

# La transición energética en España

**Luis Rey y Mikel González Eguino**

Basque Centre for Climate Change (BC3), Basque Foundation for Science (Ikerbasque), Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

## 1. Introducción

La necesidad de minimizar los riesgos derivados del cambio climático ha hecho que la transición energética sea uno de los retos más urgentes a nivel global. Tras el acuerdo de París en 2015, se fijó el objetivo de limitar el aumento de la temperatura media global por debajo de los 2 °C respecto de los niveles preindustriales y, para ello, es imprescindible la descarbonización del sistema energético. A nivel global, la Unión Europea (UE) se ha erigido como el principal líder en la transición energética y se ha marcado el objetivo de ser el primer continente en alcanzar la neutralidad climática antes de 2050. En este contexto, España se encuentra en pleno proceso de transformación de su sistema energético con el fin de hacerlo menos dependiente de los combustibles fósiles y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

En los últimos años España ha conseguido sus mayores avances en la transición energética gracias al despliegue de las energías renovables en el sector eléctrico. En pocos años se ha conseguido que más de la mitad de la generación eléctrica se realice mediante el uso de fuentes renovables. Además, se ha logrado que el consumo de carbón, el combustible fósil más contaminante, sea prácticamente marginal. Esto ha permitido que el peso de los combustibles

fósiles en el consumo de energía primaria se haya ido reduciendo hasta alcanzar el 69 % en 2023, cuando en 2005 estaba cerca del 84 %. El abandono progresivo de los combustibles fósiles ha tenido efectos positivos sobre las emisiones de GEI. En el periodo 2005-2023 las emisiones se redujeron un 37 %, es decir, a un ritmo del 2,5 % de media anual.

Sin embargo, y a pesar de los avances en los últimos años, el reto sigue siendo mayúsculo. España se ha comprometido a reducir las emisiones de GEI un 32 % para 2030 con respecto a las de 1990 y alcanzar la neutralidad climática antes de 2050. En 2023 las emisiones eran todavía un 4 % inferiores a las de 1990. Además de seguir avanzando en la descarbonización del sistema eléctrico, España necesita acelerar la reducción de emisiones en otros sectores como el transporte y los edificios. Para ello, es imprescindible seguir avanzando en mejorar la eficiencia energética y que la penetración de las energías renovables se extienda a todos los sectores de la economía. La evolución de las emisiones del sector transporte es de particular preocupación. En la última década las emisiones del transporte no sólo no han disminuido, sino que han aumentado más de un 10 %.

El objetivo de este informe es poner un poco de luz sobre la transición energética en España. Para ello, analizamos la evolución del consumo energético y las emisiones de GEI desde distintos puntos de vista. Además, en la medida de lo posible, explicamos las causas detrás de los cambios que se han producido en los últimos años. Todo ello para comprender la situación en la que se encuentra actualmente España y poder prepararnos para los retos futuros.

El artículo está dividido en las siguientes secciones. En la sección 2 se presenta el contexto internacional en el que se está desarrollando la transición energética en España. La sección 3 muestra la evolución del consumo de energía primaria y final, haciendo especial énfasis en el sector eléctrico. También se presenta la variación de los precios energéticos en los últimos años. En la sección 4 analizamos la evolución de las emisiones de GEI y los principales factores explicativos. En la sección 5 valoramos los principales retos de la transición energética en los próximos años.

## 2. Contexto

El contexto internacional es imprescindible para entender la evolución del consumo energético y las emisiones de GEI en España. En los últimos años hemos visto cómo la pandemia de la covid-19 o la crisis energética derivada de la invasión rusa de Ucrania han tenido enormes repercusiones sobre el sistema energético. Años atrás, la crisis financiera global de 2007-2008, también tuvo importantes efectos sobre la demanda energética en España.

Pero más allá de aspectos coyunturales, los acuerdos internacionales y las políticas implementadas desde la Unión Europea (UE) marcaron el paso de la transición energética en España, al menos durante un tiempo. El Acuerdo de París alcanzado en 2015 supuso un hito en

la lucha internacional contra el cambio climático. En este tratado se estableció el objetivo de limitar el aumento de la temperatura media global por debajo de los 2 °C respecto de los niveles preindustriales y hacer esfuerzos por evitar que supere el 1,5 °C. En línea con los objetivos del Acuerdo de París, la UE se comprometió a alcanzar la neutralidad climática antes de 2050. También se revisaron los objetivos a medio plazo y, así, el objetivo de 2014 («Paquete de Energía y Clima para 2030») de reducir las emisiones un 40 % para 2030 con respecto de los niveles de 1990, fue actualizado y aumentado en 2019 hasta el 55 %. Para alcanzar este objetivo, en 2021 la Comisión Europea presentó un conjunto muy amplio de propuestas legislativas, conocidas con el nombre de «Fit for 55», que revisaba e introducía numerosas Directivas y Reglamentos.

Más recientemente, tras la crisis energética de 2022, la Comisión Europea presentó el «Plan REPowerEU», con el que se pretendía reducir rápidamente la dependencia de los combustibles fósiles rusos y acelerar la transición energética. Tanto el «Fit for 55» como el «Plan REPowerEU» han permitido incrementar la ambición europea en materia de energías renovables y eficiencia energética. Por ejemplo, el objetivo en materia de energías renovables pasó del objetivo del 32 % establecido en 2019 (Directiva RED II), al 40 % con el «Fit for 55» y al 45 % con el REPowerEU. La reducción de la dependencia energética y el aprovechamiento de reducción de los costes de las renovables explican este aumento tan significativo. Pueden consultarse más detalles sobre estos paquetes en el primer artículo del presente número.

Para que la UE alcance sus objetivos y las políticas energéticas y climáticas se implementen de manera coherente y coordinada, en 2018 se aprobó el Reglamento de Gobernanza de la Unión de la Energía. En base a este Reglamento, en 2019 los Estados miembros tienen la obligación de elaborar y presentar un Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) para el periodo 2021-2030, que ha de ser revisado periódicamente. El PNIEC define los objetivos de reducción de emisiones de GEI, de penetración de energías renovables y de eficiencia energética, así como las líneas de actuación y la estrategia que cada estado miembro va a llevar a cabo para alcanzar dichos objetivos. Los objetivos del PNIEC no pueden revisarse a la baja.

Otro hito relevante en España fue la aprobación en mayo de 2021 de La Ley de Cambio Climático y Transición Energética de España. La ley establece el marco normativo, los objetivos y medidas y, por primera vez con rango de ley, se establece el compromiso de alcanzar la neutralidad climática antes de 2050. Los objetivos intermedios a 2030 incluidos en la ley son los establecidos en la primera versión del PNIEC, una reducción de emisiones del 23 % con respecto a 1990.

Al igual que el resto de Estados miembros, en 2019 España presentó el PNIEC, como exige el Reglamento Europeo, y en 2024 lo actualizó. La actualización del PNIEC se realizó en un contexto muy distinto al de 2019. En este corto periodo de tiempo el panorama energético cambió como consecuencia de la pandemia de la covid-19 y la crisis energética derivada de la invasión de Ucrania. Además, la Ley Europea sobre el Clima, aprobada en 2021, incrementó la ambición climática a nivel europeo.

