden utilizar su exceso de capacidad de producción para fabricar —o amenazar con fabricar y vender— más baterías a un coste marginal. Ya que la UE no entrará en el mercado de fabricación de baterías en calidad de pionera, puede tener dificultades para generar una ventaja competitiva, a menos que explote las ventajas tecnológicas.

⁴² «Lithium-ion battery costs and market: Squeezed margins seek technology improvements & new business models», *Bloomberg New Energy Finance*, 2017, pp. 3 y 4.

El apoyo a las partes interesadas

38 El Tribunal recibió respuestas de veintiocho partes interesadas⁴³ sobre la estrategia de la Comisión, tanto del Plan EETE como de la Alianza Europea de Baterías:

- Todas ellas tenían conocimiento del marco estratégico de la Comisión para la energía;
- Alrededor de la mitad consideraban que el marco de la Comisión para el almacenamiento de energía era apropiado y útil para su organización;
- Sin embargo, dos tercios también afirmaron que podría mejorarse:
 - diez contestaron que la estrategia se centraba demasiado en las baterías de ion-litio para vehículos;
 - cinco llamaron la atención sobre las deficiencias en la legislación, el diseño del mercado y la definición de normas;
 - dos se refirieron a la falta de visión a largo plazo, planteando la posibilidad de que el sector de la automoción de la UE pudiera desaparecer totalmente.

39 En su lanzamiento en octubre de 2017, ochenta participantes se unieron a la Alianza Europea de Baterías. Según la Comisión⁴⁴, un año más tarde, este número se había incrementado hasta casi las 260.

40 Algunas partes interesadas pertinentes, distintas de las encuestadas, decidieron no unirse a la Alianza. Por ejemplo, una gran empresa de electrónica radicada en la UE consideró demasiado arriesgado invertir en la fabricación a gran escala de células de batería de ion-litio, en el contexto de un mercado ya dominado por los fabricantes asiáticos (véase el [recuadro 2](#)).

Recuadro 2 – Una empresa europea decide adquirir fuera las células de batería en lugar de fabricarlas a nivel interno

Una gran empresa de ingeniería y electrónica de la UE decidió no unirse a la Alianza Europea de Baterías. Afirmó que adquiriría fuera las células de batería de ion-litio, en lugar de fabricarlas a nivel interno. La empresa consideró que sería difícil aprovechar una ventaja competitiva, dado que tres cuartas partes del coste de

⁴³ De la investigación e innovación públicas, el sector de la energía, el sector de los transportes, el sector de las baterías, asociaciones energéticas y organizaciones internacionales.

⁴⁴ Sitio web de la Alianza Europea de Baterías.

fabricación corresponde a las materias primas, en un mercado dominado por los competidores asiáticos de bajo coste.

Decidió dismantelar su investigación en tecnologías actuales y futuras de células y disolver su empresa conjunta para tecnología de ion-litio. En su lugar, la empresa decidió centrarse en los sistemas de baterías.

41 Igualmente, un consorcio francés decidió dedicarse a corto plazo al desarrollo de células de batería de ion-litio de última generación, y centrarse a continuación en las baterías de estado sólido, para lo que espera un avance tecnológico alrededor de 2023⁴⁵.

Investigación e innovación en almacenamiento de energía

42 El Programa Marco de Investigación e Innovación para el período 2014-2020, *Horizonte 2020*, es el principal instrumento de financiación para la investigación y la innovación de la UE. En octubre de 2018, Horizonte 2020 había concedido 1 340 millones de euros a proyectos de almacenamiento de energía en la red o de movilidad con bajas emisiones de carbono. Esto supone el 3,9 % de la contribución total de la UE (34 000 millones de euros) asignada a proyectos de Horizonte 2020 para dicha fecha.

43 El desglose de las subvenciones de la UE para proyectos de almacenamiento de energía en octubre de 2018, en virtud de estos distintos instrumentos, se muestra en la *ilustración 7*. En 2019, Horizonte 2020 incluyó una convocatoria para proyectos sobre baterías por valor de 114 millones de euros⁴⁶, con financiación adicional en 2020.

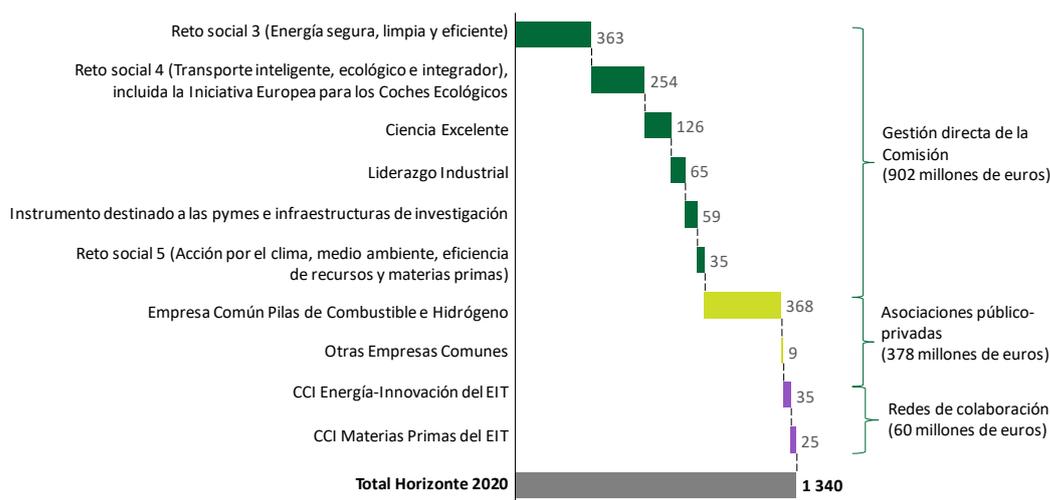
44 La Comisión gestiona directamente la mayoría de los programas de **Horizonte 2020**. Financia, sobre todo, subvenciones para investigadores e instrumentos específicos de apoyo a la investigación e innovación en pequeñas y medianas empresas. Horizonte 2020 también cofinancia asociaciones público-privadas, como la Empresa Común Pilas de Combustible e Hidrógeno. Horizonte 2020 apoya asimismo las redes de investigación e innovación, como las Comunidades de Conocimiento e Innovación (CCI) Energía-Innovación (CCI Energía-Innovación) y

⁴⁵ *Réunion du comité exécutif*, Conseil national de l'industrie, 28 de mayo de 2018, p. 23.

⁴⁶ Incluidos 25 millones de euros para baterías en estado sólido y 20 millones de euros para baterías de flujo redox.

Materias Primas (CCI Materias Primas) del Instituto Europeo de Innovación y Tecnología (EIT).

Ilustración 7 – Contribuciones de Horizonte 2020 a proyectos de almacenamiento de energía en la red o de movilidad con bajas emisiones de carbono



Fuente: análisis del Tribunal de Cuentas Europeo a partir de datos de la Comisión.

45 Además, con el fin de respaldar proyectos pioneros de demostración de infraestructuras energéticas a escala comercial que implican elevados niveles de riesgo para los inversores extranjeros, el Banco Europeo de Inversiones (BEI) ofrece préstamos, garantías e inversión en capital a través del [instrumento de proyectos de demostración en el ámbito de la energía de InnovFin \(InnovFin EDP\)](#). En octubre de 2018 el instrumento había concedido un préstamo de 52 millones de euros a un proyecto en el ámbito del almacenamiento de energía.

46 En 2009, la Comisión introdujo el concepto de iniciativas emblemáticas de tecnologías futuras y emergentes⁴⁷. El objetivo es lograr un efecto que sea mayor que la suma de los esfuerzos individuales de las iniciativas nacionales. Una de estas iniciativas, pertinente para el almacenamiento de energía, es la iniciativa emblemática sobre el grafeno. Durante 2018 la Comisión consultó a las partes interesadas con miras

⁴⁷ Rebasar las fronteras de las TIC: una estrategia para la investigación sobre las tecnologías futuras y emergentes en Europa, COM(2009) 184 final, Comisión Europea, 2009; FET Flagships: A novel partnering approach to address grand scientific challenges and to boost innovation in Europe, SWD(2014) 283 final, Comisión Europea, 2014; FET Flagships Interim Evaluation, Comisión Europea, 2017.

a establecer una iniciativa emblemática de la UE de diez años que respalde la investigación básica y aplicada en futuras tecnologías de baterías. Un grupo de partes interesadas del ámbito de la investigación y la industria presentaron una propuesta de iniciativa sobre baterías y publicaron, en diciembre de 2018, un [manifiesto sobre baterías 2030+](#)⁴⁸.

