



Estado actual y perspectivas de la descarbonización en España

DIEGO RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ

Observatorio para el seguimiento de indicadores del PNIEC

Estudios sobre la Economía Española 2026/14

Abril 2026

fedea

Las opiniones recogidas en este documento son las de sus autores y no coinciden necesariamente con las de Fedea.

Estado actual y perspectivas de la descarbonización en España

Observatorio para el seguimiento de indicadores del PNIEC (edición 2026)*

Diego Rodríguez (UCM y Fedea)

(Abril de 2026)

1. Introducción

Este trabajo constituye la segunda edición del *Observatorio para el seguimiento de indicadores del PNIEC*. Su propósito es analizar el estado de situación de los principales objetivos establecidos en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030¹, actualizando el estudio realizado en la primera edición (Rodríguez, 2025a). En aquel trabajo se llevó a cabo un examen detallado de las fuentes de información disponibles y de diversos instrumentos regulatorios, acompañado de un amplio conjunto de anexos que complementaban el texto principal. En esta segunda edición, el análisis se presenta de forma más sintética y, cuando resulta necesario, se remite al lector interesado a las explicaciones más detalladas recogidas en la primera edición del Observatorio.

Conviene recordar que el PNIEC proyecta diversos indicadores para un escenario a 2030, denominado *escenario objetivo*. En este trabajo se utiliza la información más reciente disponible para analizar el grado de avance en el cumplimiento de los objetivos más relevantes e identificar las principales dificultades que están emergiendo en su consecución. El análisis se circunscribe a la situación de España. No obstante, el lector interesado puede acudir a los informes anuales sobre el estado de la Unión de la Energía para obtener una visión sintética del progreso en los principales indicadores para el conjunto de la Unión Europea (UE). El último informe anual se publicó en noviembre de 2025 (Comisión Europea, 2025) y se basa fundamentalmente en información estadística de Eurostat y de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA), que en la mayoría de los casos alcanza hasta el año 2023.

La estructura del trabajo es la siguiente. En el segundo apartado se analiza la evolución más reciente de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y se ponen en relación con las proyecciones hasta el final de la década. El apartado tercero se centra en la aportación de las renovables eléctricas y su despliegue, así como la evolución del almacenamiento y los gases renovables. El apartado cuarto analiza la evolución de la descarbonización en la industria, los hogares y el transporte. Finalmente, el quinto apartado concluye con un diagnóstico de la situación actual, haciendo referencia a las principales medidas en curso en el ámbito de la regulación energética.

La principal conclusión del análisis es que cada vez resulta más difícil alcanzar el objetivo comprometido en el PNIEC de una reducción del 32% de las emisiones al final de esta década. La fuerte caída observada en 2023 no tuvo continuidad en 2024 y, con los datos preliminares disponibles, el resultado de 2025 vuelve a alejar las emisiones de la senda de reducción requerida. El principal factor detrás de esta evolución sigue siendo el transporte y, en menor medida, los hogares y las actividades de servicios. En este contexto, aunque la generación renovable eléctrica continúa ganando peso en el mix, en un entorno más complejo tras el apagón de abril de 2025, la lenta electrificación de la demanda, especialmente en el transporte, hace inviable alcanzar

* Este trabajo forma parte de un proyecto que ha sido financiado en parte por la Fundación Ramón Areces.

¹ En Rodríguez (2020, 2023) se ofrecen análisis detallados sobre la versión inicial y la versión actualizada del PNIEC.