En consonancia con el contexto europeo, la actualización del PNIEC del 24 de septiembre de 2024 establece los siguientes objetivos para 2030:

- 32 % de reducción de emisiones de GEI con respecto a las de 1990.
- 48 % de renovables sobre el uso final de la energía.
- 43 % de mejora de la eficiencia energética sobre el uso final de la energía con respecto las proyecciones de un escenario de referencia sin medidas.
- 81 % de energía renovable en la generación eléctrica.
- Reducción de la dependencia energética hasta el 50 %.
- 42 % de reducción de las emisiones de los sectores difusos y un 70 % de los sectores bajo el comercio de derechos de emisión con respecto a 2005.
- Aumentar la tasa de electrificación de nuestra economía al 35 %.

### 3. Evolución del consumo energético

En este apartado analizamos la evolución del consumo energético en España en los últimos años. Para ello dividimos esta sección en cuatro apartados. En primer lugar, hablamos de la energía primaria, es decir, la energía disponible en la naturaleza antes de ser transformada en energía final. Luego analizamos la energía final y cómo ha evolucionado su consumo en los distintos sectores de la economía. En tercer lugar, nos centramos en el sector eléctrico, dada su relevancia para la transición energética. Finalmente, acabamos con la evolución de los precios de las principales fuentes de energía.

A grandes rasgos, la evolución del consumo energético se explica por un aumento importante desde 1990 gracias al aumento de la población y de la actividad económica que llegó a su punto máximo en el inicio de la crisis financiera de 2007-2008. Más recientemente la pandemia de la covid-19 en 2020 y la crisis energética en 2022 son los hechos más influyentes en el consumo de energía de los últimos años. Estos eventos tuvieron un impacto negativo sobre la actividad económica y, en consecuencia, sobre la demanda de energía. Además, la respuesta a la pandemia de la covid-19 también tuvo una fuerte repercusión sobre la movilidad, lo que hizo reducir el consumo de combustibles fósiles asociados al transporte, aunque temporalmente.

#### 3.1. Energía primaria

En 2023 el consumo de energía primaria en España fue de 116.969 ktep (Figura 1). Los datos históricos muestran que el consumo aumentó de forma casi continuada hasta la crisis financiera de 2007-2008 y desde ese año la tendencia ha ido a la baja. En el periodo 2005-2023 el consumo de energía primaria se redujo en un 19 %, aunque no estuvo exento de

fluctuaciones debido al contexto socioeconómico. Este dato supone una caída del 0,6 % de media anual, un porcentaje significativo, pero por debajo del ritmo de reducción fijado en el PNIEC. Si se quiere seguir la senda fijada en el PNIEC, el porcentaje de reducción anual de energía primaria tendrá que aumentar al 1,7 % hasta 2030.<sup>1</sup>

La caída del consumo energético se ha dado en un contexto de ligero crecimiento económico y poblacional, por lo que la intensidad energética y el consumo per cápita<sup>2</sup> se han reducido de forma más pronunciada. Entre 2005 y 2023 el Producto Interior Bruto (PIB) de España creció un 1 % de media anual, por lo que la intensidad energética en este periodo se redujo en casi un 33 %. De igual forma, el menor consumo energético junto al crecimiento poblacional hizo que en 2023 el consumo de energía primaria per cápita fuera un 27 % menor al de 2005.

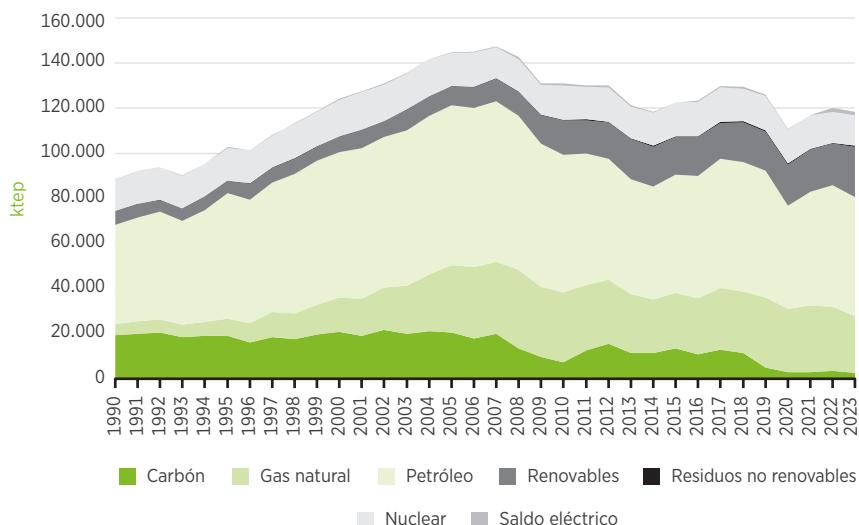
El crecimiento del consumo de energía primaria en el periodo 1990-2005 se explica principalmente por el aumento en el consumo de petróleo y gas natural. El consumo de gas natural, que en 1990 era minoritario, se multiplicó por 5 en 2005, mientras que el consumo de petróleo creció un 61 %. En ese mismo periodo el carbón, la nuclear y las renovables apenas contribuyeron al aumento de la energía primaria. Desde 2005, el hecho más significativo es el aumento de las renovables en detrimento del carbón, mientras el consumo del resto de energías primarias se ha mantenido relativamente estable. En 2023 las renovables representaron el 19 % del mix energético primario, cuando en 2005 no llegaban al 6 %. Por el contrario, el carbón ha ido perdiendo peso paulatino en las últimas décadas y en 2023 apenas representó el 2,4 % del mix, influenciado por cambios en la política energética, los compromisos medioambientales a nivel europeo y el avance de energías renovables. Este proceso culminó con el acuerdo para el cierre de las minas de carbón de 2018 y posteriormente con el de cierre de la mayoría de las centrales termoeléctricas de carbón. Este proceso ha estado marcado por Plan de Acción Urgente para las Comarcas Mineras (2019) y los Acuerdos de Transición Justa en las zonas afectadas que ha tenido como fin facilitar la transición, promoviendo la reorientación laboral y económica en las regiones afectadas por el declive de esta industria.

En el caso de las centrales de carbón España ha acelerado el cierre de sus centrales de carbón como parte del compromiso con la reducción de emisiones y la transición energética, el incremento de los estándares ambientales y los precios de los derechos de emisión de CO<sub>2</sub> y auge de las renovables. En 2020, ocho centrales con una capacidad total de aproximadamente 5,9 GW cesaron su actividad. En la actualidad solo quedan operativas cuatro plantas, con una capacidad conjunta de 2 GW. En todo caso, la participación del carbón en la generación eléctrica es residual ya que ha pasado del 20 % en 2015 a menos del 2 % en los últimos años.

<sup>1</sup> En el escenario PNIEC 2023-2030 el consumo de energía primaria sería de 103.962 ktep en 2030.