Procedimientos administrativos

47 Horizonte 2020 es un programa complejo, aunque más sencillo que sus predecesores⁴⁹. La fiscalización de Horizonte 2020⁵⁰ realizada por el Tribunal permitió constatar que la carga administrativa sobre los beneficiarios se había reducido, pero que el programa seguía siendo complejo⁵¹.

48 Cuanto más complejos son los instrumentos de financiación, menos atractivo tienen para los potenciales participantes. La complejidad también lastra a posibles solicitantes que no conocen de manera exhaustiva las normas de financiación del instrumento, como las pymes y aquellos que participan por primera vez⁵². La evaluación intermedia de Horizonte 2020 subraya que la arquitectura de financiación es demasiado compleja y puede impedir que las organizaciones identifiquen las

⁴⁸ Véase el sitio web [Battery 2030+](#).

⁴⁹ «Contribución a la simplificación del programa de investigación de la UE después de Horizonte 2020», Documento informativo, Tribunal de Cuentas Europeo, marzo de 2018.

⁵⁰ Informe Especial n.º 28/2018: «La mayoría de las medidas de simplificación introducidas en Horizonte 2020 han facilitado las cosas a los beneficiarios, pero todavía es posible mejorar», Tribunal de Cuentas Europeo, 2018.

⁵¹ Más concretamente: las directrices de la Comisión son exhaustivas pero difíciles de usar; las frecuentes modificaciones provocan confusión e inseguridad; se ha mejorado el portal para participantes, pero todavía es difícil moverse por él; las normas sobre costes de personal siguen siendo complejas para los participantes; y ha aumentado la participación de las pymes, pero persisten algunos obstáculos.

⁵² «LAB – FAB – APP, Investing in the European future we want», Comisión Europea, 2017, p. 16; aportación de las partes interesadas obtenida por el Tribunal de Cuentas Europeo.

convocatorias e instrumentos que se ajustan mejor a sus necesidades, y se cree un riesgo de duplicación⁵³.

Tecnologías de almacenamiento de energía que reciben ayudas

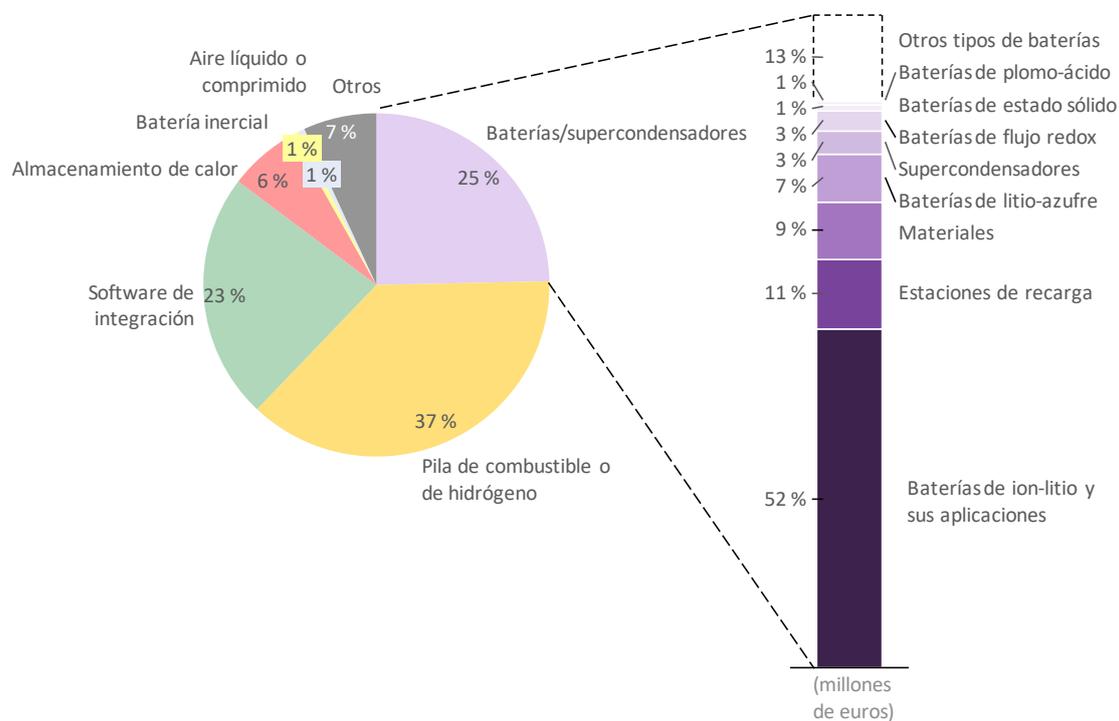
49 La Comisión concedió ayudas por un total de 1 340 millones de euros de Horizonte 2020 a 396 proyectos vinculados al almacenamiento de energía en la red y a la movilidad con bajas emisiones de carbono: el 25 % de los fondos se destinó a proyectos de baterías y el 37 % a proyectos de pilas de hidrógeno o de combustible (véase la *ilustración 8*).

50 De los 315 millones de euros contratados para proyectos de investigación en el ámbito de las baterías, más de la mitad se destinó a proyectos de baterías de ion-litio. Los importes gastados en tipos de baterías nuevos y con potencial de nueva generación fueron: el 7 % para baterías de litio-azufre; el 3 % para baterías de flujo redox; el 1 % para baterías de estado sólido y menos del 1 % para baterías de plomo-ácido. Otro 13 % contribuyó al desarrollo de otras tecnologías avanzadas de baterías⁵⁴.

⁵³ «Horizon 2020 support to Smart, Green and Integrated transport: Interim evaluation report», Comisión Europea, 2017, sección 6.5.3. «In-depth interim evaluation of Horizon 2020», Comisión Europea, SWD(2017) 220 final, pp. 20, 79, 122 y 150.

⁵⁴ Como el sodio-ion, sodio-azufre, de flujo ácido-base, cinc-aire y calcio-ion.

Ilustración 8 – Proyectos de almacenamiento de energía de Horizonte 2020



Fuente: Tribunal de Cuentas Europeo, a partir de datos de la Comisión.

51 En 2017, la Comisión evaluó los proyectos de Horizonte 2020 de investigación aplicada o demostración relacionados con las baterías⁵⁵. De los veintiocho proyectos finalizados en el momento de la evaluación, los evaluadores de la Comisión llegaron a la conclusión de que:

- tres proyectos tuvieron éxito, pero no produjeron ningún avance significativo real;
- ocho proyectos tuvieron un éxito parcial;
- diecisiete proyectos no cumplieron sus objetivos, lograron resultados irrelevantes o tuvieron poco impacto.