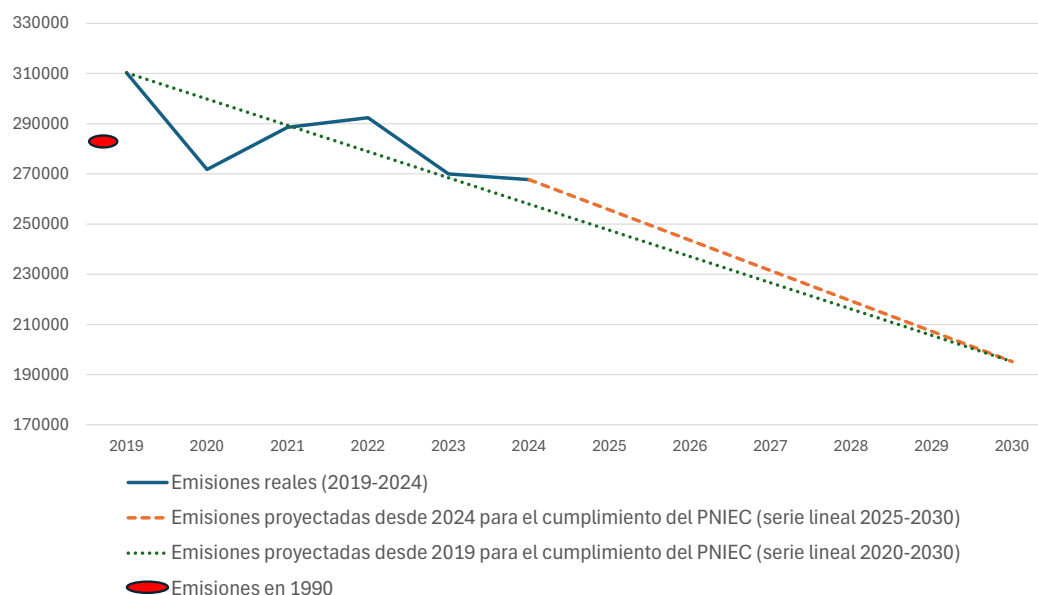
una penetración del 48% de energías renovables en el consumo final, un objetivo que exigiría casi duplicar el porcentaje actual en apenas seis años.

2. La reducción de emisiones de gases de efecto invernadero

2.1 La reducción global de emisiones

El PNIEC establece un objetivo de reducción del 32% de las emisiones de GEI con respecto a 1990. Aunque el objetivo europeo es de una reducción del 55%, el distinto nivel de partida de España y del conjunto de la Unión Europea conduce a que las reducciones anuales necesarias hasta el final de la década sean similares en ambos casos. Adicionalmente, en noviembre de 2025 la UE presentó ante la COP30 celebrada en Brasil sus contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC), que fijan un objetivo indicativo de reducción de emisiones de entre el 66,25% y el 72,5% para 2035. Este es un punto intermedio en relación con el objetivo de reducción del 90% para 2040, ya aprobado y publicado en marzo de 2026².

Gráfico 1. Emisiones brutas en 2019-2024 y proyecciones (miles de toneladas de CO₂eq)



Fuente: Inventario de emisiones, PNIEC y elaboración propia.

El Gráfico 1 muestra la evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en España desde 2019 hasta 2024 y la senda que sería necesario recorrer desde comienzos de esta década para alcanzar el objetivo de reducción de emisiones al final de la misma. La información sobre emisiones brutas proviene del Sistema de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera de gases de efecto invernadero³ y contaminantes atmosféricos, que sigue la metodología común para el reporte de información al Secretariado de la

² Se recoge en el Reglamento (UE) 2026/667, de 11 de marzo de 2026. El objetivo del 90% incluye cierta flexibilidad mediante créditos internacionales de carbono de alta calidad, de hasta un 5 %, que deberá ser objeto de desarrollo normativo.

³ Los gases de efecto invernadero directo que se estiman en el Inventario son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). Se utilizan unas escalas que permiten “traducir” las emisiones de los distintos gases en términos de CO₂ equivalente (CO₂eq).

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. El último reporte de información, publicado en marzo de 2026, se corresponde con la serie 1990-2024⁴.

Desde 2007 se ha producido una caída tendencial de las emisiones en España que se ha quebrado en dos periodos: en el quinquenio 2013-2017 y en el bienio 2021-2022, en este último caso tras la fuerte caída en el año de la pandemia. Las emisiones en 2023 se habían reducido un 7,6% con respecto al año previo, lo que representó una de las mayores caídas interanuales registradas en la serie histórica. Sin embargo, la reducción interanual en 2024 solo ha sido del 0,8%, lo que aleja el nivel de emisiones de la línea tendencial (línea verde de puntos) que aseguraría el cumplimiento del objetivo al final de esta década. Ese objetivo implica alcanzar unas emisiones brutas de 195.189 miles de tCO₂eq en 2030, frente a 267.707 miles de tCO₂eq emitidas en 2024. Esto es, implica que sería necesaria una reducción del 27,1% de las emisiones globales entre 2024 y 2030.