<sup>2</sup> La intensidad energética se define como el consumo de energía por unidad de PIB. El consumo per cápita es el consumo de energía por habitante.

**Figura 1.**  
**Consumo energía primaria (1990-2023)**  
 Fuente: OTEA y MITECO.



### 3.2. Energía final

La evolución del consumo de energía final ha sido muy similar al de la energía primaria (Figura 2). Hasta la crisis financiera de 2007-2008 el consumo aumentó de forma casi ininterrumpida y desde entonces hay una cierta tendencia a la baja. En 2023 el consumo de energía final en España fue de 81.519 ktep<sup>3</sup>, un 45 % superior al de 1990 y un 16 % inferior al de 2005. Sin embargo, en los últimos años, al contrario de la energía primaria, el consumo de energía final apenas ha bajado.<sup>4</sup> De hecho, desde 2015 el consumo de energía final ha aumentado un 2 %. Teniendo en cuenta que en el escenario de descarbonización del PNIEC se estima que el consumo de energía final sería de 71.709 ktep en 2030, en los próximos años tendría que disminuir más de un 1,8 % de media anual.

El mix de la energía final no ha sufrido grandes variaciones en los últimos años. En 2022, último año del que se disponen datos, los productos petrolíferos representaban el 51,7 % del consumo de energía final, dato ligeramente superior al de 2015. La segunda fuente de energía en importancia es la electricidad, que ha perdido algo de peso en el mix energético, ya que ha pasado de representar el 25 % en 2015 al 23,7 % en 2022. El consumo de gas natural apenas ha variado estos últimos años, mientras que las energías renovables contabilizaron el 8,4 % del total en 2022, aumentando en más de un punto porcentual desde 2015.<sup>5</sup> Si consideramos la energía renovable que se utiliza en la generación eléctrica, su contribución al uso de energía

<sup>3</sup> La energía final es la energía total consumida por los usuarios finales. Excluye los consumos no energéticos y la energía consumida por el sector energético. Para ser consistentes con el PNIEC, incluimos el consumo energético de la aviación internacional.

<sup>4</sup> Este hecho se explica por cómo se contabiliza la energía primaria en el caso de las energías renovables (se considera igual a la energía final). Al aumentar la proporción de renovables frente a los fósiles, la energía primaria desciende automáticamente con respecto a la final.

<sup>5</sup> Hay que tener en cuenta que se refiere a la energía renovable de consumo final y, por tanto, no se contabiliza la energía renovable para la producción eléctrica.

final fue del 23,8 % en 2023. Aunque este dato representa un gran avance, todavía queda un largo camino hasta alcance el objetivo del 48 % para 2030 fijado en el PNIEC.

Por sectores, el transporte se mantiene como el sector que más energía final consume (Figura 2). En 2022, el 44 % de la energía final se destinó al transporte, cuya principal fuente de energía son los productos petrolíferos. A excepción del año 2020, cuando la pandemia de la covid-19 limitó la movilidad en España, el consumo de energía final en el transporte ha aumentado todos los años desde 2015. La industria es el segundo sector en términos de consumo de energía (22 % del total). Además de por la pandemia de la covid-19, la industria se vio particularmente afectada por la crisis energética de 2022. El fuerte aumento del precio del gas natural fue un factor decisivo para que el consumo de energía en la industria se redujera un 11 % en 2022 con respecto al año anterior. Dadas las fuertes fluctuaciones de los últimos años, es difícil encontrar una tendencia clara en el consumo energético en la industria. El consumo energético de los hogares sí parece mostrar una cierta tendencia a la baja. Aunque también se ha visto afectado por las fluctuaciones de los últimos años, el consumo en 2022 era un 6 % inferior al de 2005 y un 4 % inferior al de 2015. Por el contrario, el consumo energético en el sector comercial y público mostró una clara tendencia al alza hasta 2019, cuando había crecido un 9 % con respecto a 2015. La pandemia de la covid-19 y la crisis energética de 2022 consiguieron detener este crecimiento.

A pesar de que el consumo de energía final no se ha reducido desde 2015, el ligero crecimiento económico ha permitido que en 2023 la intensidad de la energía final fuera un 11 % inferior a la de 2015. Una de las cuestiones más relevantes es entender si este descenso en la intensidad energética se ha debido a mejoras en la eficiencia energética<sup>6</sup> o a cambios en la estructura económica del país.<sup>7</sup> Aunque esta pregunta es muy compleja y va más allá del objetivo de este informe, algunos datos nos pueden ayudar a entender un poco esta cuestión. Según la base de datos de ODYSSEE<sup>8</sup>, el índice de eficiencia energética pasó de 93,7 en 2005 a 79,4 en 2015 y 74,8 en 2021. Las mejoras en eficiencia energética se han dado en todos los sectores energéticos, pero principalmente en los hogares. A pesar del aumento poblacional y el mayor número de aparatos electrónicos por hogar, las mejoras en eficiencia energética han conseguido que el consumo energético en los hogares no crezca en los últimos años. Los datos de ODYSSEE también muestran avances en eficiencia energética en el transporte, industria y servicios.

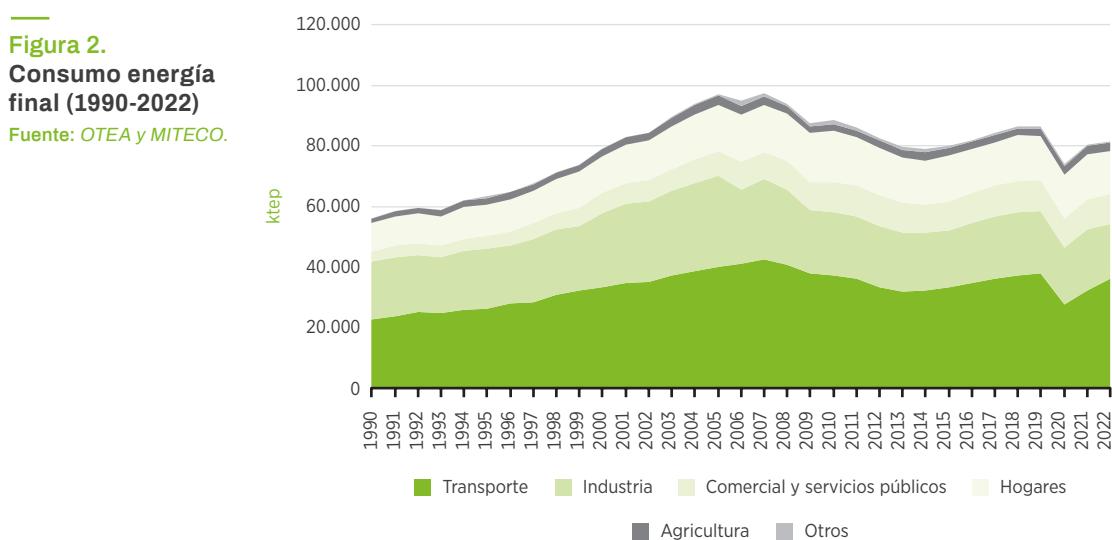
Por otro lado, parece que la actividad económica se ha orientado hacia aquellos sectores menos intensivos en energía. Los datos de Valor Añadido Bruto (VAB) confirman que la industria manufacturera no ha crecido desde 2005 y su peso relativo se ha reducido en 3 puntos porcentuales. Además, algunas industrias intensivas en energía como la química (CNAE 20) y otros productos minerales no metálicos (CNAE 23) han reducido su VAB en los últimos años.