Implantación de la tecnología

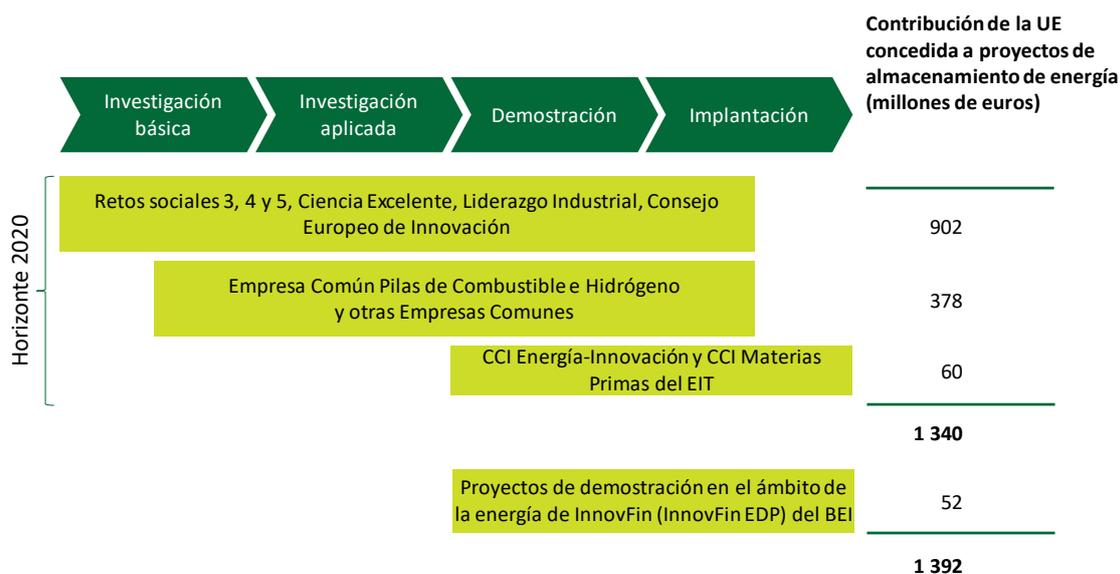
52 En varios ámbitos relacionados con la energía, Europa presenta un déficit de implantación, y tiene dificultades para llevar al mercado innovaciones prometedoras⁵⁶.

⁵⁵ «Batteries: A major opportunity for a sustainable society», Comisión Europea, 2017.

⁵⁶ «Scaling Up Innovation in the Energy Union», I24C y Cap Gemini, 2016; Comunicación de la Comisión Europea: Acelerar la innovación en energías limpias, Comisión Europea, COM(2016) 763 final de 30.11.2016; Plan Estratégico Europeo de Tecnología Energética

La Comisión concibió sus principales instrumentos de financiación de apoyo a la investigación e innovación en tecnologías de almacenamiento de energía para que abordaran las distintas fases del desarrollo (véase la *ilustración 9*).

Ilustración 9 – Síntesis de los principales instrumentos de financiación de la UE que apoyan la investigación e innovación en el almacenamiento de energía



Nota: se tienen en cuenta las subvenciones concedidas antes de octubre de 2018.

Fuente: Tribunal de Cuentas Europeo.

53 El **Mecanismo «Conectar Europa» (MCE)**, un instrumento de financiación de 30 000 millones de euros para el transporte, la energía y las telecomunicaciones, financia infraestructuras para combustibles alternativos. Desde 2014 ha aportado 270 millones de euros para redes de recarga rápida y estaciones de repostaje de hidrógeno. También ha presupuestado 113 millones de euros para infraestructuras de almacenamiento de energía. En 2016 concedió 98 millones de euros para financiar la planificación y construcción de una central de almacenamiento de energía de aire comprimido. Por tanto, estos fondos también apoyan la implantación de tecnologías de almacenamiento de energía.

54 La Comisión presenta Horizonte 2020 como un programa para llevar grandes ideas del laboratorio al mercado⁵⁷. De hecho, algunos proyectos financiados por

(Plan EETE) integrado: [Acelerar la transformación del sistema energético europeo](#), Comisión Europea, (C/2015/6317) de 15.9.2015.

⁵⁷ En particular, en la página web de Horizonte 2020.

Horizonte 2020 contribuyen a la absorción por parte del mercado. Las CCI Energía-Innovación y Materias Primas y los proyectos de demostración en el ámbito de la energía de InnovFin (InnovFin EDP) del BEI son instrumentos de financiación concebidos para apoyar la implantación y la innovación (véase el [recuadro 3](#)).

Recuadro 3 – Ejemplos de empresas que reciben ayudas para comercializar sus soluciones de almacenamiento de energía

- Una empresa especializada en la recarga de vehículos eléctricos desarrolló, con el apoyo del instrumento destinado a las pymes de Horizonte 2020, un nuevo punto de recarga inteligente a partir de un producto anterior. El proyecto incluía una fase de desarrollo técnico y la preparación para la entrada en el mercado. El nuevo punto de recarga inteligente ya está disponible a nivel comercial.
- Un centro de investigación de Francia participó en dos proyectos gestionados por la Empresa Común Pilas de Combustible e Hidrógeno, en 2009 y 2013. En 2015 creó una empresa derivada para explotar la tecnología desarrollada. Utilizó capital riesgo de la CCI Energía-Innovación para comercializar una solución lista para el mercado que integrara la producción y el almacenamiento de energía para edificios y distritos ecológicos que desearan garantizar el abastecimiento de energía utilizando fuentes locales y renovables.
- Una pyme italiana y francesa ha recibido financiación de la Empresa Común desde 2009 para desarrollar almacenamiento de energía para minirredes. Esta solución convierte a las fuentes de energía renovable variables en fuentes estables, para que la red funcione de forma segura. En 2017 la empresa pidió un préstamo al Fondo Europeo para Inversiones Estratégicas, gestionado por el BEI, para seguir desarrollando y comercializando su producto.

55 En su evaluación intermedia de Horizonte 2020, realizada en 2017, la Comisión notó signos de avance hacia el impulso de la innovación —sobre todo, el aumento de la participación del sector privado en proyectos de Horizonte 2020—, pero reconocía que persistía un déficit de innovación. La evaluación recomendaba mejorar sustancialmente las ayudas para avances punteros e innovación creadora de mercados⁵⁸. La evaluación intermedia realizada por la Comisión en 2017 sobre las actividades de la Empresa Común Pilas de Combustible e Hidrógeno (EC FCH)⁵⁹ constataba que los participantes en dicha Empresa Común habían utilizado poco los instrumentos de riesgo compartido del BEI para promover la implantación de soluciones basadas en el hidrógeno. Halló poca coordinación entre los programas de la EC FCH y las medidas a nivel nacional y regional. En el próximo programa marco para el

⁵⁸ «Key findings from the Horizon 2020 interim evaluation», Comisión Europea, 2017.

⁵⁹ «Interim Evaluation of the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (2014-2016) operating under Horizon 2020», Comisión Europea, 2017.

período 2021-2027, denominado Horizonte Europa, la Comisión propuso reforzar la implantación de soluciones innovadoras en el mercado.

56 Casi el 75 % de las partes interesadas encuestadas en materia de investigación (catorce de diecinueve) confirmaron esta falta de atención a la implantación. Señalaron que los mecanismos para mejorar la absorción por parte del mercado de los resultados de los proyectos de investigación no eran suficientes. También afirmaron que no se habían implantado sistemas de seguimiento de los proyectos una vez finalizados, ni para divulgar los resultados de la investigación.

El marco legislativo de la UE para el almacenamiento de energía

Almacenamiento de energía en la red

57 Un marco legislativo que preste apoyo y unas condiciones de mercado más previsibles, como normas técnicas armonizadas, pueden impulsar la demanda de almacenamiento de energía, reducir los riesgos de las inversiones y, en consecuencia, activar las inversiones privadas en el desarrollo tecnológico⁶⁰.

El paquete «Energía limpia para todos los europeos»

58 El paquete «Energía limpia para todos los europeos», propuesto al final de 2016, tenía como finalidad facilitar la transición hacia las energías limpias. En particular, las propuestas relacionadas con el mercado de la electricidad buscaban aportar una mayor flexibilidad para integrar el incremento de la cuota de energías renovables. Incluyen disposiciones concebidas para eliminar los obstáculos legislativos al almacenamiento. El paquete comprende ocho actos legislativos. Cuatro de ellos fueron aprobados en 2018⁶¹:

- la Directiva relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables;
- la Directiva relativa a la eficiencia energética de los edificios;
- la Directiva relativa a la eficiencia energética;

⁶⁰ «EU Competitiveness in Advanced Li-ion Batteries for E-Mobility and Stationary Storage Applications –Opportunities and Actions», Science for Policy Report, JRC, 2017; «EASE-EERA Energy Storage Technology Development Roadmap», EASE-EERA, 2017; «Roadmap Battery Production Equipment», VDMA, 2016.

⁶¹ Véase la página web de la Comisión sobre el paquete «Energía limpia para todos los europeos».

- o el [Reglamento sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima](#).

