



ECONOMÍA

Claves de éxito de la transición energética

Fundación FAES





1. Introducción

Veinte años después del inicio de las políticas liberalizadoras del mercado interior de la energía, los Estados miembros de la Unión Europea se plantean un nuevo paso ambicioso: la transición energética. Aunque con matices, con diferencias, sin total claridad, las actuaciones que se están emprendiendo responden no obstante a la decisión, todo apunta que firme, de construir una economía energética “descarbonizada”.

Este cambio aparece en un momento en que los sectores energéticos se enfrentan a otros tres procesos de transformación paralelos y simultáneos, cuyos efectos se entrelazan, tanto en el presente como en el futuro, pero que es necesario distinguir, tanto por sus causas como por las consecuencias de cada uno.

- El primero se refiere a la integración de los mercados energéticos en Europa. Durante los últimos 20 años se han dado pasos hacia la integración progresiva de los mercados interiores de electricidad y de gas¹, con las Directivas de 2003 y 2007. La integración se basó en la separación de las actividades consideradas como monopolios naturales (básicamente, las redes de transporte y distribución y todo lo relacionado con la coordinación técnica de los sistemas de generación y transporte) de aquellas en las que se consideró posible la competencia (la generación de electricidad y el suministro de gas, así como la comercialización de energía a los clientes). Al mismo tiempo, se introdujo una figura nueva en nuestros ordenamientos jurídicos, la de las Comisiones Reguladoras, cuyas competencias han sido objeto de definición por las instituciones europeas, aunque con diferencias entre los Estados miembros.
- El segundo cambio es el relativo a la transformación de la concepción de la política energética. En la terna de objetivos que han inspirado las políticas europeas de las dos últimas décadas –seguridad de suministro, precios asumibles y sostenibilidad ambiental–, el balance se ha inclinado hacia esta última, de forma que, en las directrices dictadas desde Bruselas, prima la política ambiental sobre la energética, que queda subordinada a aquella. No obstante, en los últimos años se advierte un cierto reequilibrio de los objetivos con un aumento de la atención a la competitividad por parte de la Comisión Europea.

¹ A diferencia del mercado del petróleo, globalizado desde hace mucho tiempo, el proceso de integración de los mercados de electricidad y de gas natural se inició hace veinte años, con la aprobación de las Directivas 96/92/CE de 19.12.1996, sobre normas comunes para el mercado interior de electricidad, y 98/30/CE de 22.6.1998, sobre normas comunes para el mercado interior del gas natural, con las que se inició un camino cuyo objetivo no estaba definido con nitidez. Se trataba de establecer normas comunes para unos mercados que, por razones históricas, estaban notablemente fragmentados –de hecho, eran mercados nacionales, aunque con interconexiones internacionales de un nivel considerable (desigual según las zonas), si se compara con los otros grandes sistemas eléctricos del mundo (EEUU, China)–.



► **El concepto de transición energética es, en esencia, la decisión de transformar, a medio o largo plazo, el mix energético, persiguiendo la preeminencia de las fuentes renovables sobre los combustibles fósiles**

- El tercer cambio es el proceso de consolidación de estos sectores, que no solo es consecuencia de la búsqueda de tamaño como ventaja competitiva, sino de la búsqueda de posicionamientos estratégicos fuertes, tanto geográficos como de cartera de actividades de cada empresa. También existen intereses políticos detrás de la carrera emprendida por algunos países para crear campeones nacionales y disponer de alguna de las grandes empresas energéticas que podrán dominar el sector europeo –y mundial– de la energía en una o dos décadas.

Por otra parte, no se pueden ignorar otros tres hechos destacados que se han producido en las dos últimas décadas en el campo energético:

1. El accidente de la central nuclear de Fukushima, el 11 de marzo de 2011, que ha empeorado la imagen pública de la energía nuclear e incluso ha dado lugar a decisiones políticas de abandono de esta energía, como ocurrió en Alemania.
2. El desarrollo de nuevas tecnologías relacionadas con la extracción de petróleo y de gas (*fracking, enhanced oil recovery*), que han aumentado sustancialmente la oferta y las reservas recuperables, han reducido el peso de la OPEP en el mercado mundial de petróleo, y han llevado a unos niveles de precios que, aún con episodios de volatilidad, son considerablemente más bajos de lo que se preveía hace una década.
3. La reducción de costes de las tecnologías de generación de electricidad, y en especial de las tecnologías eólica y solar fotovoltaica, que han alcanzado una fase de madurez técnica y económica notable, aunque no definitiva. Ello induce un cambio en los mix de generación eléctrica de un número creciente de países, con impactos muy diversos, ya materializados unos y pendientes de ver otros. Este cambio, no muy fuerte aún, tendrá un peso creciente, apoyado no solo en los costes decrecientes de esas tecnologías, sino también en la nueva política climática europea.

En este contexto aparece el concepto de transición energética. Una apuesta política sin precedentes en la historia, compartida por la inmensa mayoría de países presentes en el planeta. El término es utilizado, en diversas formas, en países



que inician procesos de cambio profundo de su política energética. Es, en esencia, la decisión de transformar, a medio o largo plazo, su mix energético, persiguiendo la preeminencia de las fuentes renovables sobre los combustibles fósiles y, en muchos casos, sobre la energía nuclear. Alemania, Suiza o Francia, con legislación específica ya promulgada, son ejemplos claros.

En su versión europea, la transición energética se debe convertir en un motor de transformación social y económica hacia una economía plenamente descarbonizada. El reto es mayúsculo y está a la altura de las oportunidades. Pocas veces en la historia se habían comprometido objetivos y hojas de ruta tan ambiciosas desde el punto de vista social.

El principal factor de impulso de la transición energética es la lucha contra el cambio climático, con énfasis en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, como se refleja en los acuerdos de París sobre el clima (COP21) de finales de 2015, aunque no únicamente en ellos.

Además, existen otros objetivos manifestados como justificantes de este cambio estructural: reducir las emisiones de gases de combustión para mejorar la calidad del aire en las ciudades, la reducción en la dependencia de los combustibles fósiles, la creación de empleo y búsqueda de nuevas fuentes de crecimiento económico, el apoyo al desarrollo tecnológico e industrial nacional o el favorecimiento del crecimiento sostenible. A ello se añade el avance en las nuevas políticas de generación distribuida y la aparición de figuras como la del “prosumidor”, que es un consumidor activo, capaz de producir y consumir energía, y que tendrá un papel protagonista en el nuevo modelo energético.

Algunos de estos argumentos tienen más peso que otros, lo que no hace sino incidir en la necesidad de plantear un debate tan trascendente para el futuro de las sociedades de la manera más rigurosa posible. La transición energética es un camino que presenta oportunidades y retos importantes, con algunas incertidumbres que hoy no es posible despejar, en gran medida, por ser un proceso en buena medida dependiente de desarrollos tecnológicos, algunos de los cuales se encuentran suficientemente maduros (tecnología eólica y fotovoltaica), mientras otros (tecnología de almacenamiento) aún se encuentran en fase de maduración o en estado de investigación.

Este hecho hace que la gobernanza y el marco institucional que propicien este proceso de transformación profunda sean claves en la consecución de los objetivos, puesto que no será un camino exento de dificultades e incertidumbres. La estabilidad, el consenso y la coordinación política se antojan fundamentales en un proceso intensivo en inversiones y en cambios sectoriales muy intensos.



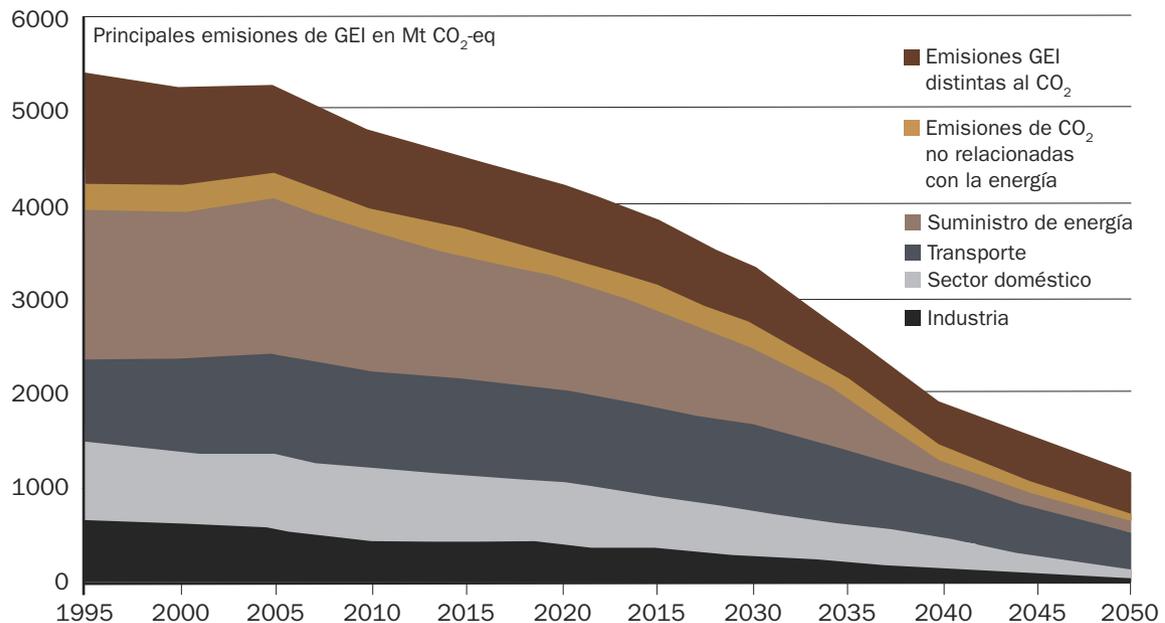
En lo que sigue, se trata proponer algunas reflexiones que ayuden a entender y encarar esas oportunidades, retos e incertidumbres.

2. Las políticas en Europa

En el ámbito de la Unión Europea, la transición energética se basa en las propuestas elaboradas por la Comisión Europea, que fijan objetivos para 2030 y 2050. Estas propuestas estarán sujetas a las modificaciones que se incorporen en las negociaciones con el Consejo Europeo y el Parlamento Europeo, actualmente en curso. Los primeros objetivos, a 2030, son la base necesaria para que los segundos sean factibles. Unos y otros son muy exigentes, de forma que el cumplimiento de los objetivos de la transición energética requerirá una transformación radical de la economía europea, que se hace más evidente cuando se analizan las trayectorias requeridas de emisiones de gases de efecto invernadero (en adelante, GEI). En 2030, las emisiones europeas de GEI deberán haberse reducido en un 40% respecto a los niveles de 1990, y en un 80-85% en 2050. El Gráfico 1 muestra una posible trayectoria obtenida con el modelo PRIMES, utilizado por la Comisión Europea en sus estudios de impacto.

GRÁFICO 1.

Trayectorias de reducción de emisiones



Fuente: Capros (2017)



► **La transición energética es un proceso muy dependiente de desarrollos tecnológicos, algunos suficientemente maduros (tecnología eólica y fotovoltaica), mientras otros (tecnología de almacenamiento) están en fase de maduración o de investigación**

Las reducciones comprometidas de emisiones de GEI limitan fuertemente las trayectorias posibles, es decir, los márgenes de actuación de las economías nacionales para alcanzar los objetivos. El escenario del Gráfico 1 requiere una fortísima descarbonización del sector de suministro de energía, que ha de ser casi completa en el sector eléctrico. Además, son precisas reducciones muy significativas de las emisiones en el resto de los sectores: doméstico, industrial y transporte. Téngase, además, presente que los objetivos de descarbonización parten de escenarios de crecimiento económico, por lo que las producciones de bienes manufacturados y de energía van a seguir una trayectoria creciente.

Por tanto, no hay mucho margen de maniobra: los objetivos europeos son prácticamente incompatibles con nada que no sea un sistema energético sin apenas emisiones, y, en consecuencia, en el que todos los sectores involucrados contribuyan de manera intensiva.

El 30 de noviembre de 2016 la Comisión Europea presentó el paquete de medidas “Energía limpia para todos los europeos” (“Clean Energy Package”), inicialmente conocido como “paquete de invierno” o, en inglés, “Winter Package”. El paquete incluye iniciativas legislativas que pretenden reducir las emisiones de GEI, incrementar la producción de energía renovable y aumentar la eficiencia energética, todo ello en un marco de mercado y competencia. Si se consigue implantarlas con éxito, la economía europea habrá demostrado la posibilidad de compatibilizar una sociedad industrial avanzada con un impacto ambiental muy reducido.

En concreto, el paquete de invierno establece una serie de objetivos para 2030 que permitirán un sistema muy bajo en CO₂ en 2050. Estos objetivos son:

- La reducción de emisiones de GEI en un 40% en 2030 respecto a los niveles en 1990, y de un 80-85% en 2050.
- En particular, en los sectores adscritos al sistema de comercio de derechos de emisión (o ETS, por sus siglas en inglés), principalmente el eléctrico, el refino y otras grandes instalaciones, la reducción en 2030 deberá ser del 43% respecto a 2005, y de un 90% en 2050. Los sectores no cubiertos por el ETS (principalmente transporte y usos domésticos) tienen un objetivo más relajado de un 30% en 2030 respecto a 2005.



TABLA 1.

Objetivos del Winter Package para 2030 y 2050

	2030	2050
GEI	40% (con respecto a 1990)	80-85% (con respecto a 1990)
GEI en sectores ETS	43% (con respecto a 2005)	90% (con respecto a 2005)
Renovables (% demanda final energía)	27%	
Eficiencia energética	27%	

Fuente: Elaboración propia

- Las energías renovables deberán suponer el 27% de la demanda de energía final² en 2030, aunque el Parlamento ya ha propuesto incrementar este valor hasta el 35%.
- La eficiencia energética en 2030 deberá incrementarse en un 27% respecto a lo previsto sin acciones adicionales, aunque el Parlamento ya ha propuesto un objetivo del 30%.

Para conseguir estos objetivos, es necesario desarrollar políticas específicas en varios sectores:

- En lo referente al comercio de derechos de emisión, se incrementará el ritmo de reducción de emisiones hasta un 2,2% anual en el período 2021-2030. Se creará también una reserva para la estabilidad del mercado a fin de tener un precio significativo y predecible del CO₂ en este período.
- En cuanto a las energías renovables, se propone sustituir los viejos sistemas de apoyo, basados en precios, por subastas y otros esquemas de mercado con objetivos y medidas de apoyo para biocombustibles y para el uso de renovables en calefacción.
- Se actualiza la directiva de eficiencia energética, con nuevas reglamentaciones relativas al diseño ecológico, medidas de apoyo a las bombas de calor y una actualización de los estándares de diversas instalaciones industriales que se exigen en la normativa europea.
- En lo relativo al transporte, se endurecen los estándares de emisiones específicas de los coches desde los 120 gCO₂/km para vehículos nuevos de hoy en

² La energía final es aquella de que dispone el consumidor para su utilización, tanto si ha sufrido algún proceso de conversión (por ejemplo, la electricidad generada a partir de cualquiera de las fuentes primarias) como si no (por ejemplo, el carbón o el gas utilizado directamente para calefacción).



día hasta los 70 gCO₂/km en 2030 y los 25 gCO₂/km en 2050. Se reducirán también las emisiones y aumentará la eficiencia del transporte de mercancías.

Los análisis de impacto encargados por la Comisión Europea estiman inversiones del orden de cien mil millones de euros por año en oferta de energía durante la transición, y de al menos el doble por el lado de la demanda³. Es decir, la transición energética no se va a limitar a cambios en el lado de la oferta (generación eléctrica y oferta de combustibles fósiles), sino que propugna un protagonismo creciente del lado de la demanda.

Desde luego, el volumen económico de estas medidas es considerable, especialmente en lo relativo a inversiones por el lado de la demanda de energía. Sin duda, estos cambios requerirán un cambio de enfoque en la regulación sectorial y en la fiscalidad, para favorecer, o al menos no obstaculizar, las inversiones necesarias. Además, con las políticas adecuadas, se pueden alcanzar los objetivos obvios de que los costes al consumidor no se vean incrementados y de que el impacto de la transición sobre el PIB y el crecimiento económico sea positivo. Y esto sin olvidar que, en el análisis de costes, será preciso tener en cuenta los costes de inversión, los costes de desarrollo de nuevas tecnologías y los costes varados que puedan generarse, que no serán menores.