<sup>6</sup> Las mejoras en eficiencia energética permiten reducir consumo energético proporcionando los mismos productos y servicios.

<sup>7</sup> Un cambio en la estructura económica puede hacer que las actividades más intensivas en energía, como la industria, pierdan peso en la economía y así se reduzca la intensidad energética.

<sup>8</sup> Más información en: <https://www.indicators.odyssee-mure.eu/energy-efficiency-database.html>

Por otra parte, los servicios, sector poco intensivo en energía, ha ganado peso en la economía española y en 2023 generó el 75 % del VAB total. Por tanto, los datos indican que tanto la eficiencia energética como la estructura económica han podido contribuir a reducir la intensidad energética, aunque no podemos cuantificar la importancia de cada uno de estos factores.



### 3.3. Sector eléctrico

La electricidad se presenta como una fuente de energía clave en la transición energética y la descarbonización de España. En los próximos años la electricidad debería ir sustituyendo a los combustibles fósiles en ámbitos como el transporte, la industria y los edificios. De hecho, el PNIEC espera que la demanda eléctrica aumente un 34 % en esta década y, así, la electrificación<sup>9</sup> llegue al 35 % en 2030. Además, para ese año el 81 % de la generación eléctrica debería provenir de fuentes renovables.

En los últimos años la fuerte penetración de las energías renovables ha transformado el sector eléctrico. En apenas 15 años, el peso de las renovables ha pasado del 20 % al 50 % en la generación eléctrica (Figura 3). Este gran salto se ha dado gracias a la energía eólica y la solar fotovoltaica, cuya capacidad instalada ha pasado de 13,5 GW y 0,6 GW en 2007 a 30,8 GW y 25,1 GW en 2023, respectivamente. Así, la energía eólica se ha convertido en la principal fuente de generación eléctrica, representando el 21,7 % del total en 2023. La solar fotovoltaica ha tardado más en despegar, pero desde 2019 su crecimiento ha sido espectacular. En los últimos 5 años se instalaron más de 20 GW, gracias a los cuales la solar fotovoltaica generó el 13 % de la electricidad en 2023.

<sup>9</sup> La electrificación es el consumo de electricidad sobre el consumo total de energía final, excluyendo la aviación internacional.

El auge de las renovables ha permitido desplazar la generación eléctrica con combustibles fósiles, principalmente el carbón. En 2023 la generación eléctrica con carbón fue un 95 % inferior a la de 2007 y su peso en el mix eléctrico ya es marginal. El gas natural sigue jugando un papel importante en el sistema eléctrico, ya que permite compensar los momentos en los que las renovables no cubren la demanda. De todas formas, su peso ya no es tan importante como en los años de mayor penetración.

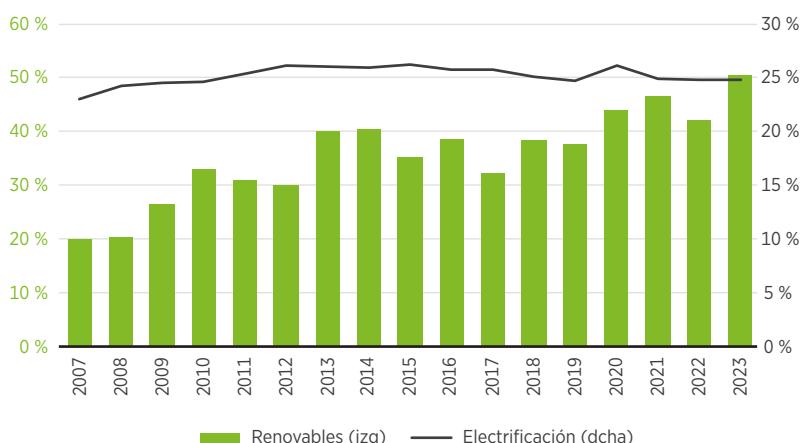
Por otro lado, la capacidad de la energía nuclear no ha sufrido grandes cambios por el momento, por lo que su contribución se ha mantenido bastante constante. En 2019, España contaba con siete reactores nucleares en operación, con una capacidad instalada total de aproximadamente 7,1 GW, que aportaban alrededor del 20 % de la electricidad generada en el país.

En todo caso, la contribución de la nuclear en España se espera que haya comenzado un proceso de reducción progresiva, aunque con una planificación a más largo plazo en comparación con las centrales de carbón. El proceso de cierre del parque nuclear en España comenzó en 2013 con la clausura de la central nuclear de Santa María de Garoña, la más antigua del país, que tenía una capacidad de 466 MW y operaba desde 1971. En 2019, y tras un acuerdo entre el gobierno y las empresas operadoras en el marco del PNIEC, se estableció un calendario de cierre gradual para las siete plantas restantes, a completarse en 2035. Según este plan, el primer reactor en cerrar será el de Almaraz I en 2027, seguido de Almaraz II en 2028 y sucesivamente el resto de las plantas hasta alcanzar el cierre definitivo de todas las instalaciones nucleares. Este proceso no estará ausente de debate ya que la discusión sobre la extensión de la vida útil de las centrales sigue activa.

La descarbonización del sector eléctrico no se ha visto acompañada por un mayor consumo eléctrico. Hasta 2008 la demanda eléctrica creció de forma considerable, pero desde ese año la tendencia ha sido a la baja. Así, en 2023 la demanda eléctrica fue un 13 % inferior a la de 2008. Esto ha hecho que la electrificación de la economía lleve estancada muchos años e incluso ligeramente a la baja (Figura 3). En 2023, la electricidad representó el 24,8 % del consumo de energía final, 10 puntos porcentuales menos del objetivo a 2030.

**Figura 3.**  
**Porcentaje de renovables y electrificación (2007-2023)**

Fuente: OTEA y MITECO.



### 3.4. Precios energéticos

Los precios energéticos son otro de los elementos clave para la transición energética. Por un lado, pueden servir como señal para desincentivar el uso de combustibles fósiles, pero por otro, unos precios energéticos demasiado altos pueden perjudicar la competitividad económica y el bienestar de los hogares, complicando la viabilidad de la transición energética. En este contexto, la eficiencia energética y el precio de la electricidad deberían jugar un papel fundamental. Las mejoras en eficiencia energética permiten reducir el uso de energía sin reducir la producción y el bienestar, haciendo a los hogares y a las empresas menos vulnerables a los cambios en los precios energéticos. De igual manera, a medida que avanza la electrificación, un precio de la electricidad bajo facilitará el abandono de los combustibles fósiles sin dañar la economía.