59 Al final de 2018, el Consejo Europeo, el Parlamento Europeo y la Comisión Europea llegaron a un acuerdo sobre los cuatro actos legislativos restantes:

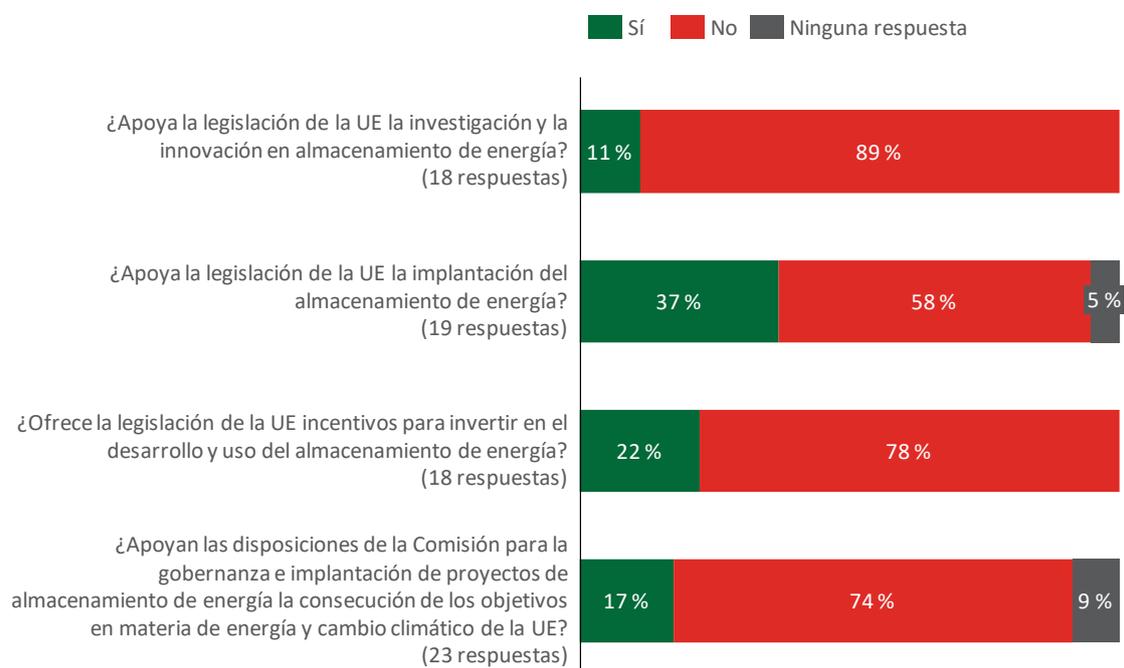
- o el [Reglamento sobre la preparación frente a los riesgos en el sector de la electricidad](#);
- o el [Reglamento por el que se crea la Agencia de la Unión Europea para la Cooperación de los Reguladores de la Energía](#);
- o la [Directiva sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad](#);
- o el [Reglamento sobre el mercado interior de la electricidad](#).

60 Los dos últimos actos legislativos abordan directamente el almacenamiento de energía. La [Directiva sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad](#) establece normas comunes en materia de generación, transporte, distribución, almacenamiento y abastecimiento de electricidad, así como normas relativas a la protección de los consumidores, con vistas a la creación en la Unión de unos mercados de la electricidad competitivos realmente integrados, centrados en el consumidor, flexibles, equitativos y transparentes. La Directiva de 2018 también define, por primera vez, el almacenamiento de electricidad: el aplazamiento del uso final de la electricidad a un momento posterior a cuando fue generada, o la conversión de energía eléctrica en una forma de energía que se pueda almacenar, el almacenamiento de dicha energía y la consiguiente reconversión de dicha energía en energía eléctrica o su uso como otro vector energético. Un principio subyacente es que la regulación del almacenamiento de energía debería ser tecnológicamente neutra, al objeto de promover la innovación y permitir una competencia equitativa entre una amplia gama de tecnologías.

61 La finalidad del [Reglamento sobre el mercado interior de la electricidad](#) es definir principios para unos mercados de la electricidad integrados y que funcionen correctamente, que permitan, en particular, el acceso no discriminatorio al mercado de proveedores de servicios de respuesta a la demanda y almacenamiento de energía. No se deberían construir infraestructuras de red desproporcionadas si otras opciones, incluido el almacenamiento, suponen una mejor opción económica. Los Estados miembros también deberían incentivar que los gestores de redes de distribución obtengan servicios de flexibilidad, incluidos servicios de almacenamiento.

62 En general, las partes interesadas entrevistadas opinaban que la actual legislación de la UE no prestaba apoyo (véase la [ilustración 1](#)).

Ilustración 10 – Respuestas de las partes interesadas sobre la legislación de la UE (porcentaje)



Fuente: Encuesta del Tribunal de Cuentas Europeo, 2018.

Obstáculos para los inversores

63 La ausencia hasta ahora de un enfoque reglamentario común ha dado lugar a diferencias en el modo en que los Estados miembros abordan el almacenamiento en el sistema energético. Esta ausencia también ha lastrado el desarrollo de ejemplos empresariales viables para las instalaciones de almacenamiento de energía. En particular, los entrevistados pusieron en conocimiento del Tribunal los cuatro motivos principales que obstaculizan el aumento de las inversiones del sector privado:

- las tasas de la red;
- la combinación de ingresos procedentes de distintos servicios;
- la titularidad de las instalaciones de almacenamiento de energía;
- la combinación de la electricidad con otras formas de energía.

Las tasas de la red

64 Las actuales [normas comunes para el mercado interior de la electricidad](#)⁶², adoptadas en 2009, exigen que los Estados miembros apliquen de modo transparente

⁶² Directiva 2009/72/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de julio de 2009, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se deroga la Directiva 2003/54/CE, artículo 25 (DO L 211 de 14.8.2009).

y sin discriminación alguna las tarifas para el acceso a las redes de electricidad. Sin embargo, no tratan el tema concreto del almacenamiento de energía. En al menos cuatro Estados miembros, los propietarios de las instalaciones de almacenamiento han tenido que pagar tasas de red, esto es, tarifas de la red y/o impuestos, dos veces, como consumidores y como productores (véase el [recuadro 4](#)). Esto ha reducido la rentabilidad de las inversiones en almacenamiento de energía. Cinco partes interesadas entrevistadas por el Tribunal afirmaron que esta doble imposición constituyó un obstáculo para invertir en almacenamiento de energía.

65 El borrador final, de diciembre de 2018, del Reglamento de la UE sobre el mercado interior de la electricidad⁶³ establece que los gestores de red no aplicarán tasas de acceso a sus redes para no discriminar, ni positiva ni negativamente, el almacenamiento de energía. De este modo se aborda la cuestión de las dobles tasas de red que se aplican a los propietarios de instalaciones de almacenamiento por utilizar la red al cargar y al descargar sus instalaciones de almacenamiento. Esto no comprende ejemplos de doble imposición, que sigue incluida en el ámbito de competencias de los Estados miembros. La Comisión está llevando a cabo actualmente una evaluación de la Directiva sobre fiscalidad de la energía⁶⁴.

Recuadro 4 – Algunas instalaciones de almacenamiento de energía deben pagar dobles tasas de red

Las tasas de red se abonan por utilizar la red eléctrica para transportar electricidad. Las abona el consumidor final; en algunos Estados miembros, los productores de electricidad también pagan tasas de acceso a la red. Además, los consumidores de electricidad y, en algunos Estados miembros, también los productores de la misma, pagan impuestos sobre la electricidad.

Con el almacenamiento, la red eléctrica se utiliza dos veces: cuando se carga la instalación de almacenamiento y, de nuevo, cuando se descarga. Sin embargo, la propia instalación de almacenamiento no es un productor ni un consumidor final. Las instalaciones de almacenamiento no están claramente incluidas en ninguna categoría: algunos Estados miembros les exigen el pago de tasas de red o de impuestos sobre la electricidad dos veces, como productores y como consumidores.