Los objetivos y políticas europeas deberán trasponerse a las legislaciones nacionales de cada Estado miembro, que deberán dotarse de las disposiciones necesarias para asegurar que el cumplimiento de los objetivos nacionales contribuye a alcanzar los objetivos europeos. Para asegurar esta contribución es fundamental un esquema europeo de gobernanza que garantice el seguimiento y coordinación de todas las actuaciones.

3. Experiencias en otros países

Los principales países del mundo industrializado actualizan sus políticas energéticas con cierta frecuencia, para adecuarlas a los cambiantes escenarios macroeconómicos y estratégicos. Entre estos países, hay unos pocos que han iniciado

► **Los análisis de impacto encargados por la Comisión Europea estiman inversiones de cien mil millones de euros por año en oferta de energía durante la transición, y de al menos el doble por el lado de la demanda**

³ Es decir, de los sistemas o dispositivos de utilización de la energía en sus diversas formas (motores, procesos industriales, electrodomésticos, automóviles, etc.).



► **El cumplimiento de los objetivos de la transición energética requerirá una transformación radical de la economía europea. Estos objetivos son prácticamente incompatibles con nada que no sea un sistema energético sin apenas emisiones**

políticas que pueden encuadrarse como de “transición energética”. Una breve referencia puede ayudar a centrar el contexto.

Alemania inició en 2010 una política de transición aparentemente ambiciosa en sus objetivos, que se conoce por su nombre alemán, *Energiewende*⁴. El objetivo principal es alcanzar una reducción del 55% de las emisiones de GEI en 2030, del 70% en 2040 y de entre el 80 y el 95% en 2050 (todo con relación a 1990). Esto se traduce en una cuota de energía renovable en el balance de energía primaria⁵ del 30, 45 y 60% en 2030, 2040 y 2050, respectivamente. En lo que se refiere a la generación eléctrica renovable, la cuota objetivo es del 80% en 2050. Como objetivos intermedios, se fijaron mínimos del 35, 50 y 65% para los tres años citados. En 2014 se añadieron otros: 40-45% para 2025 y 55-60% para 2035.

Además del objetivo de renovables, se plantea abandonar la energía nuclear en 2020, decisión que fue tomada por el gobierno de Angela Merkel muy poco después del accidente de Fukushima, y que es, de hecho, la reivindicación de la izquierda verde desde hace décadas. Esta decisión, adoptada de forma precipitada, colocó a los operadores en una situación financiera muy comprometida, lo que provocó la decisión del Gobierno de externalizar la gestión de residuos posterior al desmantelamiento en un ente público, en un modelo que se aproxima al existente en España desde la década de 1980.

Estos objetivos parecen exigentes, y hasta la fecha se han cumplido con dificultades. Ya se han manifestado dudas al respecto y críticas por los costes y por la perspectiva de incumplimiento en 2020 y 2030. Por una parte, el coste anual del apoyo a las energías renovables (Ley de Energías Renovables o *EEG Umlage*, en alemán) estimado para 2017 es de 28.800 millones de euros, y se prevé que supere los 30.000 millones en 2022. Por otra parte, un análisis reciente de los costes totales (DICE, 2017) da una cifra de 150.000 millones de euros hasta 2015 y una es-

⁴ Para un análisis más detallado del *Energiewende*, véase “La transición energética alemana. Una lucha titánica entre políticas y mercados”, *Papeles FAES No. 199*. <http://www.fundacionfaes.org/es/news/46377/the-german-energiewende-a-a-textbook-case-of-policies-fighting-markets>

⁵ Se entiende por energía primaria la energía que no ha sido sometida a ningún proceso de conversión. Puede ser utilizada directamente (por ejemplo, el carbón que se utiliza para quemarlo en una estufa) o para transformarla (el carbón que se quema en una central térmica para obtener electricidad).



timación de 520.000 millones de euros hasta 2025, aún muy lejos de la fecha en que deben alcanzarse los objetivos finales. En febrero de 2013, el entonces ministro alemán de Medio Ambiente, Peter Altmeier, estimó en hasta un billón de euros el coste de la *Energiewende*. Conviene recordar que, de los grandes países de la Unión Europea, Alemania es el que menos ha reducido sus emisiones.

En el reciente acuerdo de gobierno entre la Unión Cristianodemócrata (CDU) y el Partido Socialdemócrata (SPD) se incluye una reconsideración del objetivo de emisiones de 2020, lo que supone reconocer que no es alcanzable en el contexto actual.

Suiza promulgó en 2011 una ley federal de transición energética. Entre sus objetivos principales merece la pena resaltar la no sustitución de las actuales centrales nucleares por otras nuevas al terminar su vida útil, es decir, un abandono suave de la energía nuclear. En la práctica, las centrales nucleares suizas se cerrarán de forma escalonada entre 2019 y 2034, con plazos de operación de 50 años.

Los objetivos macro de la nueva política son: una reducción de la intensidad energética final de la economía suiza de entre el 58 y el 66% para 2050, con respecto a 2000, y una reducción de la demanda de energía por habitante de entre el 42 y el 54% en la misma fecha. La consiguiente reducción de las emisiones de CO₂ se situaría entre el 60 y el 80%, también con respecto a 2000.

Los análisis presentados por el gobierno federal hablan de costes y ahorros, con un saldo más o menos neutro y con una reducción ligera de la tasa de crecimiento del PIB potencial. No hay aún datos de seguimiento de lo realizado, y habrá que esperar algunos años para poder tener una perspectiva.

En **Francia**, el Gobierno presentó su nuevo modelo energético en 2014. Los objetivos son alcanzar un tercio de energía renovable en la matriz de energía primaria en 2030, reducir en un 50% la demanda de energía en 2050 y mantener un 90% de energía eléctrica limpia (nuclear más renovables) en la misma fecha, aumentando la cuota de renovables del 15 actual al 40%, al tiempo que se reduce el peso de la generación nuclear del 65 al 50%.

Además, Francia ha acometido una ambiciosa reforma fiscal, mediante la imposición de tasas a las distintas energías finales fósiles, en función de su conte-

► **Para que el cumplimiento de los objetivos nacionales contribuya a alcanzar los objetivos europeos es fundamental un esquema europeo de gobernanza que garantice el seguimiento y coordinación de todas las actuaciones**



► **Europa se comprometió en su Paquete Verde 20-20-20 a descarbonizar la economía mediante tres actuaciones: incrementar la penetración de renovables, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y fomentar la eficiencia y el ahorro energético**

nido de CO₂. Este contenido se valora con una senda creciente, que se inició en 2014 con un precio de 7 €/tn, alcanzando un valor de 39 €/tn y con el objetivo de llegar a los 100 €/tn en 2030. En paralelo, se ha abordado la limpieza de la factura eléctrica, que recibe fondos de los impuestos al CO₂ para financiar las renovables. También se destinan fondos desde los presupuestos del Estado para costes originados por los territorios de ultramar.

Entre estos países existen diferencias notables en cuanto a sus actuales mix de generación eléctrica y de energía primaria, sus condicionantes económicos, sus recursos energéticos propios y otros aspectos relevantes. Alemania hace un uso intensivo del carbón, que en 2016 representó más del 40% de la generación eléctrica. Francia tiene un peso muy fuerte de la generación nuclear. Suiza tiene un mix muy diversificado. Aunque hay puntos comunes entre los objetivos de las nuevas políticas –mayor peso de las renovables, abandono o reducción del peso de la energía nuclear, eficiencia energética–, las trayectorias de transición no podrán ser las mismas porque las posibilidades de hacer cambios sustanciales en el corto plazo no son iguales, como tampoco lo es la sensibilidad de cada uno de ellos a los costes de la transición.

Fuera de la Unión Europea, otros países han iniciado políticas de transición más o menos ambiciosas, con objetivos propios, aunque no se definan como transiciones ni estén estructuradas legalmente.

Estados Unidos ha llevado a cabo cambios importantes en su sistema energético, a partir de la *Clean Air Act*, de normas ambientales muy estrictas y de políticas basadas en el mercado y en un fuerte desarrollo tecnológico. Buena parte de las tecnologías que hoy pueden hacer posible la transición a escala mundial se han desarrollado allí. Las emisiones de GEI se han reducido notablemente en la última década y este país es líder en generación eléctrica a partir de fuentes renovables.

Otros países, como China o la India, principalmente a partir de los problemas que están experimentando en relación con la calidad del aire en las grandes ciudades, han anunciado medidas drásticas, como la paralización, más o menos amplia, de nuevos proyectos de generación eléctrica con carbón y el fomento decidido del desarrollo de vehículos eléctricos.



4. Las opciones españolas

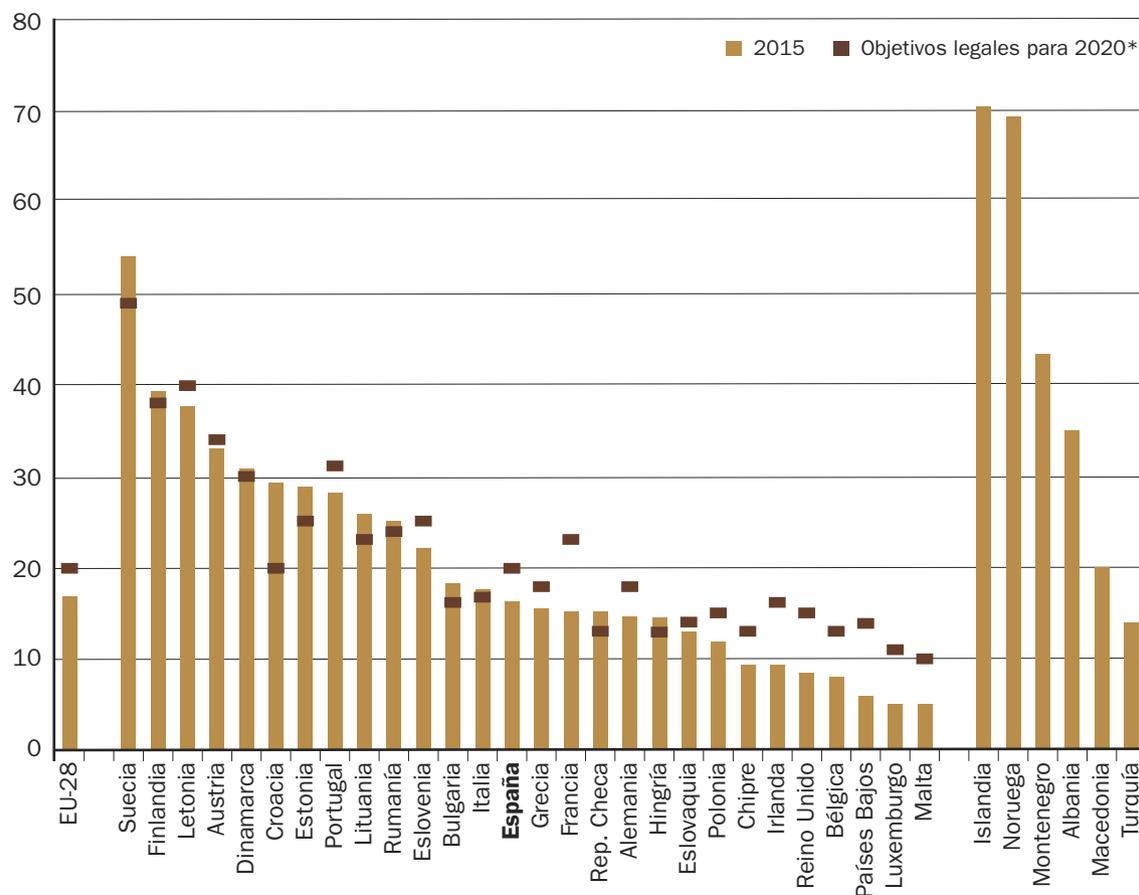
4.1. La situación actual, 2016-2020

Europa se comprometió en su Paquete Verde 20-20-20⁶ a descarbonizar la economía mediante tres actuaciones principales: incrementar la penetración de renovables, sobre todo en generación eléctrica, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y fomentar la eficiencia y el ahorro energético.

El cumplimiento del objetivo de penetración de renovables se realiza a través de tres sectores de consumo final, que representan a todas las energías: transporte, electricidad y calor-frío. Para 2020, hay establecidos objetivos nacionales de pene-

GRÁFICO 2.

Porcentaje de renovables en el consumo final bruto de energía (países UE, 2015 y 2020)



* No aplicable a países no miembros
Fuente: Eurostat

⁶ El punto de partida de la nueva política energética, con los objetivos 20/20/20 fue la Comunicación de la Comisión al Consejo Europeo y al Parlamento Europeo titulada "Una política energética para Europa" de 10.1.2007 SEC (2007) 12.



► **La radicalidad de la transición energética requerirá cambios también radicales en las tecnologías de uso, ya que en general las mejoras de eficiencia de los electrodomésticos tradicionales serán marginales**

tración de renovables sobre energía final, y además sobre transporte. No los hay para el sector calor/frío. Para 2030 los objetivos son europeos, no nacionales.

La contribución de España a la consecución del objetivo europeo de 20% de renovables de la demanda final de energía⁷ en 2020 se traduce en un 20% de penetración renovable en el consumo nacional, y en un 10% de renovable en el consumo de energía en el transporte, para lo cual España se ha autoimpuesto una obligación de alcanzar una penetración del 8,5% de biocombustibles en 2020.

En 2015⁸, España alcanzó un 16% de renovables sobre el consumo energético final (Gráfico 2) gracias al sobreesfuerzo que supuso alcanzar el 37% de renovables en electricidad, frente al 17% en calefacción y al 2% en transporte, muy lejos del 10% obligatorio.

A finales de 2016, la cuota de renovables en el balance de generación eléctrica superó el 40%, lo que ha supuesto un esfuerzo económico de los más elevados de Europa^{9 10} y una transformación radical del parque generador, en el que el 48,9% de la potencia instalada es renovable¹¹.

La penetración de renovables en hidrocarburos es prácticamente testimonial. España se mantiene en el furgón de cola del biogás agroindustrial europeo, situándose en el puesto 18 en Europa respecto a número de plantas operativas, 39. A modo de referencia, nuestro vecino Portugal cuenta con 66 plantas de biogás, siendo Alemania el referente en Europa con 10.786 plantas¹².

En el año 2015, la penetración de biocombustibles se situaba en el 3,5%, si bien no computaba en el objetivo de renovables al no aplicar España los criterios de sostenibilidad de la Directiva Europea de 2009. Desde 2016, estos criterios ya son aplicables en España.

⁷ Electricidad, petróleo, gas, carbón.

⁸ Último dato oficial disponible (Eurostat).

⁹ Esta cifra fue ligeramente inferior en 2017, pues la generación eólica se redujo, por la ausencia de viento en largos períodos del año.

¹⁰ CEER, *Status Review of Renewable and Energy Efficiency Support Schemes in Europe*, 25.6.2013 (C12-SDE-33-03). El informe sitúa a España en primer lugar en esfuerzo económico de apoyo a las renovables, medido en Euros por MWh eléctrico producido o consumido.