Cuadro 1. Objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero

	Situación en 2024 (índice 1990=100)	Objetivo en 2030 (índice 1990=100)	Reducción media anual entre 2025 y 2030 necesaria para cumplir el objetivo
UE	62,8	45	5,4%
España	94,1	68	5,3%

Fuente: Elaboración propia a partir de EEA e Inventario de emisiones.

Para proporcionar una idea más sintética de donde estamos y qué nos queda por recorrer hasta el final de esta década, el Cuadro 1 muestra la información en forma de números índice y los compara con el dato de la UE, proveniente de la consolidación de los datos del Inventario de emisiones de todos los Estados Miembros (EEMM) que realiza la Agencia Europea de Medioambiente (EEA)⁵. Como puede observarse, partiendo de un valor 100 en 1990 para el conjunto de la UE, la reducción de emisiones ha permitido situar el valor del índice en 62,8 puntos para 2024, esto es, una reducción del 37,2%. En el caso de España, el valor del índice para 2024 se sitúa en 94,1, reflejando una reducción de las emisiones del 5,9% con respecto a 1990. En ambos casos resulta necesario reducir en algo más de una cuarta parte las emisiones observadas en 2024 para alcanzar los objetivos fijados para el final de esta década, lo que equivale a una disminución media anual en el entorno del 5,3% entre 2025 y 2030. Se trata de un esfuerzo sostenido extraordinariamente exigente, ya que, con la excepción de 2019 y 2023, reducciones de esa magnitud o superiores solo se han producido en contextos de crisis económica. En los dos años que constituyen la excepción, la caída de las emisiones se explica por la aportación extraordinariamente favorable del sector eléctrico, cuyas emisiones se redujeron un 26,0% en 2019 y un 27,8% en 2023.

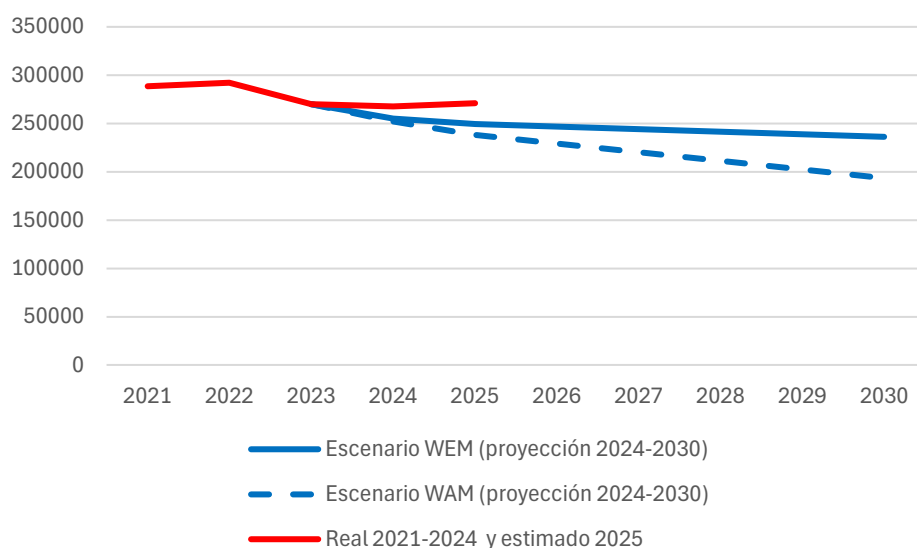
Por último, si bien el dato de avance del Inventario de emisiones para el año 2025 no se conocerá hasta finales del año 2026, puede adelantarse cuál puede haber sido el resultado utilizando la tasa de variación interanual correspondiente a las cuentas trimestrales de emisiones a la atmósfera elaboradas por el INE, que se ajusta muy bien a las variaciones interanuales de las emisiones recogidas en el Inventario. Contabilizando los tres primeros trimestres de 2025, las emisiones en España habrían aumentado un 2,4% con respecto al mismo

⁴ En este Observatorio se utilizan los datos actualizados en marzo de 2026 de toda la serie histórica (desde 1990), pero se sigue utilizando el mismo objetivo de emisiones para el año 2030 que se contempla en el PNIEC.