Estas dobles tasas han afectado a las instalaciones de almacenamiento de electricidad en varios Estados miembros, como Alemania, Austria, Finlandia y los

⁶³ Está previsto que el proyecto de Reglamento se adopte en la primera mitad de 2019 y se aplique a partir de enero de 2020.

⁶⁴ Directiva 2003/96/CE del Consejo, de 27 de octubre de 2003, por la que se reestructura el régimen comunitario de imposición de los productos energéticos y de la electricidad (DO L 283 de 31.10.2003).

Países Bajos. Finlandia y los Países bajos están revisando su normativa para abordar esta cuestión.

La combinación de ingresos procedentes de distintos servicios

66 Además de almacenar electricidad, las tecnologías de almacenamiento pueden prestar otros servicios de apoyo a la red, como respuesta en frecuencia (véase el [apartado 11](#)), mantenimiento de la tensión⁶⁵, seguimiento de la carga⁶⁶ o comercialización de electricidad. En consecuencia, los proyectos de almacenamiento de energía pueden financiarse a partir de varias fuentes de ingresos⁶⁷, limitando así los riesgos para las inversiones.

67 La versión de diciembre de 2018 de la propuesta de Directiva sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad⁶⁸ establece que los clientes que posean instalaciones de almacenamiento están autorizados a prestar varios servicios al mismo tiempo, cuando sea técnicamente viable. La propuesta de Directiva se aplica a los clientes que almacenan la electricidad producida dentro de sus instalaciones, que venden la electricidad autogenerada o que participan en sistemas de flexibilidad, siempre que dichas actividades no constituyan su principal actividad comercial o profesional. La propuesta de Directiva no aborda el caso de las empresas que prestan dichos servicios como su actividad principal.

Titularidad

68 En virtud de la propuesta de [normas comunes para el mercado interior de la electricidad](#), los gestores de redes de distribución no estarán autorizados a poseer, desarrollar, gestionar o manejar instalaciones de almacenamiento de energía, excepto

⁶⁵ Entrada o salida de energía de la red para mantener una tensión constante.

⁶⁶ Mecanismo por el que se garantiza la disponibilidad de energía suficiente para satisfacer la demanda.

⁶⁷ «EASE-EERA Energy Storage Technology Development Roadmap», EASE-EERA, 2017; respuestas a la fiscalización del Tribunal proporcionadas por gestores de sistemas de almacenamiento de energía.

⁶⁸ Está previsto que la propuesta de Directiva se adopte en la primera mitad de 2019 y comience a aplicarse veinte días después de su publicación en el Diario Oficial de la Unión Europea.

en casos debidamente demostrados⁶⁹, con el fin de mantener su neutralidad en este mercado regulado. Se aplicarían disposiciones parecidas a los gestores de redes de transporte, que gestionan la red de transporte.

69 Hasta que se adopten las nuevas normas y se aclaren los derechos de titularidad, la inseguridad jurídica propicia que ni las empresas privadas ni los gestores de la red regulada inviertan en instalaciones de almacenamiento de energía.

Combinación de la electricidad con otras formas de energía

70 La electricidad se puede almacenar en forma de calor, hidrógeno o gas natural sintético. Dichas combinaciones energéticas intersectoriales pueden contribuir a aportar flexibilidad competitiva al sistema eléctrico de la UE y a transferir el porcentaje de energía producida originalmente a partir de fuentes renovables en el sector eléctrico a otros sectores, ayudando así a su descarbonización⁷⁰. Las soluciones energéticas intersectoriales no se han regulado en la legislación de la UE hasta diciembre de 2018.

71 Esta falta de normativa dificulta aún más la definición de ejemplos empresariales positivos para algunas de estas combinaciones en proyectos de almacenamiento de energía que apoyen los objetivos en materia de energía y clima de la UE.

72 Dos partes interesadas encuestadas afirmaron que las dobles tasas de red mencionadas anteriormente constituyen un obstáculo para almacenar la electricidad bajo una forma de energía diferente⁷¹. Una de ellas destacó que no se han creado certificaciones para el hidrógeno ecológico, lo que reduce aún más los incentivos para producir este gas. La UE abordó la certificación del hidrógeno ecológico por primera vez en la versión refundida de la [Directiva sobre energías renovables](#), adoptada en diciembre de 2018. Dicha Directiva introdujo garantías de origen para el gas ecológico, que demuestran al consumidor final que un porcentaje o cantidad determinado de

⁶⁹ Por ejemplo, si no existe una oferta de mercado para dichos servicios, o si el uso del almacenamiento se limita a garantizar el funcionamiento eficiente, fiable y seguro de la red de distribución.

⁷⁰ «EASE-EERA Energy Storage Technology Development Roadmap», EASE-EERA, 2017; respuestas a la fiscalización del Tribunal proporcionadas por gestores de sistemas de almacenamiento de energía.

⁷¹ Esta cuestión también se trata en «[Innovative large-scale energy storage technologies and Power-to-Gas concepts after optimisation](#)», Store and Go, 2017.

energía se ha obtenido a partir de fuentes renovables. Dado que las garantías de origen se pueden comercializar, esto puede aumentar el valor económico del gas ecológico.

73 La versión refundida de la [Directiva sobre energías renovables](#) también obliga a los gestores de redes de distribución a evaluar, como mínimo cada cuatro años, el potencial que revisten los sistemas urbanos de calefacción o refrigeración para prestar servicios como la respuesta a la demanda y el almacenamiento del exceso de electricidad producida a partir de fuentes de energía renovables. La propuesta de [Directiva sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad](#)⁷² exigiría que los Estados miembros facilitaran el funcionamiento de sistemas seguros, fiables y eficientes, libres de toda discriminación, en relación con otras redes de energía, en particular, el gas y el calor. Estas nuevas disposiciones tienen como finalidad reforzar los vínculos entre los sectores de la electricidad, el calor y el gas.

Almacenamiento de energía para el transporte

Marcos de acción nacionales

74 En la actualidad, la UE cuenta con alrededor de 160 000 puntos de recarga públicos para vehículos eléctricos⁷³. Según la Comisión, para el año 2025 se podrían necesitar dos millones de puntos de recarga públicos⁷⁴. La UE ya abordó la escasez de puntos de recarga para los vehículos eléctricos en la [Directiva de 2014 relativa a la](#)

⁷² Propuesta de Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad (versión refundida), Consejo de la Unión Europea, 5076/19, 2019, artículo 58, letra d).

⁷³ Observatorio Europeo para los Combustibles Alternativos, febrero de 2019.

⁷⁴ Con arreglo a la suposición de que el 7 % de los vehículos nuevos sean vehículos eléctricos en el año 2025. [Impact Assessment of the proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council setting emission performance standards for new passenger cars and for new light commercial vehicles](#), SWD(2017) 650 final, Comisión Europea, 2017 (fuente: [Hacia el mayor uso posible de los combustibles alternativos – Plan de acción sobre la infraestructura para los combustibles alternativos](#), SWD(2017) 365 final, Comisión Europea, 2017).

[implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos](#)⁷⁵. Según dicha Directiva, los Estados miembros determinan sus propias metas en marcos de acción nacionales para el desarrollo de las infraestructuras de recarga.

75 Según la Comisión⁷⁶, en algunos casos los marcos de acción nacionales no son completos ni coherentes entre unos Estados miembros y otros, y las metas nacionales fijadas por los Estados miembros son mucho más bajas que lo que la Comisión prevé que será necesario para 2020. La Comisión considera que los Estados miembros ni siquiera lograrán estas metas nacionales para 2020. Esto podría dar lugar a una cobertura insuficiente de infraestructuras de recarga en la UE y en determinados Estados miembros, lo que a su vez podría disuadir a los ciudadanos de la compra de vehículos eléctricos.

76 La Directiva exige que la Comisión informe sobre su implantación antes de 2020. En particular, el informe debería evaluar su impacto económico y medioambiental. Si procede, la Comisión podría entonces presentar una propuesta para modificarla.