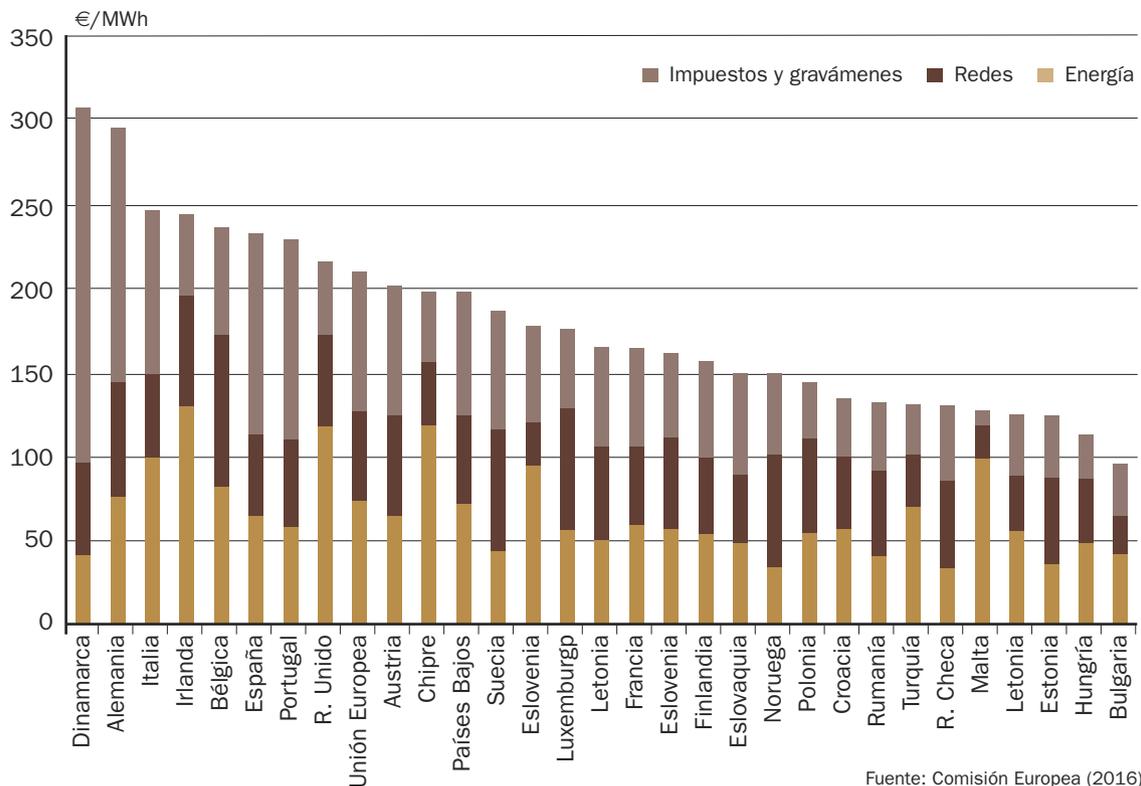
¹¹ Datos de REE a 31.12.2017.

¹² Datos extraídos del informe estadístico referido a 2014 de la European Biogas Association (EBA).



GRÁFICO 3.

Precio de la electricidad en los países de la UE (primer semestre 2017)



Fuente: Comisión Europea (2016)

Estos y otros datos evidencian que el sector eléctrico es el que está haciendo mayor esfuerzo por poder incorporar renovables, aunque la obligación recae sobre todo el sector energético. Esto, dejando al margen las decisiones políticas que nos han traído hasta esta situación, implica que el precio de la electricidad en España para las economías domésticas es el sexto precio más caro de Europa (Gráfico 3). La factura anual incluye unos 7.000 millones de euros de apoyo a las renovables y, además, soporta otros costes originados por políticas ajenas al suministro de electricidad. De la factura final, apenas un 50% se destina a cubrir los costes propios del suministro, y el otro 50% corresponde al coste de políticas de cohesión regional, medioambientales e impuestos, además de la recuperación del déficit de tarifa acumulado en años anteriores.

Con arreglo al objetivo europeo de reducción de GEI del 20% en 2020, España debe reducir sus emisiones en los sectores difusos¹³ en un 10% respecto a las emisiones de 2005 y participar en el mercado europeo de derechos de emisión¹⁴.

¹³ Los sectores difusos son el transporte (salvo aviación), edificación, agricultura, ganadería, residuos y la industria no sujeta al mercado de carbono europeo (ETS).

¹⁴ ETS: las emisiones del sector eléctrico, industria y aviación deben entregar un derecho de emisión adquirido en el mercado por cada tonelada de CO₂ emitida a la atmósfera (precio derechos en 2017 de ~ 6 €/tonCO₂eq).

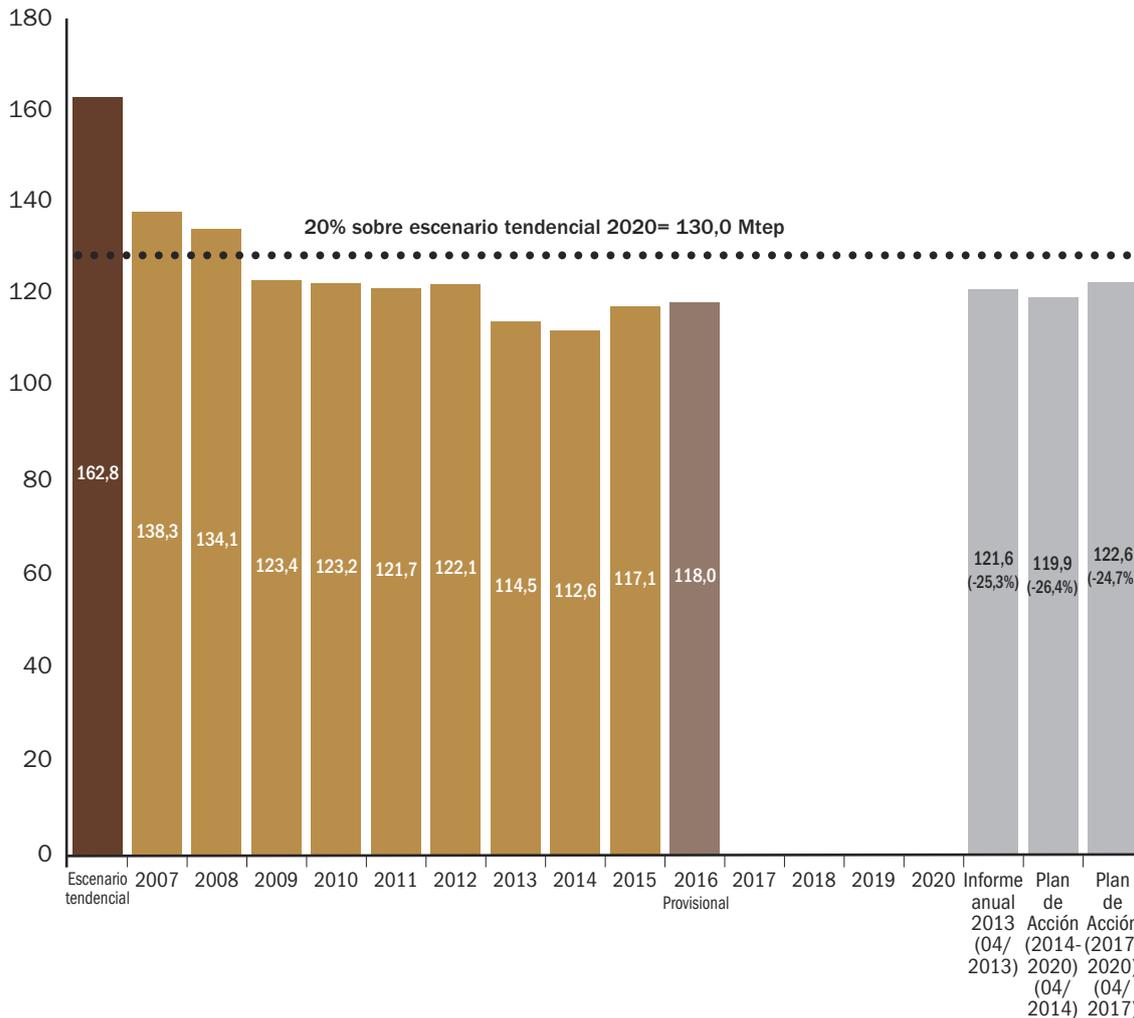


GRÁFICO 4.

Objetivo orientativo de reducción del consumo de energía primaria (Mtep)

(año 2020, España)

Energía primaria (Mtep)



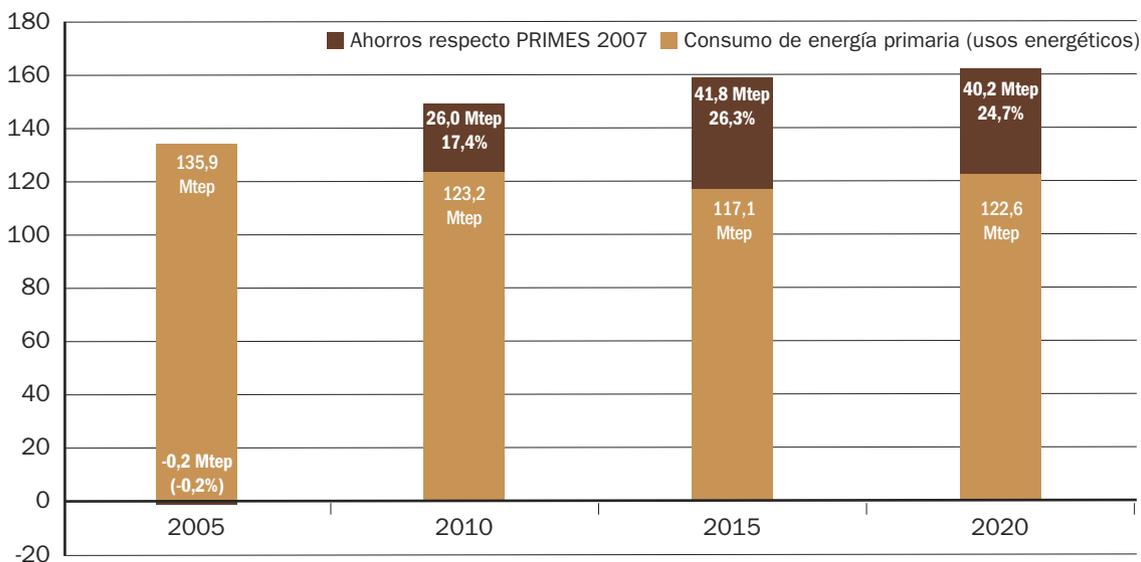
Fuente: MINETAD (2017)

Desde 1990, España incrementó las emisiones totales en un 14% en 2015, sin embargo, el cumplimiento de su objetivo en los sectores difusos parece posible, ya que las emisiones en 2015 eran un 15% inferiores a las de 2005.

Finalmente, para contribuir al objetivo indicativo europeo de ahorro energético del 20% en 2020, España debe reducir su consumo de energía primaria en un 24,7% respecto a un escenario tendencial (Gráfico 4). Y de forma vinculante debe alcanzar un ahorro acumulado 2014-2020 equivalente al 1,5% de las ventas anuales de



GRÁFICO 5.

Ahorros de energía primaria (Mtep) (2020, España)

Fuente: MINETAD (2017)

energía final. Por el momento, España está en la senda de cumplimiento del objetivo¹⁵ (Gráfico 5).

De hecho, para cumplir con los objetivos a 2020, el Gobierno de España ha celebrado recientemente tres subastas de renovables para generación eléctrica con 8.000 MW adjudicados. La instalación de esta nueva potencia y el cumplimiento de la obligación de biocombustibles permitirían el cumplimiento del objetivo nacional 2020. Aun así, sería conveniente introducir renovables en los sectores de transporte y de calor-frío.

4.2. Los compromisos de España a 2030 y 2050

De cara a los próximos años, España, dentro del acuerdo de París, se ha comprometido a transformar su economía de forma que no genere emisiones netas de GEI en el horizonte 2050. Como ya se expresó con anterioridad, estos compromisos se concretan, en el seno de la Unión Europea, en una reducción del 40% de sus emisiones de GEI en 2030 respecto a las emisiones de 1990, y de entre un 80% y 95% en 2050. Para ello, se están discutiendo unos objetivos intermedios a 2030 que supongan una profundización de los establecidos en el acuerdo 20-20-20: introducir un 27% de renovables en el consumo final bruto de energía, reducir sus emisiones de GEI un 40% respecto a 1990 y alcanzar una eficiencia energética del

¹⁵ Según se deriva del *Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2017-2020*, MINETAD.



► **La contribución de España a la consecución del objetivo europeo de 20% de renovables de la demanda final de energía en 2020 se traduce en un 20% de penetración renovable en el consumo nacional y en un 10% de renovable en el consumo de energía en el transporte**

30%, en este caso vinculante. En esta discusión, el Parlamento Europeo ya está proponiendo objetivos más ambiciosos de renovables y eficiencia energética.

España, por ahora, solo tiene un objetivo provisional de reducción de emisiones en los sectores difusos¹⁶ del 26% respecto a 2005. En cuanto a las renovables, aún no se ha decidido si habrá objetivo nacional vinculante o no. Sin embargo, España deberá establecer un objetivo concreto y comprometerse a cumplirlo, y otro tanto en cuanto a la eficiencia energética.

Para conseguir la reducción de emisiones de GEI en los usos finales de la energía e incluso eliminar los combustibles fósiles a mediados de siglo, cabe pensar en una estrategia de incremento de la electrificación de la demanda final, aprovechando los avances tecnológicos de la generación eléctrica a partir de fuentes renovables.

Este cambio será natural y mucho más eficiente si los precios de los distintos vectores energéticos responden a sus costes de suministro, sin sobrecargas ni discriminaciones fiscales que distorsionen los precios y los mercados, y sin alterar el comportamiento de consumidores y empresas.

4.3. Demanda: eficiencia energética

La eficiencia energética ha sido objeto de atención regulatoria desde la segunda mitad de la década de 1970, como consecuencia de las crisis de petróleo. Una mayor eficiencia ayuda a reducir el consumo de energía y las emisiones, apoyando así la competitividad económica. También contribuye a la seguridad del suministro, crítica en países fuertemente importadores de energía primaria (combustibles fósiles), y disminuye la exposición a los volátiles precios energéticos, sobre todo del petróleo y del gas natural.

Los enfoques tradicionales de mejora de eficiencia se han basado en mejoras incrementales de tecnologías existentes: calderas de gas natural, motores de combustión interna más eficientes o mejoras en los procesos industriales. Estos avances han sido importantes, pero los ambiciosos objetivos a 2030 y 2050 parecen exigir cambios aún más profundos.

¹⁶ Transporte (salvo aviación), edificación, agricultura, ganadería, residuos y la industria no sujeta al mercado de carbono europeo (ETS).



Ejemplos de eficiencia energética

Por ejemplo, pensemos en cuál es la forma energéticamente más eficiente de usar gas natural para calefacción doméstica. Una posibilidad es utilizar una caldera de condensación moderna, con una eficiencia de un 110%. La eficiencia es mayor del 100% porque se aprovecha el calor de condensación del vapor de agua producido durante la combustión del gas natural. Consideremos ahora una vía alternativa: quemar gas natural en una central de ciclo combinado, transportar la electricidad, y hacer funcionar con ella una bomba de calor. La eficiencia del proceso es el producto de la eficiencia de las tres etapas. La eficiencia de un ciclo combinado puede considerarse de un 56%. La eficiencia del transporte eléctrico es, para baja tensión, de un 11% (14% de pérdidas estándares menos 3% de fraude), y para media tensión de un 6%. La eficiencia de la bomba de calor depende de su localización, de la temperatura de salida y de la naturaleza del foco frío, del que de hecho se extrae la mayor parte de la energía térmica. En IDAE (2014) se presentan algunos ejemplos representativos para España, con los que se ha elaborado la siguiente tabla:

energía de una central eléctrica de fuel, una de las menos eficientes. El rendimiento de un coche convencional está en torno a un 25%. La alternativa central de fuel (eficiencia 40%) más transporte y distribución eléctrica (supongamos unas pérdidas del 10%, o una eficiencia del 90%) y motor eléctrico (eficiencia 90%) da una eficiencia total del $40\% \cdot 90\% \cdot 90\% = 32\%$, de nuevo claramente superior, debido a un motor inherentemente mucho más eficiente y a estrategias como el frenado regenerativo.

Por otra parte, la alternativa de motor de gas permite un ahorro de combustible del orden del 35% con respecto al de gasóleo y del 50% sobre el de gasolina, con un menor coste total de vehículo más combustible y con una reducción de emisiones del 70% en NOx, del 100% en SOx y del 90% en partículas sólidas, con respecto al vehículo de gasóleo. Además, no tiene las limitaciones de autonomía del eléctrico. Es decir, hay alternativas para estudiar y elegir, según el criterio que se utilice. En un proceso tan largo, todas las alternativas tecnológicas serán necesarias.

	Localización	Pérdidas			Total
		CCGT	Red	Bomba	
Hotel	Cádiz	56%	6%	251%	132%
Oficina	Alicante	56%	11%	237%	118%
Residencia	La Coruña	56%	11%	283%	141%
Bloque viviendas	Madrid	56%	11%	385%	192%
Oficinas	Zaragoza	56%	11%	390%	194%
Vivienda unifamiliar	Burgos	56%	11%	277%	138%

Fuente: elaboración propia a partir de IDAE (2014)

Es decir, la eficiencia es siempre superior a la de la caldera de condensación, siendo en algún caso casi del doble. Además, la electricidad tiende a ser cada vez menos fósil y más renovable, lo que incrementa la eficiencia y reduce las emisiones.