⁵ El dato de la UE-27 proporcionado por la EEA para 2024 es aún provisional a fecha de realización de este trabajo.

periodo del año previo. Se ha realizado una estimación por series temporales de las emisiones del cuarto trimestre de 2025 para cada uno de los sectores de actividad contemplados en las cuentas trimestrales de emisiones⁶ (véase el Anexo 1). A partir del valor predicho para el cuarto trimestre de 2025, junto a los tres trimestres ya conocidos, se prevé que el resultado para el conjunto del año 2025 sea un incremento del 1,3% de las emisiones globales en relación con el año 2024. De confirmarse, se trataría de un mal resultado que nos alejaría aún más de la senda requerida para alcanzar el escenario objetivo de reducción de emisiones para 2030. De hecho, el valor del índice 94,1 que se recoge en el Cuadro 1 pasaría a situarse en 95,3, de modo que tan solo se habrían reducido 4,7 de los 32 porcentuales comprometidos⁷. La explicación fundamental de esa mala evolución residiría en el aumento de las emisiones del sector eléctrico en 2025, afectadas por el cambio del mix de generación eléctrica tras el apagón del 28 de abril.

Gráfico 2. Emisiones de GEI (tCO₂eq): evolución real* y escenarios del Sistema Español de Inventario



(*) Nota: El dato de 2025 en la serie “Real 2024 y estimado 2025” utiliza la serie del Inventario en 2021-2024, que se extiende para 2025 utilizando la variación interanual de las cuentas trimestrales de emisiones a la atmósfera, con estimación previa del cuarto trimestre de 2025 (véase Anexo).

Fuente: Inventario de emisiones, PNIEC y elaboración propia.

El Gráfico 2 compara la evolución de las emisiones en el periodo 2021-2025, incluyendo una estimación para este último año, con las proyecciones hasta el final de la década elaboradas en el marco del Inventario de emisiones. Estas proyecciones, que se publican con periodicidad bienal en los años impares, contemplan dos escenarios. El primero es un escenario *With Existing Measures* (WeM), que incorpora el impacto esperado, en términos de reducción de emisiones, de las políticas y medidas ya adoptadas y aplicadas. El segundo es un escenario *With Additional Measures* (WaM), que añade nuevas actuaciones y cuyo resultado sería compatible con el cumplimiento del objetivo de reducción de emisiones comprometido en el PNIEC. Como puede observarse, las proyecciones realizadas en el año 2025, con el dato ya publicado de 2023, contemplaban una reducción interanual de emisiones para 2024 entre el 5,5% (en el escenario WeM) y el 6,6% (en el escenario WaM), muy lejos de la reducción observada del 0,8%. La divergencia se acrecentaría notablemente para 2025,

⁶ Las estimaciones han combinado distintos métodos de previsión para cada sector (naive estacional, regresión con tendencia y estacionalidad, regresión con un retardo y regresión con el cuarto retardo), seleccionándose el método de predicción con menor raíz del error cuadrático medio.

⁷ El Real Decreto 91/2025, de 11 de febrero, por el que se establece el mecanismo de gobernanza en materia de energía, cambio climático y calidad del aire, modificó el procedimiento de elaboración de las proyecciones de emisiones.

año para el que los escenarios WeM y WaM proyectaban reducciones interanuales del 2,2% y 5,5%, respectivamente.