Armonización de las normas técnicas

77 En los puntos de recarga públicos de la UE ya coexisten numerosos tipos de conectores. Más concretamente, en la UE compiten tres modelos de conectores de recarga rápida⁷⁷:

- el conector CCS de tipo 2 (alrededor de 7 000 puntos de recarga), requerido por la Directiva, y que utilizan dieciocho marcas de vehículos;
- el CHAdeMo (alrededor de 7 400 puntos de recarga), que utilizan trece marcas;
- el Tesla Supercharger (alrededor de 3 100 puntos de recarga), solamente accesibles para vehículos Tesla. Los vehículos Tesla pueden acceder a otros puntos de recarga mediante un adaptador, pero los demás vehículos no pueden utilizar los puntos de recarga de Tesla.

En consecuencia, los usuarios de vehículos eléctricos podrían hoy en día tener que llevar más de un cable, cada uno de los cuales cuesta cientos de euros, para poder acceder a la mayoría —que no a todas— las infraestructuras de recarga disponibles.

⁷⁵ Directiva 2014/94/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de octubre de 2014, relativa a la [implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos](#) (DO L 307 de 28.10.2014, p. 1).

⁷⁶ [Detailed Assessment of the National Policy Frameworks](#), Comisión Europea, SWD(2017) 365 final, parte 1.

⁷⁷ JRC, febrero de 2019.

78 La [Directiva relativa a la implantación de una infraestructura para los combustibles alternativos](#) también incluye especificaciones técnicas sobre el tipo de conectores que se deben usar para la recarga. El objetivo es que todos los puntos de recarga sean compatibles con todos los vehículos eléctricos. En noviembre de 2017 todos los puntos de recarga nuevos o renovados deben tener, como mínimo, un conector que cumpla las normas internacionales específicas: de «tipo 2» para la recarga lenta y «CCS de tipo 2» para la recarga rápida. La Directiva no establece un calendario específico para la sustitución de conectores en los puntos de recarga existentes si no se han renovado.

Vínculos entre la red y el transporte

79 Para lograr que los sectores del transporte y del suministro de electricidad sean neutros en carbono, haría falta integrar de modo eficiente a los vehículos eléctricos en la red⁷⁸. Los usuarios de vehículos eléctricos exigen rápidos tiempos de recarga, lo que puede afectar a la estabilidad de la red. Las baterías de los vehículos eléctricos conectados también podrían aprovechar las fluctuaciones de precios para reducir los costes de la recarga y prestar servicios de flexibilidad⁷⁹ proporcionando electricidad a la red. A gran escala, esto podría suponer una importante aportación a la flexibilidad de la red.

80 La [Directiva sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad](#)⁸⁰, que se adoptará en 2019, exige que los Estados miembros elaboren normas para facilitar la conexión de los puntos de recarga a las redes de distribución. Insta a la cooperación entre los gestores de las redes de electricidad y los gestores de los puntos de recarga, y exige que los Estados miembros eliminen los obstáculos administrativos al despliegue de las infraestructuras de recarga para vehículos eléctricos.

⁷⁸ «Vehicle-Grid Integration. A global overview of opportunities and issues», National Laboratory, Universidad de California Berkeley, junio de 2017; [«Integration of electric vehicles in smart grid: A review on vehicle to grid technologies and optimization techniques»](#), Kang Miao Tan Vigna, K. Ramachandaramurthy, Jia Ying Yong, [«Renewable and Sustainable Energy Reviews»](#), volumen 53, enero de 2016.

⁷⁹ Como, por ejemplo, devolver electricidad a la red en momentos de gran demanda y almacenarla en momentos de baja demanda.

⁸⁰ [Normas comunes para el mercado interior de la electricidad \(versión refundida\)](#), Comisión Europea, Consejo de la Unión Europea, 5076/19, 2019.

81 La Directiva sobre pilas de 2006⁸¹ exige que los productores de baterías financien el coste neto de la recogida y el reciclado de los residuos de baterías. En la práctica, esto significa que los productores deberán pagar una tasa de reciclado a los sistemas nacionales de recogida por las baterías que comercialicen. Las baterías usadas procedentes de los vehículos eléctricos pueden reutilizarse montándolas en unidades de batería de mayor tamaño destinadas a operaciones de gestión de la red. Sin embargo, la Directiva sobre pilas clasifica las baterías usadas como residuos. Tanto los productores iniciales de las baterías como las empresas que vuelvan a montar baterías usadas pueden tener que pagar tasas de reciclado, independientemente de si las baterías se reutilizan en otro contexto. La Comisión ya ha emprendido medidas para identificar los potenciales obstáculos reglamentarios al reciclaje de este tipo, con miras a modificar la legislación. La Comisión tiene previsto publicar una evaluación de la Directiva sobre pilas de la UE en el primer trimestre de 2019.

⁸¹ Directiva 2006/66/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de septiembre de 2006, relativa a las pilas y acumuladores y a los residuos de pilas y acumuladores y por la que se deroga la Directiva 91/157/CEE.

Observaciones finales

82 El almacenamiento de energía es vital para la transición hacia un sistema energético con bajas emisiones de carbono basado en las energías renovables, así como para la consecución de los objetivos en materia de clima y energía de la UE. En el presente documento informativo, el Tribunal ha destacado los siete desafíos clave para el apoyo de la UE al desarrollo e implantación de las tecnologías de almacenamiento de energía. La Comisión ha comenzado a abordar algunos de estos desafíos, por ejemplo, mediante el paquete «Energía limpia para todos los europeos» y la Alianza Europea de Baterías.

1. Garantizar una estrategia coherente de la UE

- La capacidad de fabricación de baterías de ion-litio de la UE se está desarrollando más tarde que en otras regiones del mundo líderes en el sector, por lo que puede ser difícil obtener una ventaja competitiva.

2. Aumentar el apoyo de las partes interesadas

- Persiste la preocupación de algunas partes interesadas por el marco estratégico de la UE, en particular en lo que respecta a las opciones tecnológicas.

3. Reducir la complejidad de la financiación de la UE para la investigación

- Avanzar en el próximo programa marco a partir de las medidas de simplificación adoptadas en Horizonte 2020.

4. Un apoyo más eficaz para la investigación e innovación en tecnologías de almacenamiento de energía requerirá:

- Buscar modos de incrementar la tasa de éxito de los proyectos de investigación pertinentes.

5. Implantar tecnologías de almacenamiento de energía

- Hacer frente al riesgo de que los mecanismos de apoyo a la implantación y a la absorción por parte del mercado de soluciones innovadoras de almacenamiento de energía puedan no ser suficientes en la práctica.