Otro ejemplo: comparemos un coche con un motor de gasolina con una alternativa eléctrica o de gas, como un coche eléctrico que obtiene su

No obstante, estas cifras son una clara subestimación: las ganancias de eficiencia por electrificación son mayores. La razón es que se han calculado suponiendo que se usa el mismo combustible que en la alternativa fósil tradicional. No hay ninguna razón por la que esto tenga que ser así. La electricidad para el coche eléctrico o la bomba de calor puede provenir no de una central de fuel, sino de un ciclo combinado más eficiente. Incluso mejor, puede ser electricidad renovable.



En cualquier caso, la radicalidad de la transición energética requerirá a menudo cambios también radicales en las tecnologías de uso, ya que en general las mejoras de eficiencia de los electrodomésticos tradicionales serán poco más que marginales. No obstante, es muy difícil en este momento decidir cuáles van a ser las mejores alternativas.

Técnicamente, poder disponer de redes para los distintos vectores energéticos bajos en carbono (por ejemplo, electricidad o hidrógeno) proporciona una valiosa flexibilidad, pero habrá que tener en cuenta los costes de despliegue de nuevas redes, como en el caso del hidrógeno.

4.3.1. Edificios

Una parte muy relevante del consumo está ligada a la eficiencia de los electrodomésticos. En este sentido, el etiquetado energético en origen de los distintos electrodomésticos juega un papel fundamental. Es necesario para que los consumidores puedan decidir de manera informada, y es una herramienta con la que los propios fabricantes pueden poner en valor sus inversiones en desarrollo de aparatos más eficientes.

Sin embargo, una transformación rápida de la demanda tiene dos condicionantes que no pueden ignorarse y que pueden condicionar el ritmo de cambio. El primero son los hábitos de consumo, que tienen un componente inelástico, asociado a las horas de presencia en vivienda o centros de trabajo, gestionable solo hasta cierto punto mediante tecnologías de control remoto o programadores de consumo. El segundo es la renta, que condiciona el acceso a aparatos eficientes, el desarrollo de soluciones de autoconsumo o las decisiones de inversión (cambio de automóvil, renovación de electrodomésticos, inversión en mejoras de aislamiento térmico).

Los requisitos de eficiencia cada vez más exigentes en el Código Técnico de Edificación contribuyen a este objetivo. Así, la mejora en aislamiento de edificios, cambio de sistemas de iluminación por sistemas más eficientes, las placas solares para agua caliente sanitaria (ACS) o las bombas de calor, etc., exigen una inversión relevante que en ocasiones puede aconsejar la introducción de esquemas de ayudas e incentivos públicos.

La factibilidad, el coste y el impacto real de muchas de estas soluciones dependen de las condiciones climáticas de cada región, de las horas de irradiación solar y de las necesidades de calefacción. Todo esto hace que no se pueda diseñar una solución única técnicamente eficiente en todo el territorio. Por ello, es conveniente que estos proyectos se acompañen de un análisis de coste-beneficio, para determinar la factibilidad y los ritmos de implantación de las soluciones.



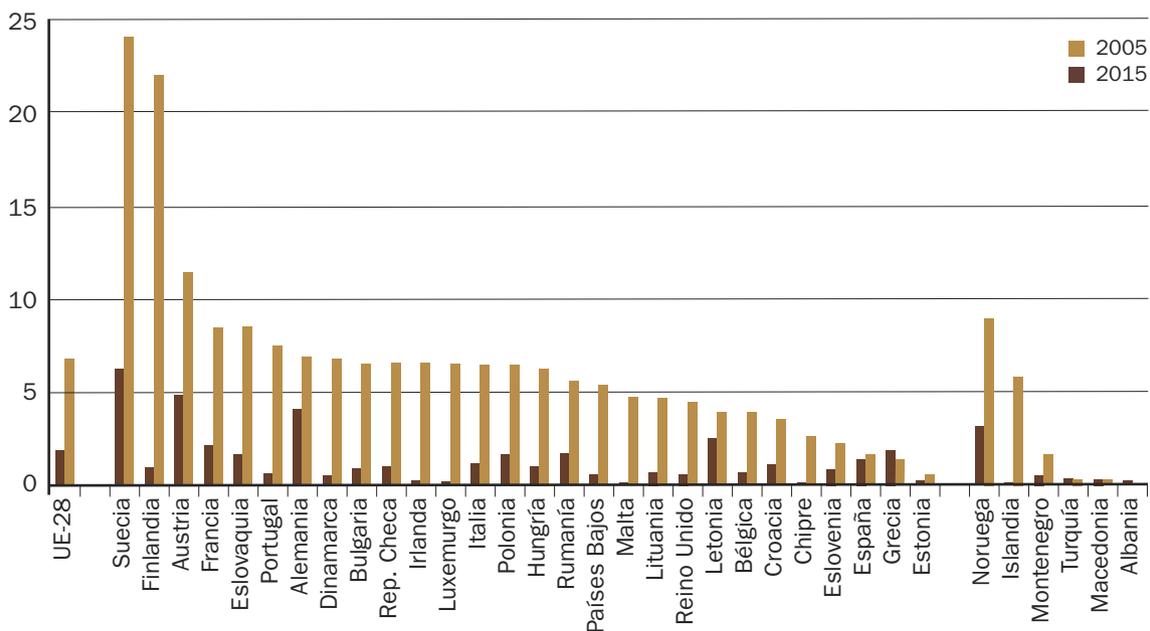
4.3.2. Transporte

El transporte es el sector más emisor¹⁷ en España, al depender principalmente del petróleo, y representa el 40% del consumo de energía final. Actualmente, es el que menos contribuye a la descarbonización y no participa en los mercados de CO₂ (ETS). De hecho, según se aprecia en el Gráfico 6, España es uno de los países europeos donde el porcentaje de energía renovable en el consumo de combustible para el transporte es menor.

A pesar de la inversión en investigación de los fabricantes de motores de combustión, las mejoras tecnológicas alcanzadas han sido insuficientes para lograr las reducciones de emisiones necesarias. A futuro, las limitaciones técnicas de los motores de combustión pondrán un tope a la capacidad de reducción de emisiones, a menos que se planteen otras alternativas, como los motores de relación de compresión variable o los alimentados con gas natural (gas natural vehicular, GNV), que pueden ser muy interesantes, al menos en una fase de transición hacia la generalización del coche eléctrico.

GRÁFICO 6.

Porcentaje de energía renovable en el consumo de combustible para el transporte en Europa (2005 y 2015)



* Ruptura de series. Fuente: Eurostat

¹⁷ En 2017, el 27% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero en España procedieron del sector del transporte.



Los biocarburantes podrían ofrecer una alternativa renovable, pero presentan una serie de limitaciones:

- tecnológicas, por adaptación de los actuales motores de combustión, que limitan el porcentaje de biocarburantes en las mezclas finales;
- de sostenibilidad, por desplazamiento de cultivos destinados al consumo humano;
- de contaminación local, por la emisión de contaminantes tales como óxidos de nitrógeno, de azufre o partículas.

Como se ha comentado anteriormente, el coche eléctrico es una alternativa particularmente indicada para el transporte ligero, aunque su desarrollo se ve limitado por dos problemas: la autonomía, hoy aún baja, y el tiempo de recarga. La reducción de costes de las baterías parece apuntar a costes asumibles en un futuro no muy lejano, pero siguen sin resolverse los problemas de tiempo de recarga y de su baja densidad energética (espacio necesario para las baterías).

Otra alternativa, bien adaptada al transporte por carretera, tanto pesado como ligero, y al transporte marítimo, es el gas natural. Puede ser usado en motores iguales o muy similares a los de hidrocarburos líquidos, y no emite partículas ni óxidos de azufre y muy escaso óxido de nitrógeno, y permite ahorros importantes en combustible.

También habría que retomar la vieja propuesta de potenciar el transporte de mercancías por ferrocarril –que requeriría inversiones relevantes, pero que tendría un impacto muy positivo en la reducción de la demanda de hidrocarburos y en sus emisiones– con un análisis actualizado de inversiones necesarias, costes y beneficios.

4.3.3. Industria

El sector industrial plantea desafíos específicos que deberán ser afrontados en los próximos años. Una peculiaridad del mismo es la existencia de procesos productivos muy diferentes, lo que hace imposible pensar en soluciones generalizables. Sin embargo, dos tipos de industrias jugarán un papel particularmente relevante.

Por una parte, las industrias electrointensivas podrán, en algunos casos, beneficiarse y beneficiar al sistema de una mayor flexibilidad en el uso que hacen de la electricidad, mediante la interrumpibilidad¹⁸, que depende de las características de cada proceso industrial.

¹⁸ La interrumpibilidad es una herramienta de gestión de la demanda que aporta flexibilidad y respuesta rápida para la operación del sistema ante situaciones de desequilibrio entre generación y demanda. Este servicio se activa en respuesta a una orden de reducción de potencia dada por Red Eléctrica a los grandes consumidores que sean proveedores de este servicio, principalmente, la gran industria.



► **El precio de la electricidad en España para las economías domésticas es el sexto más caro de Europa. La factura anual incluye unos 7.000 millones de euros de apoyo a las renovables y soporta otros costes originados por políticas ajenas al suministro.**

Por otro lado, existen numerosas industrias que requieren calor a alta temperatura. Algunas de estas compañías son ya cogeneradores que utilizan el calor de sus procesos para la producción de electricidad. Algunas modificaciones en sus circuitos de vapor podrían permitir una operación más flexible de estas cogeneraciones que facilitara la penetración de renovables en el sistema eléctrico.

Finalmente, hay que tener en cuenta que no todos los procesos industriales son susceptibles de electrificación, lo que requiere asegurar el suministro de combustibles fósiles.

4.4. Oferta: suministro descarbonizado

Existen varias fuentes de energía no emisoras de dióxido de carbono: nuclear, quema de combustibles fósiles con captura y almacenamiento del dióxido de carbono producido (en adelante, CAC), y renovables. Es importante notar que la mayor parte de estas posibilidades son, más que fuentes de energía, fuentes de electricidad. De forma absoluta o casi en el caso de la nuclear y de la fósil con CAC, y de forma mayoritaria en el caso de las renovables.

Hay, no obstante, algunas excepciones. Los paneles termosolares de baja temperatura son ya habituales, y en algunos países como España, obligatorios en nuevas construcciones. Las instalaciones geotérmicas pueden proporcionar agua caliente para una variedad de usos, aunque su desarrollo es incipiente. Respecto a la biomasa, en el futuro puede ser una fuente importante para usos donde no existen buenas alternativas, tales como biocombustibles para aviación, navegación o incluso transporte por carretera. Existe de hecho normativa actualmente en vigor que requiere la mezcla de biocombustible con gasolinas o diésel para automoción, aunque en pequeña proporción. El uso de biomasa también puede estar indicado en calefacción, especialmente en zonas rurales con fácil acceso al recurso y límites de emisión de contaminantes (partículas, óxidos de azufre o nitrógeno) menos estrictos que en las ciudades.

De todas formas, la mayor parte de las posibilidades de energía baja en carbono pasan por la electricidad. Y de estas fuentes son las renovables las que previsiblemente van a producir la mayor parte de la energía, ya que no se prevé que haya en Europa adiciones significativas al parque nuclear ni que se vayan a construir plantas fósiles con CAC a gran escala.



4.4.1. Electricidad renovable

Las fuentes renovables que más han madurado son la eólica y la fotovoltaica, cuyo coste se ha reducido de forma notable en los últimos años. La producción de energía hidroeléctrica puede crecer algo, pero los mejores recursos ya están aprovechados en toda Europa. La energía marina (de las mareas, de las olas) y la geotérmica son interesantes, pero con un potencial condicionado por el estado actual de la tecnología. En cuanto a la biomasa, su potencial para generación eléctrica también es limitado.

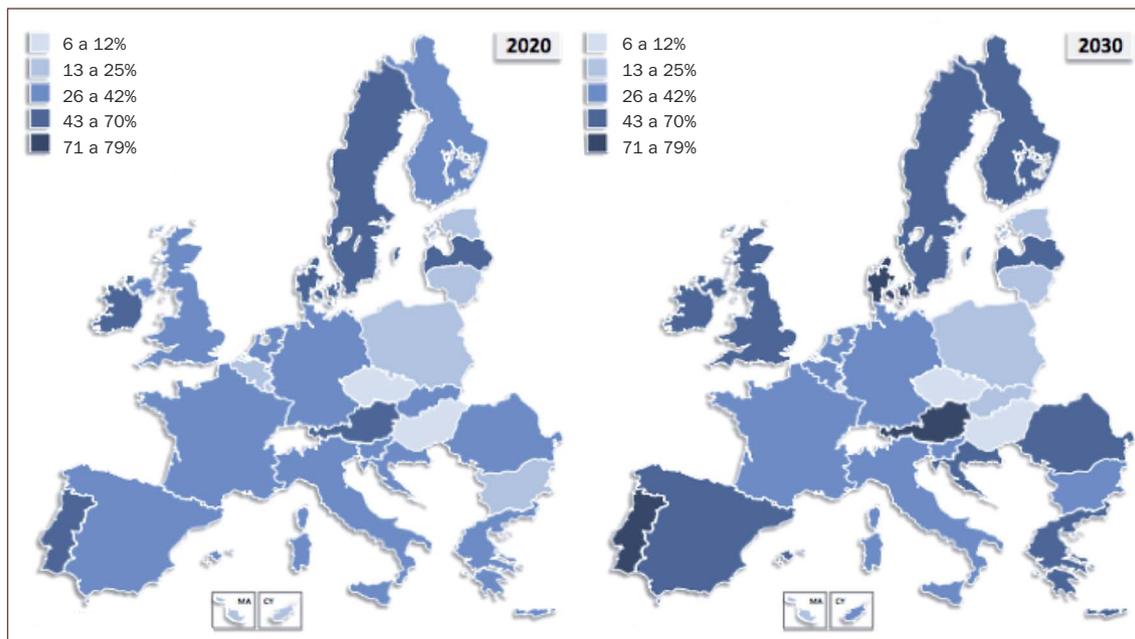
El sector eléctrico español ha sido líder en la integración de energías renovables, liderazgo que se prevé que se mantenga en el medio y largo plazo. De hecho, se estima que en 2030 la penetración renovable será de un 55,8% de la generación eléctrica, más del doble del objetivo medio europeo¹⁹ (Gráfico 7).

Un problema esencial de la generación eólica y fotovoltaica es su intermitencia. Para gestionar esta limitación hay varias vías de solución. Una es el almacenamiento, para lo que existen varias tecnologías posibles. Una de ellas son las ba-

GRÁFICO 7.

Porcentaje de energía renovable utilizada para generar electricidad

(países UE, 2020 y 2030)



Fuente: PRIMES

¹⁹ Comisión Europea, *EU Reference Scenario 2016. Energy, transport and GHG emissions trends to 2050*.



► **España solo tiene un objetivo provisional de reducción de emisiones en los sectores difusos del 26% respecto a 2005. En cuanto a las renovables, aún no se ha decidido si habrá objetivo nacional vinculante**

terías, cuyo coste se está reduciendo rápidamente y que serán útiles utilizándolas conjuntamente con sistemas de control de la energía. El uso masivo de baterías en el sistema eléctrico permitiría, por ejemplo, que la producción fotovoltaica de las horas de sol se usara durante la noche²⁰.

Sin embargo, las baterías no son la solución cuando se trata de gestión de energía estacional, más allá de unos pocos días, ni de puntas diarias importantes, ni siquiera con una bajada significativa de su coste actual. Serán necesarios sistemas de almacenamiento de otros tipos, con un coste por kWh mucho más bajo, aunque a cambio tengan peor respuesta dinámica (por ejemplo, ritmos más bajos de carga y descarga), lo cual puede ser admisible en algunos casos, no en todos²¹. El bombeo y, más en general, el uso inteligente del sistema hidroeléctrico ha cumplido históricamente esta misión (con una respuesta dinámica excelente, además), pero el potencial de desarrollo adicional es limitado. Otras tecnologías se encuentran aún en fases de desarrollo básico.