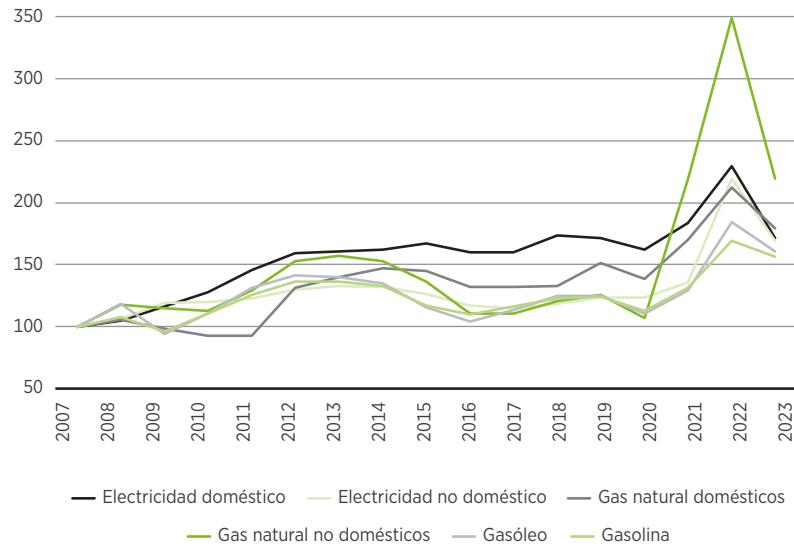
En España el diseño de los impuestos energéticos no ha tenido como objetivo la descarbonización. Además, según Eurostat, el tipo impositivo implícito sobre la energía<sup>10</sup> es alrededor de un 15 % inferior a la media de la UE27 y, desde 2015, el nivel se ha ido reduciendo. Por tanto, la evolución de los precios de los combustibles fósiles en los últimos años no ha estado tanto condicionada por la transición energética sino por aspectos de mercado y geopolíticos. Aunque varios grupos de expertos convocados por diferentes gobiernos han recomendado realizar una reforma fiscal energético-ambiental para elevar el peso de estos gravámenes y basarlos en el contenido de CO<sub>2</sub>, la reforma ha sido pospuesta en todas las ocasiones.

En este sentido, los cambios han venido más de la mano de la política europea. El precio de la electricidad sí que se ha visto influido por las políticas climáticas, ya que tanto la promoción de las renovables como el Régimen Europeo de Comercio de Emisiones (EU ETS) han jugado un papel importante en el mercado eléctrico. A partir de 2027, con la ampliación del EU ETS a los sectores del transporte y edificios, los combustibles fósiles se van a ver afectados por un impuesto implícito, que debería reflejarse en los precios finales.

Como hemos dicho, un precio de la electricidad bajo en relación a las alternativas fósiles sería beneficioso para la transición energética. Sin embargo, en los últimos años la evolución del precio eléctrico ha sido similar al de los combustibles fósiles (Figura 4). Desde 2007 los precios de las principales fuentes de energía han aumentado entre un 55 % y un 80 %, a excepción del gas natural para uso no doméstico, cuyo precio sufrió un fuerte crecimiento por la crisis energética de 2022. Los productos petrolíferos se vieron menos afectados por la crisis energética, por lo que el aumento de precio ha sido más moderado.

<sup>10</sup> El tipo impositivo implícito sobre la energía se calcula como los ingresos por impuestos energéticos entre el consumo final de energía. Los datos y más información se pueden obtener de [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ten00120/default/table?lang=en&category=t\\_env.t\\_env\\_eta](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ten00120/default/table?lang=en&category=t_env.t_env_eta)

**Figura 4.**  
**Evolución precios energéticos (base 2007=100)**  
 Fuente: OTEA y Eurostat.



## 4. Evolución de las emisiones de GEI

El análisis sobre la energía en la sección anterior nos permite una mejor comprensión de cómo las emisiones de GEI han variado en los últimos años. En esta sección nos centramos en las emisiones de GEI y analizamos su evolución desde distintos puntos de vista. En primer lugar, nos fijamos en las emisiones por sectores económicos. Luego realizamos un análisis de descomposición para ver la contribución de distintos factores en la variación de las emisiones. Acabamos la sección analizando la huella de carbono en España.

### 4.1. Emisiones de GEI por sectores

Al igual que el consumo energético, las emisiones de GEI en España comenzaron a caer con la crisis financiera de 2007-2008. Sin embargo, en 2012 se estabilizaron e incluso subieron ligeramente durante cinco años. En los últimos años la evolución ha sido muy volátil, aunque con una tendencia a la baja. Tras la fuerte caída en 2020 por la pandemia de la covid-19 y dos años de repunte, en 2023 volvieron a caer un 6,3 % con respecto al año anterior. El último dato disponible indica que las emisiones se situaron en 276 MtCO<sub>2</sub>eq en 2023.

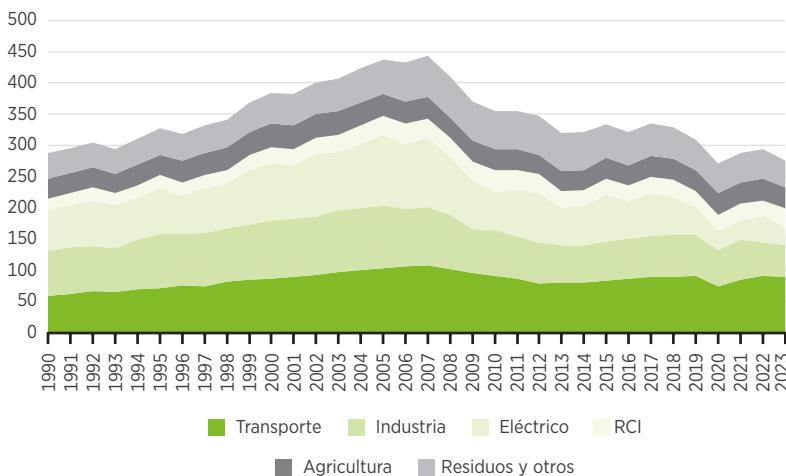
Tomando 1990 como año de referencia, en 2023 las emisiones fueron un 4 % inferiores. Dado que el PNIEC establece el objetivo de reducirlas un 32 % para 2030, las emisiones deberán caer un 4,9 % de media anual hasta ese año, un ritmo superior al observado en los últimos años. Entre 2015 y 2023 las emisiones cayeron un 2,3 % de media anual, y si tomamos 2019 como año de partida, la reducción fue del 2,9 % de media anual, lo que muestra la importancia de acelerar las políticas climáticas.

A nivel sectorial la evolución de las emisiones ha sido muy desigual (Figura 5). En el periodo en el que las emisiones aumentaron (1990-2007), lo hicieron por encima del 3 % de media anual en la mayoría de sectores. Tan solo en la industria y en la agricultura el crecimiento fue inferior. En estos años de fuerte crecimiento económico y poblacional, el transporte se convirtió en sector más contaminante, por encima del sector eléctrico y la industria.