6. Eliminar los obstáculos para los inversores

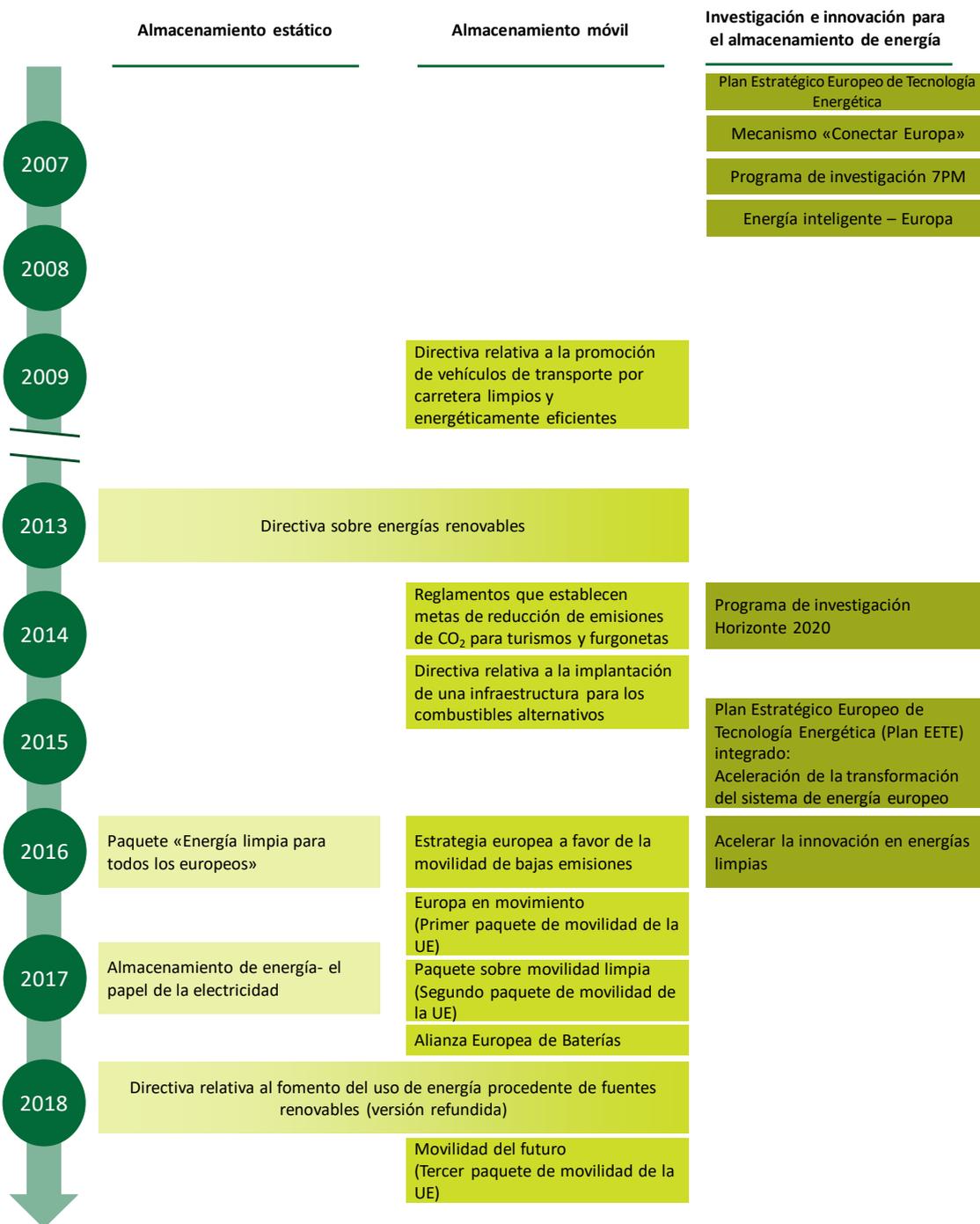
- El impulso a las inversiones del sector privado en instalaciones de almacenamiento de energía dependerá de la aplicación plena y eficaz de los aspectos pertinentes de la nueva legislación de la UE sobre electricidad.

7. Desarrollar infraestructuras para combustibles alternativos

- Los marcos de acción nacionales para el desarrollo de infraestructuras de recarga suficientes y accesibles serán fundamentales para respaldar la transición energética hacia un sistema energético con bajas emisiones de carbono.

Anexo I

Síntesis de los principales hitos del apoyo de la UE al almacenamiento de energía



Fuente: Tribunal de Cuentas Europeo.

Anexo II

Síntesis de las principales tecnologías de almacenamiento de energía

Aplicaciones – Leyenda

	Servicios de apoyo a la red		Almacenamiento diario		Carretera
	Hogares		Almacenamiento estacional		Aviación/Navegación

Tecnología	Descripción	Aplicaciones
<p>Almacenamiento de energía hidráulica por bombeo</p> 	<p>Cada instalación de energía hidráulica por bombeo cuenta con dos embalses situados a distintas altitudes. El agua se traspasa de uno a otro para almacenar y liberar energía. En el modo de descarga, el agua del embalse superior se canaliza a través de turbinas, que generan electricidad. En el modo de carga, las mismas turbinas bombean el agua en sentido ascendente. El 85 % de la capacidad mundial de almacenamiento de energía es de energía hidráulica por bombeo. Europa todavía dispone de emplazamientos con una geografía adecuada. Las instalaciones de almacenamiento de energía hidráulica por bombeo se conciben para el almacenamiento en la red a gran escala, ya que su capacidad de almacenamiento de energía puede oscilar desde los 100 MW (instalaciones de pequeño tamaño) hasta los 3 000 MW. En Europa, la capacidad media de una central es de alrededor de 300 MW. En consecuencia, las nuevas instalaciones pueden costar alrededor de 1 000 millones de euros.</p>	

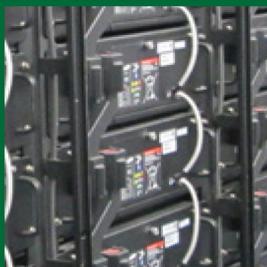
Baterías de plomo-ácido



Las baterías de plomo-ácido son el diseño de batería recargable más común y se han usado ampliamente en vehículos convencionales, de motor de combustión, aunque no se utilizan de manera generalizada en los vehículos eléctricos. Son más baratas que las baterías de ion-litio. Sus principales desventajas son su baja eficiencia y su corto ciclo de vida, en comparación con otras baterías. Dentro de la UE, se recicla el 99 % de las baterías de plomo-ácido para los automóviles. Se están desarrollando formas avanzadas de baterías de plomo-ácido.



Baterías de ion-litio



Las baterías de ion-litio son la fuente de energía más común para los vehículos eléctricos. Cada vez tienen mayor densidad energética y de potencia. Existen numerosas variantes con distintos electrodos y electrolitos. Algunos materiales de los electrodos requieren el uso de recursos naturales caros o escasos, como el cobalto. Hoy en día las baterías de ion-litio son más caras que las baterías de plomo-ácido, pero los costes se están reduciendo rápidamente.



Baterías de flujo redox



Las baterías de flujo redox cuentan con dos tanques de electrolitos, uno con carga positiva y otro con carga negativa, separados por electrodos y una membrana. La diferencia en los niveles de oxidación química entre los tanques genera flujos de iones y electricidad en la membrana. Este tipo de batería está concebido para el almacenamiento en la red a gran escala. Puede almacenar grandes cantidades de energía con mayor eficacia que otras tecnologías. Para aumentar la capacidad de las baterías, las instalaciones pueden agregar más electrolitos baratos. Las baterías de flujo duran más que muchos otros diseños de baterías, pero tienen una densidad energética más baja.



Baterías de sodio-azufre



Las baterías de sodio-azufre llevan implantadas para los servicios en la red desde hace veinte años. La mayoría de las instalaciones tienen un tamaño comprendido entre 1 y 10 MW. Funcionan a temperaturas que oscilan entre los 300 y los 350 °C, por lo que no son adecuadas para aplicaciones en los hogares.



Supercondensador



Un supercondensador está formado por dos capas de material conductor con una capa aislante situada entre estas. La electricidad se almacena mediante la acumulación de la carga eléctrica entre las capas conductoras.

Los supercondensadores son una forma de almacenamiento de energía a corto plazo, que absorbe y libera grandes cantidades de energía muy rápidamente. Requieren un mantenimiento mínimo. Se implantan para prestar servicios en la red y como parte de los sistemas de frenado y aceleración de los automóviles.



Batería inercial



Un motor eléctrico hace girar un rotor a velocidad muy elevada, hasta 100 000 rotaciones por minuto aproximadamente. La energía se recupera al desacelerar el rotor. Las baterías inerciales son más adecuadas para el almacenamiento a corto plazo y de alta potencia, y son ideales para los servicios en la red que requieren tiempos de respuesta muy rápidos. También se utilizan en el transporte, para aportar breves impulsos de potencia.

No se pueden usar para el almacenamiento a medio o largo plazo, ya que pierden aproximadamente el 15 % de la energía almacenada al cabo de una hora.



Pila de combustible/electrolizador



Las pilas de combustible convierten el hidrógeno en electricidad haciendo que reaccione con oxígeno procedente del aire. También pueden funcionar como electrolizadores, que utilizan electricidad para separar el agua. Constituyen la tecnología básica que se utiliza en el gas obtenido de fuentes renovables: el hidrógeno puede almacenarse durante meses, inyectarse en la red de gas o convertirse en gas natural.

Se trata de una tecnología de conversión de energía, más que de almacenamiento de energía, pero permite que la electricidad se almacene en forma de gas.



Aire comprimido



El almacenamiento de energía de aire comprimido utiliza cavernas subterráneas. En el modo de carga, el aire se comprime y se puede almacenar bajo tierra a altas presiones durante meses. El aire se libera y se expande en una turbina para volver a generar electricidad. Desde la década de 1970 se han implantado diseños de baja eficiencia. Se están desarrollando diseños de gran eficiencia, que también podrían almacenar el calor que se libera durante la compresión.