Además de las restricciones, en cualquier caso, el desarrollo de las fuentes eólicas y fotovoltaicas debe realizarse de la forma más eficiente. La generación distribuida (autoconsumo) tiene y tendrá un papel importante a jugar, sobre todo, a medida que el desarrollo tecnológico sirva para abaratar los costes y aumentar las capacidades, especialmente en edificios. El autoconsumo y la generación centralizada tienen un óptimo de eficiencia en cada país en función de muchas variables. Ese equilibrio solo se alcanzará naturalmente si desaparecen los cargos destinados a financiar determinadas políticas en las tarifas de los consumidores, especialmente de los domésticos, que confunden y distorsionan sus decisiones y conducen a la existencia de subsidios cruzados.

²⁰ De forma similar a la generación fotovoltaica, el almacenamiento de escala grande o media directamente acoplado a la red será a menudo más eficiente que el situado en las instalaciones de los clientes (véase, por ejemplo, “Residential Off-Grid Solar + Storage Systems: A Case Study Comparison of On-Grid and Off-Grid Power for Residential Consumers” (EPRI, 2016)). También en este caso la existencia de tarifas eficientes, sin cargos indebidos de política energética, lleva a una resolución natural de estos problemas.

²¹ La respuesta dinámica de un sistema de almacenamiento de energía eléctrica debe ser adecuada al problema que se trata de resolver en cada caso. No es lo mismo compensar la fluctuación de la generación de un parque eólico en condiciones ordinarias que actuar en respuesta a la pérdida de un nudo de generación importante, por ejemplo.



La penetración creciente de la generación a partir de fuentes renovables requerirá de potencia firme de respaldo, que tendrá que provenir necesariamente de tecnologías que puedan proporcionarla y, en especial, de grandes turboalternadores con inercia, y de potencia flexible, que tendrá que provenir de generadores con capacidad de contrarrestar las variaciones de demanda y de generación intermitente. En definitiva, de las turbinas hidroeléctricas (con la disponibilidad del régimen hidráulico en España) o de centrales térmicas y nucleares. La gestión del parque actual debe tener en cuenta este problema a largo plazo. La potencia firme y flexible de respaldo de la generación renovable debe retribuirse mediante un sistema que permita a los operadores recuperar la totalidad de los costes, fijos y variables, en un período dado, por ejemplo, anual, que se puede instrumentar a través de pagos por capacidad u otro sistema que incorpore mecanismos de mercado para una asignación eficiente del parque proveedor de firmeza al sistema.

Por otro lado, cerrar prematuramente una planta ahora puede obligar a invertir en otra nueva dentro de unos años, lo que, aparte del mayor coste, conllevará problemas más adelante, cuando el cierre definitivo de esta planta tenga que efectuarse antes del 2050 para cumplir con los objetivos europeos. Es necesario evitar el cierre prematuro de centrales no emisoras (nucleares). En cuanto a las plantas con elevadas emisiones específicas (carbón), si a pesar de estar las emisiones totales limitadas se deseara imponer medidas específicas, estas debieran estar orientadas a limitar sus horas totales de operación, garantizando su respaldo en las pocas horas en que fueran necesarias para asegurar el suministro.

4.5. Redes

El suministro de electricidad, gas natural e hidrocarburos líquidos se realiza mediante redes logísticas, cuyas características difieren considerablemente en función de las características de cada energía y de su forma de uso. Todas ellas reciben la consideración de monopolios naturales y están sometidas a regulación para asegurar su transparencia y el trato igual a todos los operadores de actividades competitivas.

4.5.1. Redes eléctricas

Las redes más complejas son las redes de transporte y distribución de electricidad, por la necesidad de operar buscando el equilibrio instantáneo y permanente entre oferta y demanda que asegure la calidad de los parámetros básicos de tensión y frecuencia, y la estabilidad del sistema.

► **Hay que tener en cuenta que no todos los procesos industriales son susceptibles de electrificación, lo que requiere asegurar el suministro de combustibles fósiles**



Esta complejidad se ha acentuado a medida que se ha ido multiplicando el número de unidades generadoras conectadas a las redes, (sobre todo generación renovable, y de consumidores) que son a la vez productores (autoprodutores), con una complicación creciente de los flujos en la red.

En este escenario, el papel de las redes necesita una atención especial, pues son la clave de la estabilidad de los sistemas eléctricos, los soportes físicos de los mercados, tanto nacionales como internacionales, y una base esencial de la eficiencia global de los sistemas, al facilitar los intercambios de energía aprovechando las diferencias de generación y de consumo regionales y estacionales.

Las llamadas redes inteligentes (*Smart grids*) son un desarrollo que, de progresar con éxito, permitirá una gestión eficiente de la complejidad creciente de los sistemas eléctricos, por la generalización de la generación distribuida, y facilitará la gestión de la demanda, la mayor penetración de la generación renovable o de los vehículos eléctricos y de sus correspondientes sistemas de carga, y de los flujos de energía correspondientes.

En este sentido, uno de los aspectos que precisan de un desarrollo técnico, financiero y regulatorio es el de los puntos de recarga de vehículos eléctricos, tanto públicos como privados. El modelo actual de despliegue a cargo de los gestores de carga se está mostrando insuficiente; el despliegue de puntos de recarga en la vía pública se vería facilitado por la apertura a inversiones a cargo a los distribuidores, en los puntos propiamente dichos o en la conexión de estos a las redes, de forma que generen ingresos por peajes para el sistema, siempre que se asegure la apertura de estos puntos a todos los usuarios en condiciones competitivas.

La participación de los distribuidores en el despliegue de puntos de recarga eléctrica, unida a su capacidad de gestión de la red de distribución, garantiza que los costes asociados a su construcción, mantenimiento y operación disminuyan, ayudando a dinamizar el mercado.

En la actualidad, tanto la Comisión Europea como los reguladores europeos abogan por asignar un rol más activo a los distribuidores para afrontar la transi-

► **El papel de las redes necesita una atención especial, pues son la clave de la estabilidad de los sistemas eléctricos, los soportes físicos de los mercados, tanto nacionales como internacionales, y una base esencial de la eficiencia global de los sistemas**



► **La generación distribuida (autoconsumo) tiene y tendrá un papel importante a jugar a medida que el desarrollo tecnológico sirva para abaratar los costes y aumentar las capacidades**

ción energética de manera eficiente, lo que queda reflejado en los códigos de red europeos, recientemente aprobados, y en la Propuesta de Directiva sobre el Mercado Interior de la Energía, que forma parte del Paquete Energía Limpia.

Para que las redes se adapten a los cambios que impone la evolución tecnológica y aporten valor al proceso de descarbonización de la economía, es necesario un desarrollo normativo que apoye la innovación y facilite la conversión de los gestores de red en operadores activos:

- reconociendo el valor de las redes en la transición energética;
- regulando el papel del distribuidor como operador del sistema de distribución, al igual que se hace actualmente con el operador del sistema de transporte;
- incluyendo en los planes de inversión retribuidos los nuevos activos necesarios para hacer frente a la transición y asignando una retribución que proporcione una rentabilidad acorde a los riesgos de la actividad e incentive la eficiencia de las inversiones.

4.5.2. Redes de gas

Las redes de gas cumplen las mismas funciones que las de electricidad, con la diferencia de que el gas, al poder almacenarse, presenta una menor complejidad operativa. Por otra parte, el gas tiene en España una penetración aún limitada, y mucho más baja que en el resto de Europa.

El gas es un combustible relativamente limpio. La expansión de las redes de gas, sobre todo de las de distribución, es un elemento clave para facilitar y generalizar su uso. La regulación actual, con el riesgo de inversión a cargo del distribuidor, incentiva la eficiencia.

Además, la expansión de las redes de gas es de gran importancia para generalizar el suministro de gas natural vehicular (GNV) en toda la geografía, facilitando así el uso de este combustible, especialmente en el transporte pesado, mientras el vehículo eléctrico no reúna las características que permitan su generalización en todos los usos y mientras se renueva el parque de transporte. La inversión a cargo de los distribuidores y el suministro a cargo de los comercializadores pueden ser una base natural para regular adecuadamente el incentivo a estas inversiones.



► **La estructura de costes de la oferta de electricidad en un futuro sistema energético estará basada en costes de capital. El diseño de los mercados deberá tener en cuenta este cambio en la estructura de costes. Hoy por hoy, este debate no está maduro en Europa**

4.5.3. Interconexiones

Las interconexiones eléctricas internacionales se han desarrollado históricamente para aprovechar excedentes estacionales u ocasionales de generación y para reforzar la seguridad mediante el apoyo entre sistemas vecinos. Las interconexiones de gas pueden tener estas mismas funciones y también sirven para transportar gas desde los países productores o desde los puntos de entrada en el continente a los mercados de consumo.

Hoy se pretende dar a las interconexiones una función más comercial, para reforzar la integración de mercados. Sin embargo, las decisiones de inversión en nuevas interconexiones deben basarse en un análisis coste-beneficio, sobre todo cuando se trata de proyectos de alto coste de inversión, y deben evitar la existencia de subsidios cruzados que se producen por las diferentes normativas en los Estados miembros.

5. Mercados

5.1. Cambios en la estructura de costes

Los cambios tecnológicos que se han descrito como parte esencial de la transición energética tendrán como consecuencia un cambio progresivo y rápido en la estructura de costes de la energía, con un peso cada vez mayor de los costes fijos. Hoy, uno de los principales componentes del coste de la electricidad es el coste de los combustibles fósiles utilizados, es decir, un coste variable. Sin embargo, la disminución del peso de los combustibles fósiles en la generación eléctrica y su sustitución por energías renovables (sol, viento, agua) hará que el componente principal del coste sea fijo: el coste de las infraestructuras de generación y red.

Así pues, la estructura de costes de la oferta de electricidad en un futuro sistema energético estará basada en costes de capital. El diseño de los mercados deberá tener en cuenta este cambio en la estructura de costes. Hoy por hoy, este debate no está maduro, ni mucho menos, al menos en Europa.



5.2. El precio del CO₂

Otro aspecto importante del diseño de los mercados es la cuestión del precio del CO₂, sobre el que hay opiniones muy diversas. El precio actual, fijado en el mercado europeo de emisiones, padece dos problemas: un nivel muy bajo que no refleja las externalidades reales y la falta de universalidad que se deriva de su no aplicación en sectores difusos.

En lo referente al primer punto, el mercado europeo de derechos de emisión está cuestionado en la actualidad; desde la Unión Europea se preparan diferentes medidas adicionales para fortalecer las señales de precio y algunos países han introducido o plantean esquemas para extender esta señal de precio a los sectores difusos. Algunas de estas medidas se concretan en mecanismos fiscales, que podrían considerarse en la necesaria reforma fiscal medioambiental que ha de abordar España. Adicionalmente, se puede discutir si la reforma fiscal podría también contemplar otras emisiones contaminantes, como las de óxidos de azufre y nitrógeno y las de partículas.

5.3. Reforma fiscal medioambiental

La fiscalidad ambiental es un tema de debate poco desarrollado aún. Las posiciones favorables a la fiscalidad ambiental suponen dar a los impuestos una nueva función. Más allá de las funciones clásicas de recaudación y de redistribución de rentas, se trata de dirigir los comportamientos y los hábitos de consumo –de energía, en este caso– mediante el encarecimiento relativo de unos productos o formas de energía frente a otros.

Uno de los objetivos de una reforma fiscal medioambiental debería ser reequilibrar la carga fiscal entre los distintos vectores energéticos. Actualmente, la factura eléctrica en España es una de las más caras de Europa, debido a que incorpora una fracción desproporcionada de los costes de la descarbonización (la casi totalidad de los apoyos a las renovables), además de costes de política regional (la homogeneización de las tarifas eléctricas en la península), que han sido asumidos prácticamente en solitario por el consumidor eléctrico, provocando una distorsión en la toma de decisiones y favoreciendo comportamientos ineficientes económica y medioambientalmente.

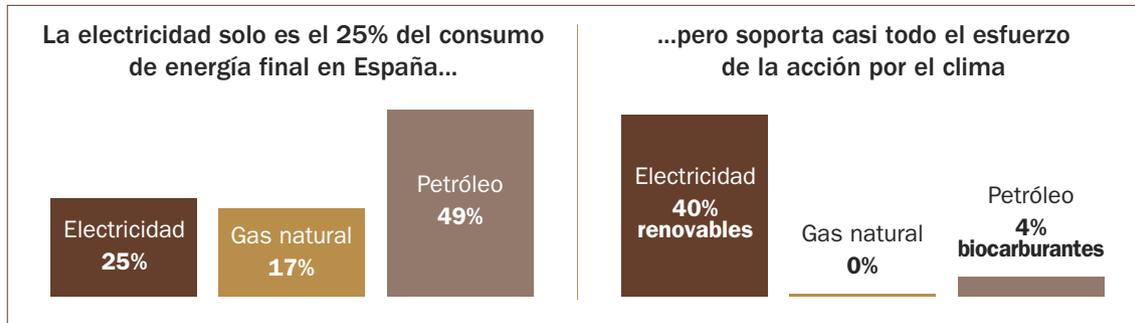
La electricidad es el sector donde más eficiente es la introducción de renovables, pero los objetivos medioambientales marcados por la UE implican a todo el

► **Los objetivos medioambientales marcados por la UE implican a todo el sector energético y, por ello, la financiación de las medidas para su consecución debe contar con la implicación de su totalidad**



GRÁFICO 8.

El peso del sector eléctrico en la introducción de renovables



Fuente: Elaboración propia a partir de los Balances de energía final publicados por el IDAE

sector energético y, por ello, la financiación de las medidas para su consecución debe contar con la implicación de todo el sector, lo que incluye al petróleo y al gas: es necesario equilibrar el esfuerzo entre los distintos sectores para que sea asumido por el sector energético en su conjunto.

Aparte de otras consideraciones metajurídicas, si de lo que se trata es de orientar la fiscalidad, o una parte de ella, en dirección a las políticas climáticas y energéticas, esta nueva fiscalidad debería ser fruto de una revisión de la fiscalidad en su conjunto, con objeto de que:

- se graven hechos imposables bien definidos, evitando, como es hoy el caso –en la energía y en otros campos–, la doble o múltiple imposición;
- no se incremente la presión fiscal en su conjunto;
- se aligere la presión fiscal sobre la energía, hoy excesiva;
- se eliminen de los precios finales de la energía todas las distorsiones que hoy los aquejan.

Por otra parte, la revisión de la fiscalidad debería incluir la eliminación de las cargas parafiscales, ya mencionadas, que se incluyen en la tarifa eléctrica, pues encarecen artificialmente el precio final de la electricidad.

La idea de establecer un impuesto al CO₂ es también objeto de debate, por la dificultad de definir un hecho imponible que recoja todos los presuntos costes ambientales de cada proceso o uso de la energía, y por la dificultad de definir una metodología coherente de cálculo de estos costes.

En definitiva, una reforma fiscal bien diseñada contribuiría a restablecer el equilibrio de precios entre las distintas energías, evitando distorsiones de los precios,



respetando el principio de “quien contamina paga”, sin encarecer la energía innecesariamente, asegurando la competitividad de las empresas y asegurando fuentes de financiación para los futuros desarrollos en energía sostenible, tanto desde un punto de vista medioambiental como económico.

5.4. Mercados de electricidad

5.4.1. El papel de la planificación

La consecución de los objetivos medioambientales adoptados por la Unión Europea solo es posible mediante un incremento de la electrificación de la economía y una mayor penetración de tecnologías renovables en el mix de producción.

Cada Estado miembro deberá realizar su propia planificación, con el objetivo de analizar las posibles sendas para alcanzar los objetivos acordados y, al mismo tiempo, garantizar la seguridad de suministro manteniendo los precios en niveles asumibles por todos los segmentos de consumidores. Esta planificación ha de ser indicativa, y los mecanismos necesarios para su seguimiento son temas especialmente relevantes. A continuación será necesario diseñar la regulación y los esquemas tarifarios y fiscales que, en un marco de libertad económica y de empresa, permitan a todos los agentes tomar decisiones que sean eficientes para ellos y, al mismo tiempo, conduzcan al cumplimiento de los objetivos.

5.4.2. El mercado de producción

Dicha planificación obliga a revisar los actuales mercados de electricidad, en los que solo se valora la energía, diseñados para un sector eléctrico con predominio de tecnologías de producción de combustibles fósiles (emisores), con mercados basados en los costes variables de estas tecnologías, y en los que la hidráulica ha jugado un papel fundamental en la regulación del sistema. En el sector eléctrico del futuro –y ya en el presente–, la estructura de generación cambia completamente, con predominio de tecnologías renovables con escaso margen de gestión, necesidad de capacidad firme y flexible de respaldo y costes variables muy reducidos. En este entorno, los mercados de corto plazo basados en costes variables no permiten la recuperación de todos los costes, ni son suficientes para enviar señales adecuadas a los agentes para cierres de instalaciones o para inversiones futuras. Mucho menos cuando, hoy por hoy, las tecnologías renovables no compiten plenamente en el mercado.