La descarbonización de los últimos años ha estado liderada por el sector eléctrico. El abandono del carbón y la fuerte penetración de las renovables han permitido que las emisiones asociadas a la generación eléctrica cayeran un 60 % en el periodo 2015-2023. En ese mismo periodo la industria redujo las emisiones un 21 %, mientras el transporte y el sector RCI<sup>11</sup> siguieron aumentándolas. En 2023 un tercio de las emisiones provinieron del transporte y un 20 % de la industria. Las emisiones de sector eléctrico, que llegaron a representar una cuarta parte del total, apenas supusieron el 11 % del total en 2023.

Estos datos muestran los grandes avances en la reducción de emisiones de los sectores que forman parte del régimen de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea (EU ETS, por sus siglas en inglés).<sup>12</sup> Desde su puesta en marcha, en 2005, las emisiones de estos sectores se han reducido casi un 60 % en España, a un ritmo del 5 % de media anual. Por el contrario, los sectores difusos, aquellos que no están sujetos al EU ETS, han reducido las emisiones un 1 % de media anual durante el mismo periodo. Cabe recordar que España tiene el objetivo de reducir las emisiones de los sectores difusos un 42 % para 2030, y en 2023 se habían reducido sólo un 18 %. La puesta en marcha de un nuevo régimen de comercio de derechos de emisión (ETS2) en 2027, que incluirá principalmente las emisiones provenientes del transporte y los edificios, puede ser de gran ayuda para alcanzar dicho objetivo.

**Figura 5.**  
**Evolución de las emisiones de GEI por sectores económicos (1990-2023)**  
Fuente: OTEA.



<sup>11</sup> Residencial, comercial e institucional.

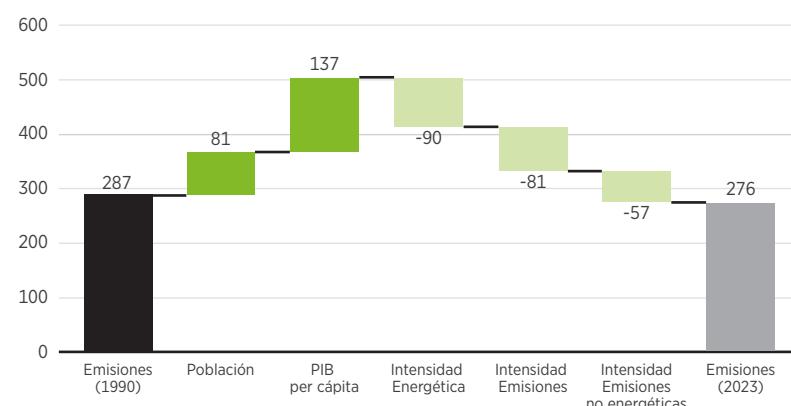
<sup>12</sup> El EU ETS incluye al sector eléctrico, la aviación doméstica y la industria intensiva en energía como refinería, metal, química, cemento, etc.

## 4.2. Factores explicativos de las emisiones de GEI

Como hemos visto, las emisiones en 2023 fueron similares a las de 1990. Sin embargo, durante este periodo, la sociedad y la economía cambiaron enormemente. Por ejemplo, en 2023 la población fue un 24 % superior a la de 1990 y el PIB había crecido un 84 %. Por ello es importante analizar los factores explicativos detrás de la variación en las emisiones en España.

La Figura 6 muestra cómo distintos factores contribuyeron a la variación de emisiones desde 1990 hasta 2023.<sup>13</sup> Tanto el crecimiento poblacional como económico fueron los dos factores que impulsaron las emisiones hacia arriba. El crecimiento poblacional y el aumento del PIB per cápita habrían incrementado las emisiones en 81 MtCO<sub>2</sub>eq y 137 MtCO<sub>2</sub>eq, respectivamente. Es decir, en 2023 las emisiones serían un 75 % superiores a las de 1990 si sólo considerásemos estos dos factores. Sin embargo, otros factores compensaron el aumento en la población y el crecimiento económico. La intensidad energética<sup>14</sup> fue el principal factor a la hora de reducir las emisiones. Como ya hemos comentado en la sección sobre energía, tres causas explican mayoritariamente la reducción en la intensidad energética. En primer lugar, el auge de las energías renovables hizo que se necesitara menos energía primaria para obtener la misma cantidad de energía final, aumentando la eficiencia. Segundo, una reestructuración de la actividad económica, donde los sectores menos intensivos en energía ganaron peso relativo. Tercero, las mejoras en eficiencia energética permitieron producir lo mismo con menos consumo de energía final. Otro de los factores que contribuyó a reducir las emisiones es la intensidad de emisiones.<sup>15</sup> Gracias a las renovables y al abandono del carbón, en 2023 las emisiones por cada unidad de energía final consumida fueron muy inferiores a las de 1990. Finalmente, las emisiones no energéticas, asociadas principalmente a la agricultura, residuos y los procesos industriales sin la quema de combustibles fósiles, también disminuyeron en proporción al PIB.

**Figura 6.**  
**Factores explicativos de la variación de emisiones (1990-2023)**  
Fuente: OTEA.



<sup>13</sup> Para más información sobre el método de descomposición de factores se puede consultar: Dietzenbacher, E. y Los, B. (1998): *Structural Decomposition Techniques: Sense and Sensitivity*; Economic Systems Research, 10, pp. 307-323.

<sup>14</sup> La intensidad energética es el consumo de energía primaria por unidad de PIB.

<sup>15</sup> La intensidad de emisiones es la relación entre el total de emisiones de GEIs por unidad de energía primaria.

Dado que los cambios socioeconómicos no han sido iguales a lo largo del tiempo, es interesante analizar los factores explicativos en distintas épocas. Entre 1990 y 2004 el PIB creció un 2,8 % de media anual, gracias al aumento en la población y, principalmente, al crecimiento del PIB per cápita. En este periodo prácticamente no hubo mejoras en la intensidad energética y la intensidad de emisiones, por lo que los avances económicos y el aumento de la población se tradujo en más emisiones. Las emisiones crecieron a un ritmo de 2,8 % de media anual, por lo que las emisiones por unidad de PIB no variaron y las emisiones per cápita aumentaron un 34 %.

Muy distinto fue el periodo 2005-2023, cuando las emisiones cayeron un 2,5 % de media anual, gracias al menor crecimiento económico y las mejoras en la intensidad energética de la economía y la intensidad de emisiones por unidad energética. En este periodo el PIB per cápita y la población crecieron un 0,4 % y 0,6 % de media anual, respectivamente, por lo que su impacto sobre las emisiones fue modesto. Por el contrario, la intensidad energética y la intensidad de emisiones experimentaron grandes mejorías. En esta época comienza el auge de las renovables que, como hemos comentado, tiene un impacto positivo en ambos factores. También el uso del carbón en la generación eléctrica empieza a reducirse, reduciendo la intensidad de emisiones.