Aire líquido



El almacenamiento de energía de aire líquido (LAES) utiliza un proceso de refrigeración para almacenar electricidad. El aire se enfría hasta que se licúa y, a continuación, el aire líquido se almacena en un tanque aislado. Para revertir el proceso y generar electricidad, el aire se expande y mueve una turbina.

El almacenamiento de energía de aire líquido es una forma almacenamiento barata porque las centrales se construyen con componentes industriales estándar. Solamente existen unas pocas centrales de gran envergadura. El principal inconveniente del almacenamiento de aire líquido es su baja eficiencia, inferior al 50 %, en comparación con la eficiencia de entre un 75 y un 90 % de las baterías.



Almacenamiento de calor



Los calentadores eléctricos de agua de los hogares pueden utilizarse como dispositivos de almacenamiento: el calor se puede almacenar en un tanque de agua aislado, lo que ofrece a los hogares la opción de almacenar energía durante unas horas. También se puede almacenar en frío, utilizando agua refrigerada o hielo. De forma alternativa, para el almacenamiento de calor en estado sólido, se calientan radiadores rellenos de ladrillos con electricidad barata. El calor se libera más tarde según la necesidad. El almacenamiento en silo zanja utiliza una bomba de calor unida a un barreno para almacenar el calor bajo tierra, con carácter estacional, a gran escala.



Batería de sal fundida



En esta forma de almacenamiento térmico se usa electricidad o energía solar para calentar un contenedor lleno de sal fundida. Este medio de almacenamiento llega a calentarse lo suficiente como para crear vapor, con lo que se pueden usar turbinas de vapor para generar electricidad a partir del calor almacenado. En combinación con la energía solar concentrada, proporciona un método para el almacenamiento diario de la electricidad solar.

El almacenamiento en sal fundida representa actualmente el 75 % de la capacidad mundial de almacenamiento térmico.



Origen de las imágenes, por orden: ENGIE/Electric Mountain; Tribunal de Cuentas; Tribunal de Cuentas, VoltStorage GmbH; [NGK Insulators](#), LTD; Maxwell Technologies; Tribunal de Cuentas; Laurent Chamussy, 2010. Unión Europea; RWE; Highview Power; Rotex Heating Systems GmbH; Marquesado Solar.

Glosario

Almacenamiento de energía: Aplazamiento del uso de una cantidad de energía desde el momento de su generación hasta un momento posterior de consumo, ya sea como energía final o convertida en otro vector energético.

Batería: Dispositivo que almacena la energía eléctrica en forma de energía química y que convierte dicha energía en electricidad. Normalmente, una batería está compuesta por tres partes: dos electrodos y un electrolito situado entre ellos. Cuando una batería cargada se conecta a un circuito, los iones cargados fluyen entre los electrodos a través del electrolito. Esta transferencia de cargas genera electricidad en el circuito. Los sistemas de baterías están formados por conjuntos de baterías. Los conjuntos de baterías están compuestos por células. Las células contienen el electrolito y los electrodos, que almacenan la energía química.

Demostración: Actividad de validación mediante la cual se demuestra que una tecnología es viable desde un punto de vista técnico o económico. La demostración de los productos se puede realizar en laboratorios o en condiciones reales a escala real o a una escala aproximada.

Energía renovable: Energía obtenida de recursos renovables, que se reponen de manera natural en plazos de escala humana, como la luz del sol, el viento, la biomasa y el calor geotérmico.

Fuentes de energía variables: Las fuentes variables son fuentes de energía que no producen energía de manera continua y que no se pueden controlar directamente. Por ejemplo, las turbinas eólicas no producen energía si no sopla el viento y los paneles solares no producen energía por la noche.

Gases de efecto invernadero: Gases que actúan como una manta en la atmósfera de la Tierra: atrapan el calor y calientan la superficie de la Tierra mediante lo que se conoce como «efecto invernadero». Los principales gases de efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y los gases fluorados (HFC, PFC, SF₆ y NF₃).

Gestor de red de distribución: Los gestores de redes de distribución son los gestores que operan, y a veces los dueños, de las redes de distribución de energía. Trabajan en un mercado regulado.

Gestores de redes de transporte: Entidades encargadas del transporte de la energía eléctrica a nivel nacional o regional. Operan con independencia frente a los demás agentes del mercado de la electricidad, como los productores de energía.

Horizonte 2020: Programa Marco de Investigación e Innovación de la UE para el período 2014-2020

Implantación: Acción por la que una nueva tecnología o servicio se comercializa en el mercado.

Pila de combustible: Dispositivo que genera electricidad por medio de una reacción electroquímica del hidrógeno con el oxígeno.

Abreviaturas

APAC: Asia y Pacífico. Incluye 53 países de Asia Oriental, Asia Meridional, Asia Sudoriental, Asia Septentrional y Oceanía.

Batería de ion-litio: Batería de ion-litio.

BEI: Banco Europeo de Inversiones.

CCI: Comunidad de conocimiento e innovación.

EIT: Instituto Europeo de Innovación y Tecnología.

JRC: Centro Común de Investigación.

Plan EETE: Plan Estratégico Europeo de Tecnología Energética.

Pyme: Pequeña y mediana empresa.

Equipo del Tribunal de Cuentas Europeo

El presente documento informativo ha sido elaborado por la Sala I, especializada en el uso sostenible de los recursos naturales, presidida por Nikolaos Milionis, Miembro del Tribunal. El trabajo fue sido dirigido por Phil Wynn Owen, Miembro del Tribunal, con el apoyo de Gareth Roberts, jefe de Gabinete, y Olivier Prigent, agregado de Gabinete; Richard Hardy, gerente principal; Krzysztof Zalega, jefe de tarea; Lorenzo Pirelli, jefe de tarea adjunto; e Ingrid Ciabatti, Gyula Szegedi, Zeinab Drabu, Catherine Hayes y Alessandro Canalis, auditores. Richard Moore prestó apoyo lingüístico.



De izquierda a derecha: Ingrid Ciabatti, Phil Wynn Owen, Olivier Prigent, Lorenzo Pirelli, Krzysztof Zalega, Alessandro Canalis, Zeinab Drabu, Richard Moore, Richard Hardy, Gareth Roberts, Gyula Szegedi y Catherine Hayes.

Para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, la UE debe hacer una transición del actual sistema energético basado en los combustibles fósiles a otro de bajas emisiones basado, principalmente, en las energías renovables. Para facilitar esta transición energética se requiere un mayor almacenamiento de energía, tanto para la red como para el transporte. En el presente documento informativo se describen los principales desafíos para el desarrollo del almacenamiento de energía en la UE.

El Tribunal basó su análisis en exámenes documentales, visitas a proyectos de investigación sobre almacenamiento de energía, entrevistas a la Comisión y a las partes interesadas del ámbito del almacenamiento de energía, anteriores fiscalizaciones y documentos informativos del Tribunal, y consultas a un experto en mercados y tecnologías de almacenamiento de energía.

Los desafíos detectados son tres: i) el diseño de una estrategia para el almacenamiento de energía, ii) el uso eficaz de la investigación y la innovación y iii) el establecimiento de un marco legislativo de apoyo.



TRIBUNAL
DE CUENTAS
EUROPEO



Oficina de Publicaciones

TRIBUNAL DE CUENTAS EUROPEO
12, rue Alcide De Gasperi
L-1615 Luxemburgo
LUXEMBURGO

Tel. +352 4398-1

Preguntas: eca.europa.eu/es/Pages/ContactForm.aspx

Sitio web: eca.europa.eu

Twitter: @EUAuditors

© Unión Europea, 2019.

Para utilizar o reproducir fotografías o cualquier otro material de cuyos derechos de autor la UE no sea titular, debe obtenerse el permiso directamente de los titulares de los derechos de autor de dichas fotografías o materiales.

Portada: © Unión Europea / Fotógrafo: Robert Meerding / Fuente: CE - Servicio Audiovisual