► **Una reforma fiscal bien diseñada contribuiría a restablecer el equilibrio de precios entre las distintas energías, evitando distorsiones de los precios, respetando el principio de “quien contamina paga”**



En concreto, un mercado de corto plazo con precios bajos derivados de ofertas marginales de energías renovables no permitiría recuperar los costes de inversión, frenando el proceso inversor en nuevas centrales de cualquier tecnología. Las tecnologías de respaldo (basadas en combustibles fósiles), que operan con un factor de utilización bajo, no recuperan sus costes fijos. Esta situación ya se está produciendo en el mercado español con toda la generación, pero especialmente con los ciclos combinados, por su baja utilización, y con las centrales nucleares, debido a la conjunción de bajos precios del *pool* con una fiscalidad específica muy elevada.

Por tanto, es necesario complementar los actuales mercados de energía con un nuevo mercado de capacidad, que dé señales de medio y largo plazo tanto para la inversión como para crear un marco más flexible que promueva la integración de las energías renovables, permita a todas las tecnologías recuperar los costes completos, retribuya adecuadamente a la potencia firme y flexible por su aportación a la seguridad de suministro, y sirva de señal a la inversión en una nueva generación de tecnologías firmes y flexibles libres de emisiones. Esta transición a nuevos mercados debe realizarse de manera ordenada y minimizando el impacto sobre los consumidores.

En estos nuevos mercados las energías renovables deberían poder participar sin más limitaciones que las que se derivan de su intermitencia y de su capacidad de proporcionar o no energía de regulación.

También será necesario establecer los mecanismos de cierre o hibernación temporal de centrales, cuando exista un exceso de potencia que dé lugar a la baja utilización de una parte del parque generador, combinando la reserva de potencia necesaria por razones de seguridad con las necesarias compensaciones a los operadores de las centrales que soporten la baja utilización, por su función de respaldo, o permanezcan hibernadas temporalmente.

5.4.3. El papel de las centrales nucleares

Aunque en el desarrollo de estos nuevos mercados han de considerarse todas las tecnologías de producción, cabe realizar un análisis de la generación nuclear en la actualidad. En España, la generación nuclear alcanza una producción del 22% de la generación total de electricidad y aporta firmeza como energía de base, seguridad en la operación del sistema eléctrico, capacidad de regulación primaria, energía libre de emisiones de CO₂, y lo hace a un coste, en términos homogéneos de cargas fiscales, competitivo.

La sustitución del parque nuclear plantearía retos que no parecen fáciles de abordar a corto plazo, como construir casi 30.000 MW de nuevas renovables, con su correspondiente inversión adicional en potencia flexible de respaldo, lo que no



- **Cuando exista un exceso de potencia que dé lugar a la baja utilización de una parte del parque generador, será necesario establecer los mecanismos de cierre o hibernación temporal de centrales, combinando la reserva de potencia necesaria por razones de seguridad con las compensaciones a los operadores que soporten esta infrutilización**

parece realista a corto y medio plazo. Un cierre inmediato de las plantas nucleares podría elevar significativamente los precios finales de la electricidad e incrementar considerablemente las emisiones de CO₂, al ser necesario operar centrales basadas en combustibles fósiles para sustituir esta generación firme. En definitiva, ello significaría impacto en el consumidor y más emisiones netas.

Hay cuatro cuestiones principales pendientes, en relación con el papel de la energía nuclear:

- Actualmente, la presión fiscal sobre esta tecnología sitúa en pérdidas a todas las plantas, que se ven claramente discriminadas en relación con las demás tecnologías. No hay argumentos que justifiquen esta situación, por lo que es necesario encontrar una solución para la generación nuclear en operación.
- Además, está pendiente de resolverse el criterio para ampliar la vida operativa de estas centrales hasta plazos de 50 o 60 años, en línea con lo que ya se ha aprobado en otras economías avanzadas, sin menoscabo de la seguridad. Conviene tener en cuenta que el cierre de instalaciones operativas, seguras y económicas, implica sustituirlas por otras que requerirán unas inversiones evitables y aumentar el balance de emisiones gaseosas.
- En relación con la gestión de los residuos nucleares, principalmente el combustible gastado y los residuos de alta actividad, las tecnologías de almacenamiento de que se dispone actualmente son perfectamente seguras y no plantean más problemas que el tiempo de almacenamiento. Además, el volumen de residuos de estas categorías es muy reducido en comparación con cualquier otra categoría de residuos. Sin embargo, es necesario materializar los proyectos previstos, caso del Almacén Temporal Centralizado.

5.4.4. El creciente papel de la demanda

En cualquier caso, la oferta más imprevisible del futuro se verá compensada por una demanda más flexible. En efecto, hoy en día la mayor parte de la demanda responde al precio de forma limitada, especialmente en el corto plazo. El futuro, conforme avance la flexibilización de la demanda arriba descrita, impulsada por la digitalización, pre-



sentará ofertas más elásticas que incorporarán el coste para el consumidor de reducir o desplazar el consumo. Las posibilidades ofrecidas por los contadores inteligentes serán aquí fundamentales, no siendo la menor el proporcionar a los consumidores una señal de precio horaria o cuarto-horaria que refleje el coste de suministro: energía, fiabilidad y red. Este sistema más flexible y complejo requerirá que los operadores de los sistemas de distribución asuman un papel mucho más activo, interaccionado continuamente no solo con el operador del sistema de transporte, sino también con consumidores cada vez más variados y sofisticados. El mismo término de “consumidor” a menudo será inadecuado, en la medida que la generación y almacenamiento distribuidos se vayan extendiendo. La red de distribución del futuro no será una entidad pasiva, sino un ente activo, una “red inteligente” (*Smart grid*) que hará posible que pequeñas compañías y consumidores no solamente requieran, sino que sean también capaces de ofrecer energía y servicios de red.

6. Costes

La transición energética es un cambio de modelo energético de mayor profundidad y alcance que ninguno de los cambios en las políticas energéticas planteados hasta hoy. Se basa en una redefinición de los papeles de cada energía primaria y en la introducción generalizada de tecnologías nuevas o, más exactamente, en la hipótesis de que esas tecnologías van a estar disponibles comercialmente a costes asumibles en un plazo no muy largo, compatible con el calendario de la descarbonización.

Algunas de estas tecnologías han alcanzado un grado de madurez muy notable, como es el caso de las tecnologías eléctrica y fotovoltaica, haciendo posible que hoy se pueda alimentar sobradamente, con el complemento del *back-up* que ya tenemos, un sistema como el español. Necesitamos, por tanto, que maduren las tecnologías de sustitución de la actual potencia de respaldo, que son mayoritariamente emisoras. Estas se encuentran en fase temprana de desarrollo o de proyectos piloto.

El cambio de tecnologías supondrá también abandonar otras o, en el mejor de los casos, un buen número de infraestructuras (como es el caso del cierre de centrales nucleares en algunos países y de centrales de carbón en otros) que representan costes varados como consecuencia de decisiones políticas.

Además, habrá que construir nuevas infraestructuras de generación, probablemente de transporte, y sistemas de apoyo a la operación complejos y costosos (IT

► **La transición energética es un cambio de modelo energético de mayor profundidad y alcance que ninguno de los cambios en las políticas energéticas planteados hasta hoy**



► **La consecución de los objetivos medioambientales adoptados por la Unión Europea solo es posible mediante un incremento de la electrificación de la economía y una mayor penetración de tecnologías renovables en el mix de producción**

y *Smart grids*, entre otros). Todo esto representa costes de diversas categorías que será preciso contabilizar y compensar, de una forma u otra.

Aunque no hay experiencias de transiciones energéticas ya realizadas, sí existen datos de algunas, como la alemana, ya iniciadas. En el caso de Alemania, que se ha descrito anteriormente, se ha visto una escalada de costes, desde las estimaciones iniciales hasta las estimaciones más recientes, que elevan el coste del proceso, aún a medio camino, a niveles extraordinarios; lo que permite concluir que, por una parte, no es fácil acertar en las estimaciones de costes de un proceso tan complejo como el que ahora se plantea y, por otra, que los costes son reales y que, con toda seguridad, serán considerables y excederán cualquier previsión inicial. La prometida compensación de los beneficios a largo plazo, en el caso alemán, no solo no se ha materializado, sino que hasta hoy no se ha podido estimar. No solo eso, sino que el nuevo gobierno ha suavizado los objetivos de reducción de emisiones a 2020, entre otras razones, por el coste de la transición²².

Esto no significa que haya que renunciar a las políticas de transición, sino que esta, por su novedad, por las incertidumbres que la rodean, y por basarse en objetivos muy ambiciosos para el incierto muy largo plazo, requiere una atención permanente y muy cuidadosa durante todas las fases de la transición, a todos los sectores energéticos afectados directa o indirectamente, y a los sectores industriales que también se verán afectados.

Ignorar las variables económicas es el camino seguro hacia un coste incontrolable. La experiencia española con la generación del llamado déficit de tarifa debería ser una lección para no volver a tropezar en la misma piedra. Solo que esta vez las consecuencias del tropiezo pueden ser mucho más graves y de muy largo alcance. Esta atención permanente a los costes es una razón –una más– para pensar en una actuación coordinada de las Administraciones, los sectores afectados, los organismos reguladores y la sociedad, para que las decisiones se tomen con prudencia y con objetivos claros, minimizando los costes y explotando y maximizando los beneficios. Y para pensar en objetivos creíbles a corto plazo y prudentes a largo.

²² El impuesto creado por la Ley de Energías Renovables (*EEG Umlage*) alcanzó en 2017 una cuantía de 27.000 millones de euros, y la cifra prevista para 2018 es superior a los 28.000 millones.



7. Tecnologías e I+D+i

Como queda dicho, una de las claves del éxito de la transición energética será la disponibilidad de determinadas tecnologías y de la evolución de sus costes. El objetivo perseguible lo conforman un conjunto de tecnologías como las que siguen:

- Tecnologías de generación eléctrica que permitan la existencia de un mix de generación con menos emisiones de GEI, con un coste medio de generación no superior al actual, que asegure la estabilidad y la operatividad de los sistemas eléctricos.
- Tecnologías que faciliten el desarrollo de vehículos con menores emisiones de GEI y de otros contaminantes, vehículos eléctricos, GNC y otros, con prestaciones similares a las de los vehículos actuales, sobre todo en autonomía, y con costes no superiores a los actuales.
- Tecnologías que proporcionen firmeza y flexibilidad sin emisiones. El almacenamiento puede ser una de ellas. Pero también están el hidrógeno, el gas natural sintético, etc.
- Reducciones ulteriores de costes de las actuales tecnologías de generación eléctrica a partir de fuentes renovables.
- Tecnologías de gestión de redes de transporte y, sobre todo, de distribución, con capacidad de gestión de gran número de productores de pequeña dimensión (autoprodutores, producción distribuida), sin menoscabo de la seguridad de operación.

Tecnologías que apoyen la mejora de eficiencia por el lado de la demanda. Aquí hay un abanico muy amplio de posibilidades, que va desde el rediseño de algunos procesos industriales hasta la mejora de los parámetros energéticos de edificios y una nueva generación de aparatos de uso final (electrodomésticos y otros).

Los desarrollos que todo esto requiere suponen inversiones importantes y, por otra parte, presentan incertidumbres en cuanto a su viabilidad, coste final y plazos de desarrollo, todo lo cual podría condicionar notablemente el calendario de la descarbonización y de la transición en su conjunto.

► **No es fácil acertar en las estimaciones de costes de un proceso tan complejo como el que se plantea, cuyos costes son reales y, con toda seguridad, serán considerables y excederán cualquier previsión inicial**



► **Ignorar las variables económicas es el camino seguro hacia un coste incontrolable. La experiencia española con la generación del llamado déficit de tarifa debería ser una lección para no volver a tropezar en la misma piedra**

Esto tiene tres consecuencias fundamentales:

- No se deben plantear objetivos irreales o basados en evoluciones de costes simplemente voluntaristas. Es más lógico dar pasos seguros y firmes, de acuerdo con el estado del arte en cada momento, que hacer apuestas que, antes o después, resultan costosas e irreversibles. Ejemplos recientes no faltan. Se impone, por tanto, el establecimiento de las señales económicas correctas y dejar que los generadores y clientes vayan cerrando sus tecnologías cuando haya otras mejores, sin matar prematuramente ninguna tecnología ni tratar como maduras a tecnologías que todavía no lo son.
- La posesión de esas tecnologías dará una ventaja estratégica a los países que sean capaces de dominarlas. En un proceso de cambio como el que se avecina, las estrategias industriales son tan importantes como las energéticas, de forma que unos países serán dominadores de tecnologías clave y otros serán simples compradores de las mismas. España puede tener un papel en el desarrollo industrial de algunas de esas tecnologías, pero no en todas, ni a cualquier precio. En un contexto de baja industrialización, el análisis de esta cuestión es tan importante como los aspectos ambientales o estrictamente políticos de la transición.
- No se debe diseñar una nueva política energética sin un capítulo de apoyo a la I+D en aquellos campos concretos en los que la industria española tiene posibilidades reales de ser un jugador relevante a medio y largo plazo. El sistema de apoyos y estímulos, preferiblemente fiscales, debe diseñarse cuidadosamente, midiendo sus resultados y ajustándolo cuando sea preciso.

8. Gobernanza

8.1. Introducción

Como se ha descrito en los apartados anteriores de este documento, la Unión Europea ha establecido una política climática y unos objetivos extraordinariamente ambiciosos a 2030 y 2050, que implican, de hecho, una transformación fundamental y estructural del sistema energético europeo que afecta a todos los sectores económicos de los Estados miembros. Esta transformación solamente se



puede lograr mediante una combinación de actuaciones coordinadas, tanto a nivel de la UE como de los Estados miembros, implicando una sólida gobernanza que garantice que las políticas y medidas a los distintos niveles sean coherentes, complementarias y suficientemente ambiciosas, durante todo el periodo que requiera la transición del sistema energético.

En este sentido, la Comisión Europea incluyó en el ya mencionado *Winter Package*, presentado en noviembre de 2016, una propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a la gobernanza de la Unión de la Energía, en el que se articulan los objetivos, mecanismos, plazos y frecuencias de dicho proceso de gobierno. Esta propuesta, sin perjuicio de posibles modificaciones posteriores en su tramitación y aprobación definitiva, puede ser una buena referencia para realizar algunas reflexiones sobre las características y complejidad del modelo de gobernanza del que se deberá dotar España para responder a los requerimientos de la UE y lograr el cumplimiento de los compromisos adquiridos.

El primer hito de este proceso de gobierno de la transición energética pasa por la elaboración de planes nacionales, que se constituyen en herramientas esenciales para una mayor planificación estratégica en materia de energía y clima. Estos planes nacionales, que cada Estado miembro habrá de remitir a la Comisión Europea, deben incluir, entre otros aspectos, una descripción de las políticas y medidas previstas para cumplir con los objetivos establecidos y una descripción de la situación actual de las cinco dimensiones de la Unión de la Energía (seguridad energética, mercado interior de la energía, eficiencia energética, descarbonización, e investigación, innovación y competitividad).

8.2. Reflexiones sobre el modelo de gobernanza de la transición en España

Independientemente de la concreción definitiva del diseño del modelo de gobernanza que se apruebe al nivel de la Unión Europea, podríamos alcanzar siete grandes conclusiones preliminares de la lectura de la propuesta de la Comisión:

- El proceso de definición de los planes nacionales debe ser abierto a la participación de los diferentes sectores de actividad y a la sociedad en general, dado el carácter profundamente transformacional que supondrá el proceso de transición en el modelo y estructuras económicas del país.