### 4.3. Huella de carbono

Si bien los objetivos climáticos se establecen sobre las emisiones de GEI que se producen dentro de un país, también es importante conocer y analizar la huella de carbono que genera el consumo. La huella de carbono es una medida para calcular las emisiones de GEI derivadas de la demanda de productos y servicios dentro de un país. Es decir, se incluyen las emisiones globales que se producen a lo largo de la cadena de producción de un producto que llega al país para su demanda final. Pero, por el contrario, se excluyen las emisiones generadas dentro de un país para satisfacer la demanda de productos en el extranjero. Por ello, la huella de carbono mide las emisiones relacionadas con el consumo mientras las emisiones del inventario miden las emisiones de la producción.

Según los datos de Eurostat<sup>16</sup>, la huella de carbono de España fue de 413 MtCO<sub>2</sub>eq en 2021, un 40 % superior a las emisiones asociadas a la producción (295 MtCO<sub>2</sub>eq). Esta diferencia se pude atribuir casi por completo a las emisiones procedentes del sector primario, la minería y el gas natural<sup>17</sup> (Figura 7). Al igual que en la mayoría de países desarrollados, la agricultura en España ha ido perdiendo peso. De ahí que, para satisfacer la demanda, las importaciones

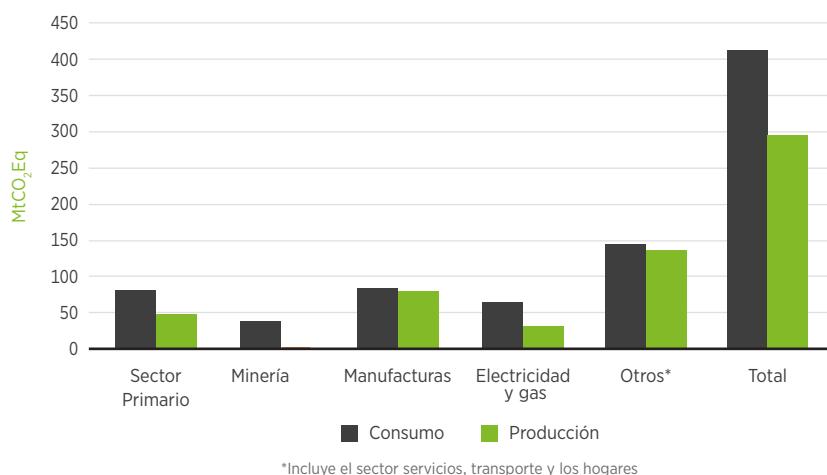
<sup>16</sup> Los datos de Eurostat se obtienen a partir de las tablas FIGARO. Los cálculos se realizan mediante las técnicas Input-Output, por lo que el cálculo de la huella de carbono tiene en cuenta la procedencia de las importaciones, así como la tecnología existente en cada país. Para más información: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Greenhouse\\_gas\\_emission\\_statistics\\_-\\_carbon\\_footprints](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Greenhouse_gas_emission_statistics_-_carbon_footprints)

<sup>17</sup> El sector de la agricultura incluye la ganadería, silvicultura y pesca. En los datos de Eurostat el gas natural y la electricidad forman parte del mismo sector, aunque nosotros asociamos el diferencial de emisiones solamente al gas natural, ya que en 2021 el saldo comercial eléctrico fue prácticamente neutro.

hayan tenido que aumentar y, en consecuencia, las emisiones asociadas a ellas. En el caso de la minería, que incluye la extracción de petróleo y carbón, y el sector del gas natural, la producción en España es casi marginal, por lo que la mayor parte de la demanda es satisfecha con importaciones.

**Figura 7.**  
**Emisiones del consumo y de la producción por actividades económicas (2021)**

Fuente: Eurostat.



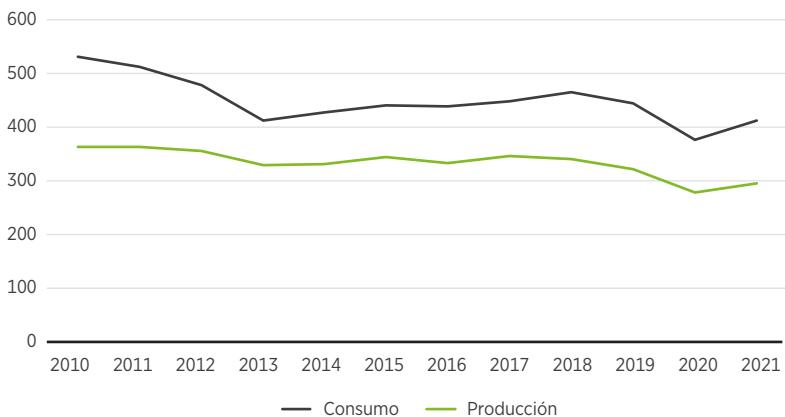
Una de las cuestiones más relevantes es saber si la reducción de emisiones de los últimos años en España se ha dado gracias a la externalización de emisiones. Este hecho se da cuando se traslada las actividades productivas más contaminantes al extranjero sin reducir su demanda. En este caso, las emisiones del inventario se reducirían, pero no la huella de carbono. Los datos existentes sólo abarcan el periodo 2010-2021 y por tanto es difícil obtener conclusiones claras. Es verdad que, en el conjunto del periodo analizado, hubo una convergencia entre las emisiones asociadas a la producción con las del consumo, ya que las primeras se redujeron un 1,8 % de media anual, mientras las segundas disminuyeron un 2,3 %. Sin embargo, como muestra la Figura 8, hubo dos fases bien diferentes. Entre 2010 y 2013, años de crisis económica, la diferencia entre las emisiones asociadas al consumo y la producción se redujeron del 47 % al 26 %. A partir de 2014, con la recuperación económica, el diferencial volvió a aumentar hasta alcanzar el 40 % en 2021. Hay que recordar que, durante la crisis económica que sufrió España entre 2008 y 2013, hubo un fuerte reajuste de la balanza comercial, con un crecimiento de las exportaciones muy superior al de las importaciones.

El manufacturero es uno de los sectores que más interés genera en relación a la externalización de emisiones. Como hemos visto, en España la diferencia entre las emisiones asociadas a la producción y al consumo son pequeñas. Entre los sectores intensivos en energía, encontramos sectores como el del papel y los minerales no metálicos donde las emisiones asociadas a la producción son muy superiores a las de la demanda, mientras en otros sectores como el químico y los metales básicos es lo contrario. Al igual que en el conjunto de la economía, entre 2010 y 2013 hubo una fuerte convergencia en el sector manufacturero entre las emisiones asociadas al consumo y la producción, y el diferencial se redujo del 27 % al 4 %.

A partir de ese año, las emisiones asociadas al consumo se redujeron a menor ritmo que las emisiones asociadas a la producción.

A futuro, la huella de carbono o emisiones del consumo debería ir reduciéndose paulatinamente en línea con la reducción de las emisiones territoriales o emisiones de la producción si los objetivos de alcanzar la neutralidad en carbono en 2050-60 a nivel global se cumplen. En todo caso, y en la medida en la que los países europeos y España avancen más rápidamente que otros países en la descarbonización en el horizonte a 2030 (asumiendo una estructura productiva y de comercio internacional similar), es esperable que esta diferencia se haga incluso más acusada con el tiempo.