► **Los planes integrales y el modelo de gobernanza tienen que basarse en datos objetivos y rigor técnico en la obtención de indicadores y estimaciones a futuro. Esto significa acuerdos metodológicos previos de captura, registro y mantenimiento de datos y bases estadísticas**



► **Cada país deberá diseñar el modelo de gobernanza que responda a las iniciativas particulares que requieran su propio plan nacional y el cumplimiento europeo**

- El modelo de gobernanza que se propone a nivel europeo pretende establecer un método riguroso y exhaustivo de obtención de inventarios de emisiones, de elaboración homogénea y comparable de planificaciones y proyecciones por parte de los Estados miembros, de revisión y de supervisión continuada, y de elaboración de recomendaciones por parte de la Comisión para el cumplimiento de los objetivos europeos.
- El modelo pretende disponer de los datos y evidencias rigurosas suficientes para comparar y modificar los planes nacionales iniciales e, incluso, sustentar la aspiración de incrementar la ambición de los objetivos, en caso de que sea necesario.
- La gobernanza se extiende a los cinco pilares de la Unión de la Energía, lo cual anticipa la amplitud y complejidad del futuro modelo de gobierno, dado que afectará a la práctica totalidad de los sectores de actividad económica y los usos de la energía.
- Datos y metodologías de estimación: los planes integrales y el modelo de gobernanza tienen que basarse, necesariamente, en datos objetivos y rigor técnico en la obtención de indicadores y estimaciones a futuro, por ejemplo, del inventario de emisiones de cada sector de actividad, de capacidad de abatimiento de las distintas iniciativas a contemplar, de la viabilidad técnica y económica de las tecnologías a utilizar, etc. Esto significa, entre otros muchos aspectos, acuerdos metodológicos previos de captura, registro y mantenimiento de los datos y de las bases estadísticas a utilizar de los distintos sectores afectados o de los criterios técnicos a aplicar para la obtención de los distintos indicadores, como, por ejemplo, la forma de medir las emisiones que se producen en cada subsector de actividad o en los ciclos de vida de la fabricación, distribución, uso y reciclaje de los distintos bienes y servicios (al menos, los más relevantes de ellos). Asimismo, amerita una reflexión acerca de la amplitud de capacidades técnicas y expertos que podría ser necesario integrar en este proceso.

Los planes nacionales deberán:

- Estar contruidos bajo la hipótesis central de consecución de los objetivos planteados en los cinco pilares de la Unión de la Energía y los Acuerdos de París y no como un ejercicio meramente aspiracional de recorrer una cierta parte del camino.



► **La transición energética es un compromiso nacional, consecuencia de un acuerdo europeo. En consecuencia, su financiación debe ser soportada entre todos los consumidores energéticos**

- Contemplar iniciativas que sean consistentes con dichos objetivos, con las incertidumbres lógicas de los plazos temporales manejados y de la ambición de los objetivos.
- Incorporar el análisis de la viabilidad técnica (por ejemplo, disponibilidad de las tecnologías) y económica de las iniciativas contempladas, priorizadas con criterios, por ejemplo, como el mayor potencial (de abatimiento de CO₂, de ahorro energético, de penetración de renovables, etc.), menores costes de inversión, menores barreras de adopción y menores riesgos (tecnológicos, de competitividad, etc.).

Por otra parte, el modelo de gobernanza debe abarcar, como se ha mencionado antes, los cinco pilares de la Unión de la Energía, lo que anticipa que las iniciativas que se contemplen en los planes se concreten en un amplio conjunto de mecanismos e instrumentos que afecten a todos los sectores de actividad de la economía (sector energético, industrial, transporte, servicios, residencial y resto de sectores emisores), para los cuales habrá que determinar los criterios para su valoración, seguimiento y propuesta de modificación, en caso necesario.

Los tipos de mecanismos que podrían estar sujetos al proceso de gobernanza podrían ser:

- **De mercado:** funcionamiento de los mercados y de los mecanismos de formación de precios (por ejemplo, mercado del CO₂ o mercado de electricidad y de capacidad, para que sean señal correcta para atraer las inversiones en energías renovables o la renovación del mix de generación).
- **Fiscalidad:** tributaciones fiscales incentivadoras del cambio de vectores energéticos o la adopción de palancas de descarbonización (por ejemplo, tributación diferenciada de los equipos según el nivel de emisiones).
- **Normativa de mandato y control,** por ejemplo, de restricciones de uso y/o limitaciones de emisiones de los vehículos y otros equipos, obligaciones de instalación y/o renovación de equipamiento, etc., según sectores de actividad y usos de la energía.



Parece, pues, evidente que los métodos de medición y control de las iniciativas puestas en marcha y de contribución de los distintos sectores a la consecución de los objetivos deben ser transparentes, objetivos, rigurosos e independientes. Esta necesidad lleva también a una reflexión muy interesante sobre qué **organismos o instituciones** deberían ser las encargadas de dar el soporte técnico y material a los Gobiernos para sostener y ejecutar el modelo de gobernanza. Estas instituciones posiblemente requerirán tener la capacidad de interlocución y supervisión necesarias ante los distintos sectores afectados, y el mandato y las competencias suficientes que permitan su independencia del ciclo político. También habrá que tener en cuenta que las actuaciones a realizar excederán las competencias de cualquier Ministerio de la Administración Central o de cualquiera de las Administraciones autonómicas o locales, por lo que su ubicación óptima dentro de la estructura administrativa española será un aspecto importante a resolver.

De esta manera, una propuesta de estructura de organismos para soportar el modelo de gobernanza podría ser la siguiente:

- **Un organismo independiente**, técnico y multisectorial, formado por expertos encargados de elaborar los análisis técnicos sobre la efectividad de las medidas adoptadas, evaluar el cumplimiento de objetivos, el impacto en la actividad económica, la competitividad de los diferentes sectores y la creación de empleo, y definir recomendaciones al Gobierno en la propuesta de nuevas actuaciones y en el proceso de *reporting* y gobernanza de la UE.
- La trascendencia del proceso que se pone en marcha y su transversalidad (afecta a materias de distintos ámbitos cuyas competencias corresponden, en muchos casos, a las Comunidades Autónomas) invita a **designar una Vicepresidencia o departamento gubernamental que se encargue de coordinar eficazmente** y en algún caso asumir las competencias implicadas y que permita una evaluación permanente y sencilla del proceso. La participación activa y coordinación normativa y de ejecución con las Comunidades Autónomas resultará fundamental para el establecimiento de la legislación básica necesaria y para racionalizar la proliferación de tributos pretendidamente medioambientales que recaen sobre hechos imponibles ya objeto de tributación estatal o de dudosa consistencia jurídica para soportar nuevos impuestos. A estos efectos, la transición energética debería ser objeto de una comisión sectorial específica. El acuerdo político estaría llamado a garantizar la permanencia de este organismo en el tiempo.

► **No se debe diseñar una nueva política energética sin apoyo a la I+D en aquellos campos concretos en los que la industria española tiene posibilidad de ser un jugador relevante a medio y largo plazo**



► **España es el país europeo que más esfuerzo económico ha realizado en la penetración de energías renovables, teniendo además unas emisiones de GEI por habitante notablemente por debajo de la media europea**

En conclusión, dada la diversidad de los puntos de partida de los distintos Estados miembros, de su estructura económica, de sus sistemas energéticos y usos de la energía, cada país deberá diseñar el modelo de gobernanza que responda a las iniciativas particulares que requieran su propio plan nacional y el cumplimiento europeo, y el gobierno español tendrá que añadir a la intensa agenda de los próximos meses los trabajos que permitan la definición y concreción del modelo de gobernanza que requiere un proceso tan complejo y con tanta relevancia como el que supone la transición a una economía descarbonizada.

9. Conclusiones: riesgos y oportunidades

La transición energética hacia una economía descarbonizada será –es ya, de hecho– un proceso de intensa transformación social y económica. Pocas veces en la historia se habían comprometido cambios tan profundos en la estructura económica global con un nivel de consenso tan elevado entre los países del planeta.

No cabe duda de que las oportunidades en términos de bienestar futuro están a la altura del reto. El consenso político mundial en relación con la protección del medio ambiente encierra valores como la sostenibilidad, la eficiencia, la solidaridad intergeneracional o una nueva competitividad, que deben ser apoyados sin reservas.

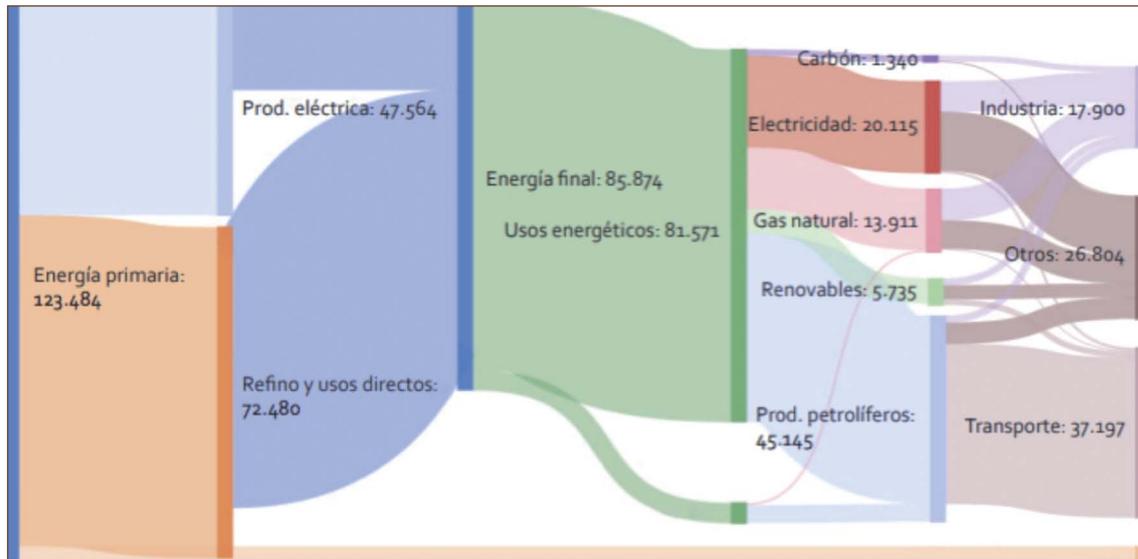
No es solo una cuestión de valores. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año se registran más de 30.000 fallecimientos en el mundo a causa de la mala calidad del aire de las ciudades. Existen razones de peso para tomar en serio el proceso de transición energética que se está poniendo en marcha.

La transición se ha formalizado en el ámbito internacional de formas diversas: Naciones Unidas (COP), UE (Propuestas de Directivas) o políticas nacionales diversas. De hecho, en las dos últimas décadas se han ido adoptando políticas que van en la dirección de lo que hoy se entiende por transición, aunque no de forma igualmente estructurada en todos los países.

Algunos de los mayores emisores de GEI han adoptado también decisiones de impacto considerable (EE.UU., China y la India). Mientras que la Unión Europea pretende tomar el liderazgo de la transición energética, con lo que ello conlleva de oportunidades, riesgos y costes.

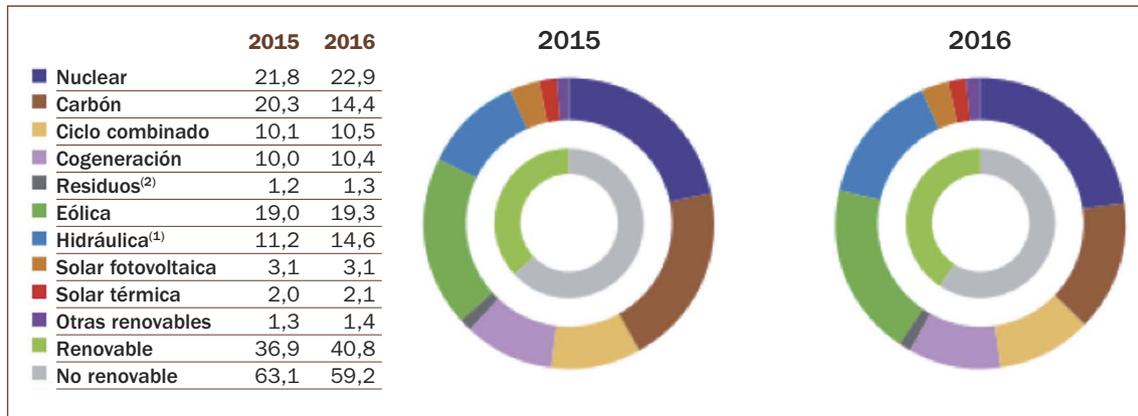


GRÁFICO 9.

Estructura energética de España (2016)

Fuente: MINETAD (2016)

GRÁFICO 10.

Estructura de generación anual de energía eléctrica (2015 y 2016, España)

Fuente: REE (2016)

(1) No incluye la generación de bombeo. (2) El 50% de la generación procedente de residuos sólidos urbanos se considera renovable.

► **La transición energética va a requerir un exigente proceso de toma de decisiones en las que habrá que combinar rigor técnico, consenso político, acierto regulatorio e implicación de los actores**



Los principales desafíos que presenta la transición energética son:

- **Rediseñar un mix de energía final** que reduzca significativamente las emisiones de GEI y otros contaminantes, manteniendo la seguridad de abastecimiento y los precios finales de la energía en sus diferentes formas.
- **Rediseñar el mix de generación eléctrica** para reducir las emisiones de GEI y otros contaminantes sin aumentar los precios finales y manteniendo la seguridad de la operación del sistema y su estabilidad; lo que sin duda requerirá introducir renovables y mantener la generación nuclear y la potencia firme de centrales de combustibles fósiles, hasta que haya alternativas viables desde el punto de vista tecnológico y económico.
- **Mejorar la eficiencia energética** en todos los sectores, tanto productores como consumidores de energía.
- **Reducir sustancialmente el consumo de energía** del sector del transporte y sus emisiones, especialmente de contaminantes como los NOx, SOx y partículas.
- **Apoyar los anteriores objetivos** en el desarrollo de determinadas tecnologías existentes, pero aún inmaduras técnica y económicamente, y en la mejora sustancial de otras ya existentes. Esto requerirá un gasto probablemente importante en I+D.

Aunque las soluciones definitivas no están diseñadas y a pesar de que todos los sectores deben contribuir a los objetivos de reducción de emisiones, una de las líneas de actuación será aumentar el grado de electrificación de la demanda de energía.

La transición energética es un compromiso nacional, consecuencia de un acuerdo europeo. En consecuencia, su financiación debe ser soportada entre todos los consumidores energéticos. Para ello, hay que redefinir la fiscalidad energética, evitando que sea excesiva para no gravar los precios finales, y no perjudicar la competitividad. El marco retributivo debe ser estable y suficiente para remunerar todas las inversiones a corto y largo plazo. Los diseños de los mercados deben permitir recuperar todos los costes, fijos y variables, además de los costes varados que puedan producirse.

Los objetivos concretos deben establecerse dando prioridad a las inversiones y medidas de descarbonización con mejor balance de coste-beneficio, haciendo mayor esfuerzo en aquellos sectores donde ya existen soluciones tecnológicas adecuadas.



La planificación debe tener en cuenta los tiempos a la hora de fijar dichos objetivos, modulando el ritmo inversor en función de la madurez tecnológica de las distintas soluciones, de su curva de aprendizaje y de los costes, evitando tanto apostar por soluciones inmaduras bajo una lógica industrial –lo que llevaría a incurrir en sobrecostes–, como apostar por decisiones irreversibles que impidieran la existencia de margen de maniobra en el futuro y comprometieran el cumplimiento de los objetivos. La gestión del proceso de sustitución de activos es crucial, como también lo es la inversión en innovación.

Recomendaciones

a) Condicionantes, oportunidades y riesgos

- Una de las bases de la política de transición es la expectativa de desarrollo de algunas tecnologías clave para su éxito. El adecuado desarrollo de estas tecnologías es esencial para determinar el ritmo viable de la transición. No se deberían adoptar políticas basadas en expectativas, sino en la disponibilidad real y en el coste asumible de determinadas tecnologías.
- Otro factor que condicionará la transición es la abundancia de combustibles fósiles baratos y su difícil (o imposible) sustitución a corto y medio plazo en determinados usos, así como la necesidad de recurrir a soluciones transitorias en campos como la movilidad con el gas natural.
- No todos los países se encuentran en las mismas condiciones en el momento de partida. Una transición mal diseñada, o que imponga ritmos o condiciones duras, puede perjudicar notablemente a unos frente a otros. No se pueden imponer –ni aceptar– mecánicamente obligaciones u objetivos igualitarios a países con condicionantes distintos.
- Una transición energética consensuada y bien diseñada desde el punto de vista regulatorio reducirá al mínimo los costes derivados del proceso. La transición implica costes considerables, que solo podrán ser mitigados con una atención permanente a su desarrollo para evitar desviaciones o impactos no deseados.
- La transición es también una oportunidad para el desarrollo industrial si se plantea como un objetivo esencial de la misma, pero siendo conscientes de los sectores o actividades en los que cada uno tiene posibilidades reales de ocupar un espacio de liderazgo y competitividad.
- Entre las opciones de políticas energéticas, lo sensato es elegir y primar aquellas que tengan un impacto más positivo sobre la industria (y también el em-



pleo). En el marco de una política (urgente) de reindustrialización, esta orientación puede jugar un papel clave y debe ponerse el acento en ello.

- España es el país europeo que más esfuerzo económico ha realizado en la penetración de energías renovables, teniendo además unas emisiones de GEI por habitante notablemente por debajo de la media europea. Tal y como se ha visto en las experiencias internacionales, cada país debe diseñar una transición energética en función de su punto de partida evitando enfoques *one size fits all*, esto es, de talla única.

b) Eficiencia económica

La transición se debe apoyar en la eficiencia económica, de manera que cada agente vea reflejado en el precio el coste que impone su decisión, y en la competitividad:

- **Limpieza de factura eléctrica.** Los precios deben enviar señales eficientes a los mercados. La mitad de lo que pagan hoy los consumidores eléctricos son tributos y cargos que no tienen relación con el coste del suministro de energía (costes de producción de electricidad y de las redes de transporte y distribución, para hacer llegar la electricidad hasta el consumo).
- **Reforma de la fiscalidad energética y medioambiental.** Se requieren señales tarifarias y fiscales eficientes que guíen las decisiones de inversores y consumidores. Es el momento de ordenar los impuestos sobre la energía para generar un esquema de incentivos alineado con el proceso de descarbonización
- **Industria.** Dado que hay industrias que compiten en mercados donde no existe un compromiso climático, es preciso mantener las provisiones de asignación gratuita de derechos a dichas industrias.
- **Mínimo coste de desarrollo.** Las nuevas incorporaciones de renovables se deberán realizar mediante subastas que permitan desarrollar las nuevas instalaciones al menor coste posible en cada momento, teniendo en cuenta la dimensión de las instalaciones y el aprovechamiento de las economías de escala.
- **Máxima utilización de activos** actualmente existentes en el sector energético para minimizar costes. Es preciso evitar deshacerse ahora de ciertos activos que ayudan a cumplir el objetivo pretendido de reducción de emisiones y tienen costes de generación relativamente bajos, además de aportar firmeza y regulación primaria al sistema. Nos referimos a las centrales nucleares en funcionamiento, con nulas emisiones de CO₂; a los ciclos combinados, necesarios



para aportar firmeza y flexibilidad al sistema eléctrico como red de seguridad última del suministro; a las redes de gas para el suministro de energía necesario en procesos industriales y para atender las necesidades de climatización en lugar de otros combustibles más emisores, y a aquellas plantas de carbón que, a bajos niveles de utilización, puedan aportar flexibilidad, firmeza y precio al sistema en situaciones puntuales.

- **Almacenamiento.** Hasta que las baterías alcancen un grado de desarrollo tecnológico suficiente, el bombeo se postula como la mejor manera de almacenar energía, aunque su potencial es limitado.
- **Generación distribuida.** Penetración eficiente de renovables en la generación eléctrica, atendiendo a factores como dimensión de las plantas, impacto en la gestión y pérdidas en las redes, y análisis coste-beneficio para soluciones locales o aisladas.
- **Carburantes líquidos.** Es previsible que no se pueda prescindir de los derivados del petróleo durante bastante tiempo. En este terreno, la principal línea de actuación es fomentar la mejora de eficiencia de los nuevos motores, mientras se avanza en el desarrollo de soluciones eléctricas puras o híbridas.
- **Gas natural.** Además de su aportación a la generación de electricidad en los ciclos combinados, el gas natural es insustituible a corto plazo en no pocos usos. El gas natural vehicular (GNV) es una solución en la transición hacia el vehículo eléctrico, especialmente en nichos como las flotas urbanas de camiones y autobuses, el transporte por mercancías de largo recorrido y el transporte marítimo.
- **I+D.** El apoyo a la I+D deberá centrarse en aquellos sectores y tecnologías en los que la industria española pueda jugar un papel relevante a largo plazo, con una orientación clara a resultados. La posesión de esas tecnologías dará una ventaja estratégica a los países que sean capaces de dominarlas. En un proceso de cambio como el que se avecina, las estrategias industriales son tan importantes como las energéticas, de forma que unos países serán dominadores de tecnologías clave y otros serán simples compradores de las mismas. España puede tener un papel en el desarrollo industrial de algunas de esas tecnologías, pero no en todas, ni a cualquier precio. En un contexto de baja industrialización, el análisis de esta cuestión es tan importante como los aspectos ambientales o estrictamente políticos de la transición.
- Las **redes** tendrán un papel muy relevante en la transición, pues son el elemento clave para soportar el mercado y gestionar unos sistemas de generación/suministro y consumo de complejidad creciente. Es necesario dedicar



atención al diseño de su remuneración para incentivar las inversiones eficientes a largo plazo y apoyar el desarrollo tecnológico en este terreno.

c) Gobernanza, regulación, fiscalidad, el papel del Estado

La transición energética va a requerir un exigente proceso de toma de decisiones en las que habrá que combinar rigor técnico, consenso político, acierto regulatorio e implicación de los actores llamados a tener mayor responsabilidad.

En nuestro país, la situación de dispersión competencial, conflictividad jurídica crónica, tensión entre los órganos con potestades regulatorias y obstáculos en el normal proceso de interlocución entre los diferentes actores, hace muy difícil pensar en que pueda acometerse un proceso de esta naturaleza y de este alcance en el actual marco institucional, siguiendo prácticas en la toma de decisiones que no parecen satisfacer a ninguna de las partes.

La previsible consolidación en el modelo político español de una fragmentación notable en el sistema de partidos exigirá un esfuerzo muy singular de diálogo y acuerdo entre las fuerzas políticas que, entre otras finalidades, asegure la eficacia en la puesta en marcha de las medidas que habrán de adoptarse. Un proceso de transformación como el que hay que abordar, que entre otras cosas exige importantes inversiones y reparto de esfuerzos y costes, no puede permitirse la percepción de que aumenta el riesgo regulatorio o la inseguridad jurídica.

Por ello, hay que considerar que la cuestión de la gobernanza en su sentido más amplio es esencial y debe estar presente en la reflexión sobre este trascendental desafío.

- Es esencial delimitar el papel del Estado en la transición. La experiencia de diversos países muestra mejores resultados y menores costes en los casos en que las políticas de transición se han apoyado en el sector privado y en mecanismos de mercado, y mayores en los casos de mayor intervención estatal.
- La trascendencia del proceso que se pone en marcha y su transversalidad (afecta a materias de distintos ámbitos cuyas competencias corresponden, en muchos casos, a las Comunidades Autónomas) invita a designar una Vicepresidencia o departamento gubernamental que se encargue de coordinar eficazmente y en algún caso asumir las competencias implicadas y que permita una evaluación permanente y sencilla del proceso. El acuerdo político estaría llamado a garantizar la permanencia de este organismo en el tiempo.
- El sistema de gobernanza debe tener en cuenta el papel del sector privado de la economía y prestar atención prioritaria a los costes y a los riesgos del proceso. De-



berá ser simple, sencillo y de mínimo coste (no crear más instituciones que las imprescindibles y establecer con claridad las funciones de cada parte en coordinación con el departamento gubernamental responsable).

- Si se decide crear una agencia para la transición energética, o algún organismo de este carácter, debe evitarse la duplicación de funciones con otros organismos ya existentes o con departamentos ministeriales, y costes administrativos innecesarios. También aquí hay que aplicar el principio de no incrementar los costes del sistema.
- Las inversiones que habrá que hacer son muy cuantiosas. La estabilidad jurídica y regulatoria es esencial para atraer el capital necesario. Cualquier fallo en este sentido tendrá consecuencias fatales.
- Por otra parte, es preciso apoyar la utilización de los activos ya existentes para evitar despilfarros inversores, impropios de una buena administración de los asuntos comunes. La ampliación de la vida de las centrales nucleares es un caso paradigmático.
- La fiscalidad energética necesita una profunda revisión como parte del proceso de transición, definiendo rigurosamente los hechos imposables, evitando excesos fiscales y distorsiones de los precios finales.

d) El diseño de la transición

- En el análisis de los escenarios previo a la definición de políticas, es esencial disponer de análisis prospectivos de inversiones, costes, tecnologías y precios de la energía, así como de los impactos en otros sectores y en el empleo. No parece sensato iniciar el diseño de políticas o la redacción de textos legales sin un conjunto de estudios sólidos y libres de sesgos y apriorismos.
- Los datos evidencian que el sector eléctrico es el que está haciendo mayor esfuerzo por poder incorporar renovables. El éxito de la transición energética pasa por alcanzar un aporte más equilibrado del resto de sectores energéticos implicados en la descarbonización de la economía.
- La penetración creciente de generación eléctrica renovable puede dar lugar a situaciones de precios bajos durante largos períodos de tiempo que impidan recuperar los costes completos de los operadores, lo que es una razón más –y poderosa– para revisar el diseño de los mercados energéticos.
- Es necesario completar los actuales mercados de energía, tanto a corto como a medio plazo, con mercados de capacidad que den una señal a la inversión en



el medio y largo plazo, para crear un mercado eléctrico más flexible que promueva la integración de las energías renovables, que permita a todas las tecnologías recuperar los costes completos y retribuya adecuadamente a la potencia firme y flexible por su aportación a la seguridad de suministro. Esta transición a nuevos mercados debe realizarse de manera ordenada y consensuada con el sector.

- En estos nuevos mercados, las energías renovables deberían poder participar sin más limitaciones que las que se derivan de su intermitencia y de su capacidad de proporcionar o no energía de regulación. En este sentido, será preciso implantar mecanismos de cierre o hibernación temporal de centrales en los momentos en que un exceso de potencia dé lugar a la baja utilización de una parte del parque generador, combinando la reserva de potencia necesaria por motivos de seguridad con compensaciones a los operadores que mantengan esta infrautilización de las centrales, ya sea por hibernación temporal o por su función de respaldo.
- El debate sobre la transición y, en especial, sobre sus riesgos, debe ser abierto, libre de corrección política y de autocensura. Los errores en el diagnóstico tendrán costes y consecuencias a muy largo plazo.

Referencias bibliográficas

- Agencia Internacioanl de la Energía** (2017). *World Energy Outlook 2017*. <https://www.iea.org/weo2017/>
- Boston Consulting Group/Prognos** (2018). “Klimapfade für Deutschland”. https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2018/Januar/Klimapfade_fuer_Deutschland_BDI-Studie_/Klimapfade-fuer-Deutschland-BDI-Studie-12-01-2018.pdf
- Capros, P. et al.** (2017). “The EU energy system towards 2050: The case of scenarios using the PRIMES model”. *Innopath*. <http://www.innopath.eu/2017/08/10/the-eu-energy-system-towards-2050-the-case-of-scenarios-prepared-for-the-clean-energy-for-all-europeans-package-using-the-primex-model/>
- Comisión Europea** (2007). “Comunicación de la Comisión al Consejo Europeo y al Parlamento Europeo sobre una política energética para Europa”. COM(2007) 1 final. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52007DC0001&from=ES>
- Cherp, A. et al.** (2017). “Comparing electricity transitions: A historical analysis of nuclear, wind and solar power in Germany and Japan”.



Energy Policy No. 101. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030142151630595X>

- CEER** (2013). *Status Review of Renewable and Energy Efficiency Support Schemes in Europe* (25-6-2013). <https://www.ceer.eu/documents/104400/-/-/fb65b156-71a6-b717-a3ec-585b138aa3ae>
- Deloitte** (2016). “Un modelo energético sostenible para España 2030-2050”.
- Deloitte** (2018). “Una transición inteligente para un modelo energético sostenible para España en 2050: la eficiencia energética y la electrificación”.
- Enerdata** (2014). *Costs and Benefits to EU Member States of 2030 Climate and Energy Targets*. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/285505/costs_benefits_eu_states_2030_climate_and_energy_targets_enerdata_report.pdf
- EPRI** (2016). “Residential Off-Grid Solar + Storage Systems: A Case Study Comparison of On-Grid and Off-Grid Power for Residential Consumers”. <https://www.epri.com/#/pages/product/3002009150/>
- European Climate Foundation** (2010). *2050 roadmap*. http://www.roadmap2050.eu/attachments/files/Volume1_fullreport_Press-Pack.pdf
- Fundación FAES** (2017). “La transición energética alemana. Una lucha titánica entre políticas y mercados”, *Papeles FAES* No. 199 (6-4-2017). <http://www.fundacionfaes.org/en/news/46377/the-german-energiewende-a-textbook-case-of-policies-fighting-markets>
- Fundación FAES** (2015). “El ‘consumidor generador’: implicaciones del autoconsumo en el sistema eléctrico”, *Papeles FAES* No. 178 (17-2-2015). http://www.fundacionfaes.org/file_upload/news/pdfs/20150217130925.pdf
- Fundación FAES** (2014). “Fiscalidad energética en España: situación actual y propuestas de reforma”, *Papeles FAES* No. 174 (22-4-2014). http://www.fundacionfaes.org/file_upload/news/pdfs/20140422170526.pdf
- Fundación FAES** (2013). *Propuestas para una estrategia energética nacional*. Informe Estratégico FAES, Edición 2013. http://www.fundacionfaes.org/file_upload/news/pdfs/20131014142532.pdf
- Haucap, J., Loebert, I., Thorwarth, S.** (2016). “Kosten der Energiewende. Untersuchung der Energiewendekosten im Bereich der Stromerzeugung in den Jahren 2000 bis 2025 in Deutschland”, *DICE Consult*.
- HM Government** (2009). *The UK Low Carbon Transition Plan*. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/228752/9780108508394.pdf
- IRENA** (2017). *Perspectives for the energy transition: Investment needs for a low-carbon energy system*. <http://www.irena.org/publications/2017/Mar/Perspectives-for-the-energy-transition-Investment-needs-for-a-low-carbon-energy-system>
- Jenkins, J., Thernstrom, S.** (2017). “Deep decarbonization of the Electric Power Sector. Insights from recent literature”. <http://innovationreform.org/wp-content/uploads/2017/03/EIRP-Deep-Decarb-Lit-Review-Jenkins-Thernstrom-March-2017.pdf>
- Linares, P. et al.** (2017). “Escenarios para el sector energético en España 2030-2050, *EforEnergy*.”
- Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital** (2017). *Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2017-2020*.



Olabe, A. et al. (2017). “Hacia un nuevo orden mundial de la energía”. *Real Instituto Elcano, Documento de trabajo 12/2017* (8-11-2017). http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano_es/contenido?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/elcano/elcano_es/zonas_es/dt12-2017-olabe-gonzalezeguino-ribera-hacia-nuevo-orden-mundial-energia

Presidencia del Gobierno (2015). *Estrategia de Seguridad Energética Nacional 2015*. <http://www.dsn.gob.es/es/estrategias-publicaciones/estrategias/estrategia-seguridad-energ%C3%A9tica-nacional>

Progressive Policy Institute (2016). “Long Term Carbon Policy: the great Swap”. *Policy memo*. <http://www.progressivepolicy.org/publications/long-term-carbon-policy-great-swap/>

Ronbinson, D. (2017). “Fiscal Policy for decarbonisation of Energy in Europe”. *Oxford Institute for Energy Studies*. <https://www.oxfordenergy.org/wpcms/wp-content/uploads/2017/09/Fiscal-policy-for-decarbonization-of-energy-in-Europe-EL-25.pdf>

Stern, J. (2017). “Challenges to the Future of Gas, unburnable or unaffordable?” *Oxford Institute*. <https://www.oxfordenergy.org/publications/challenges-future-gas-unburnable-unaffordable/>

The White House (2017). *National Energy Strategy of the United States of America*.

faes
FUNDACIÓN

Suscripción a Cuadernos de Pensamiento Político:
<http://www.fundacionfaes.org/pay/confirmBuy?id=6424>
Suscripción a la newsletter:
www.fundacionfaes.org/es/newsletter

C/ Ruiz de Alarcón, 13
28014 Madrid
Tlf 915 766 857
info@fundacionfaes.org
fundacionfaes@fundacionfaes.org

DONACIONES

Multimedia