**Figura 8.**  
**Emisiones del consumo**  
**y de la producción**  
**(2010-2021)**  
**Fuente:** Eurostat.



## 5. Próximos retos para la transición energética

Como hemos visto, la transición energética en España ha avanzado en los últimos años, especialmente gracias a la expansión de las energías renovables, como la energía eólica y la solar fotovoltaica, que han permitido que más de la mitad de la generación eléctrica provenga ya de fuentes renovables. Además, el uso del carbón ha disminuido drásticamente, gracias al cierre de las centrales de carbón y su sustitución por un mayor uso de las centrales de gas, mucho menos intensivas en emisiones de CO<sub>2</sub>. Esta transformación ha logrado reducir a la mitad las emisiones del sector eléctrico en los últimos cinco años, lo que explica una parte importante de la reducción global de emisiones obtenida durante este período.

Sin embargo, a pesar de estos logros, España aún enfrenta numerosos retos para cumplir con los objetivos establecidos en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030. Aunque actualmente el consumo energético está alineado con los objetivos del PNIEC, la mayoría de los demás indicadores avanzan a un ritmo insuficiente (Tabla 1). Si bien se observa progreso en la penetración de energías renovables, no están avanzando con la rapidez necesaria para alcanzar las metas propuestas. Más preocupante es la evolución de la electrificación, ya que sigue estancada.

**Tabla 1. Grado de progreso de los principales objetivos del PNIEC**

Indicador	Explicación	2023	PNIEC 2030	Progreso (grado)
Emisiones	Variación de las emisiones de GEI con respecto a 1990	-4,0 %	-32 %	Moderado, pero no se alcanzaría el objetivo
Renovables	Porcentaje de renovables sobre el uso final de energía	23,6 %	48 %	Insuficiente para alcanzar el objetivo
Renovables Electricidad	Porcentaje de renovables en el sector eléctrico	50,3 %	81 %	Moderado, pero no se alcanzaría el objetivo
Consumo Energía Final	Consumo final de energía excluyendo los consumos no energéticos (ktep)	80.964	71.709	Adecuado para alcanzar el objetivo
Electrificación	Consumo eléctrico sobre el consumo final de energía	24,8 %	35 %	Sin progreso
Dependencia Energética	Porcentaje de las importaciones netas sobre la energía bruta disponible	68,3 %	50 %	Moderado, pero no se alcanzaría el objetivo

Uno de los desafíos más críticos en materia de descarbonización en los próximos años está en el sector transporte, un sector rezagado en términos de reducción de emisiones, y que actualmente representa aproximadamente una de cada tres toneladas de gases de efecto invernadero (GEI). Este sector tiene que reducir sus emisiones en 30 MtCO<sub>2</sub> en los próximos siete años. Para lograrlo, es imprescindible una transformación rápida y profunda, que incluya la adopción masiva de vehículos eléctricos (con el objetivo de alcanzar 5,5 millones de vehículos eléctricos en 2030) y el desarrollo de infraestructuras de recarga. Además, es crucial promover políticas que fomenten el uso del transporte público y sistemas de movilidad sostenible, con el fin de reducir la dependencia de los vehículos privados. Las emisiones del transporte deben reducirse a una tasa anual del 5 % en los próximos siete años para cumplir con los objetivos del PNIEC, pero según los datos del primer semestre de 2024 de OTEA, las emisiones están creciendo a una tasa del 5,8 %, lo que indica que las políticas y medidas actuales han de intensificarse urgentemente.

Otro reto relevante es la necesidad de incrementar aún más la penetración de las energías renovables en el consumo final de energía, que actualmente se sitúa en un 23,6 %, frente al objetivo del 48 % para 2030. Aunque el sector eléctrico ha experimentado un crecimiento significativo, la integración de renovables en sectores como la industria, la calefacción y la refrigeración avanza a un ritmo más lento. Para lograr una mayor integración de renovables, es esencial promover tecnologías como las bombas de calor y el uso otros vectores energéticos. En el sector eléctrico, uno de los grandes desafíos es resolver los problemas de almacenamiento energético a gran escala para poder integrar más energía renovable en el sistema.

La electrificación del consumo final de energía, que actualmente alcanza el 24,8 %, también debe acelerarse para alcanzar el 35 % establecido para 2030. Esto requiere una mayor

expansión del uso de electricidad renovable en sectores clave como la industria, el sector residencial y el transporte. La modernización de las infraestructuras eléctricas, incluidas las redes inteligentes, será esencial para garantizar una transición efectiva y evitar cuellos de botella en la distribución de energía.

Además, la alta dependencia energética de España, que se mantiene en un 68,3 %, sigue siendo un obstáculo significativo. Reducir esta dependencia requiere no solo incrementar la producción de energía renovable, sino también apostar por soluciones de almacenamiento energético, como baterías y sistemas de hidrógeno, que permitan gestionar mejor la variabilidad de las fuentes renovables. Además, diversificar las fuentes de suministro energético, incluyendo acuerdos internacionales y la creación de mercados energéticos más integrados, será clave para aumentar la resiliencia del sistema y reducir los riesgos asociados a las importaciones de energía.

Por último, como demuestran los indicadores de huella de carbono, es crucial seguir promoviendo un cambio en los hábitos de consumo energético de la ciudadanía. Esto debe incluir incentivos para la eficiencia energética, el ahorro de energía y la adopción de hábitos de vida más sostenibles, con menor impacto ambiental. Las políticas públicas deben centrarse en educar y movilizar a la población hacia una mayor responsabilidad en el consumo energético.

Finalmente, y aunque no ha sido abordado en este capítulo, no podemos olvidar la importancia de que la transición energética se realice bajo principios de justicia social. En este sentido, el seguimiento de los indicadores sobre la evolución de las facturas energéticas y la pobreza energética deben ser parte integral del proceso. Aunque las políticas implementadas para contener los aumentos de precios han mitigado los impactos sociales, no han sido suficientes para revertir el incremento de la pobreza energética en algunos casos. Por ello, es fundamental seguir impulsando políticas que protejan a los hogares vulnerables, como la rehabilitación energética de edificios o el acceso a los bonos sociales eléctricos y energéticos. Si bien es esperable una reducción de los precios de la electricidad con la integración de las renovables, los hogares y las empresas también enfrentarán aumentos en los precios de los combustibles fósiles con la extensión en 2027 del mercado de CO<sub>2</sub> (ETS2) a edificios y transporte. El futuro plan social para el clima es una oportunidad clave para proteger a los hogares y empresas vulnerables, asegurando que la transición energética sea equitativa y justa.

En conclusión, aunque España ha dado pasos significativos hacia una transición energética sostenible, queda mucho por hacer. La descarbonización del transporte, la electrificación de los consumos energéticos, el aumento de la eficiencia y la reducción de la dependencia energética son retos prioritarios que deben abordarse con mayor ambición y medidas coordinadas. Solo con un esfuerzo conjunto de gobierno, empresas y ciudadanía será posible cumplir los objetivos del PNIEC 2030 y garantizar una transición justa, inclusiva y sostenible para todos.