2.2 La aportación sectorial a la reducción de emisiones

El PNIEC presenta objetivos de emisiones a 2030 para distintos sectores incluidos en el Inventario de emisiones: transporte, generación de energía eléctrica, sector industrial (procesos de combustión), sector industrial (emisiones de proceso, uso de productos y gases fluorados), sector residencial/comercial/institucional, agricultura, residuos, refino, otras industrias energéticas, otros sectores y emisiones fugitivas⁸. El Anexo 2 repite, para cada uno de esos sectores, el análisis realizado con anterioridad para el agregado de emisiones, distinguiendo entre la evolución real en 1990-2024 (línea azul) y la tendencia lineal que debería seguir para el cumplimiento del escenario objetivo en 2030 cuando se parte del dato de 2024 (línea punteada naranja) y cuando se parte del año 2019 (línea punteada verde). Esos gráficos reflejan una clara variedad de situaciones, con actividades que han experimentado en 2020-2024 una intensa reducción de emisiones, incluso mejor de la que cabría esperar en términos de una reducción lineal a lo largo de la década, frente a otros que se están alejando muy considerablemente de la trayectoria requerida de reducción de emisiones hasta el final de esta década. El problema es que en estos últimos se incluyen dos sectores que, por su peso relativo en el total de emisiones, son centrales para el cumplimiento del objetivo global: el transporte y el sector residencial.

El Cuadro 2 muestra un conjunto de valores que permiten tener una imagen más completa de cómo están evolucionando las emisiones sectoriales y cómo tendrían que evolucionar hasta el final de esta década para el cumplimiento de los objetivos del PNIEC. La primera columna muestra la variación interanual en 2024, pudiéndose observar la notable caída de las emisiones en la generación eléctrica (-14,6%) y en la combustión industrial (-5,6%), que explican por sí solas la reducción de emisiones observadas en 2024. En concreto, la primera aportaría una reducción de 1,7 puntos porcentuales, y la segunda de 0,7 puntos porcentuales⁹. Ese buen resultado se ve contrarrestado por el aumento de las emisiones del transporte, los procesos industriales y el sector residencial, con contribuciones positivas a la variación total de 1 punto, 0,4 y 0,2 puntos porcentuales, respectivamente. La segunda columna muestra la variación registrada desde comienzos de 2019, donde puede observarse de nuevo la negativa evolución del transporte y el residencial, junto al refino. La tercera columna muestra la desviación del volumen de emisiones (en tCO₂eq) en 2024 de cada actividad (en línea azul de gráficos en Anexo 2) en relación con el valor que le correspondería en una tendencia lineal decreciente hasta el cumplimiento del objetivo en 2030 (en línea verde punteada de gráficos en Anexo 2). Esto permite mostrar que el transporte y, en menor medida el sector residencial, residuos, refino y agricultura, son las actividades que lastran la caída de las emisiones hasta ahora. Por el contrario, el sector industrial y la generación eléctrica habrían registrado un comportamiento mejor del que marcaría esa tendencia lineal decreciente.

Las dos últimas columnas del Cuadro 2 muestran cuál tendría que ser la variación de emisiones de cada actividad para el cumplimiento de objetivos a final de esta década y cuál sería su contribución a la reducción

⁸ En el Anexo 2 de Rodríguez (2025a) se describe qué actividades abarca cada uno de esos sectores y su correspondencia con los sectores incluidos en el Inventario de emisiones.

⁹ La reducción de las emisiones en otras industrias energéticas no aporta casi nada a la reducción global de emisiones (apenas 0,1 puntos porcentuales) dado el reducido peso relativo de esta actividad en el total de emisiones.

del 27,1% requerida. Como es fácil de inferir de lo señalado hasta ahora, la clave está en el transporte que, en una ruptura total con lo observado hasta ahora (reducción del 1,2% en 2019-2024), tendría que reducir sus emisiones en un 34,1%. El segundo sector clave es la generación eléctrica, que tendría que persistir en una caída de las emisiones, con un 54% adicional a la reducción ya experimentada hasta 2024 (reducción del 40,2%). La tercera actividad en orden de importancia sería el sector residencial, que tendría que reducir sus emisiones en casi un 40%, quintuplicando la reducción observada entre 2019 y 2024 (7,9%). Este Observatorio presta especial atención a estas tres actividades.

Cuadro 2. Variación de emisiones y contribuciones por sectores de actividad

	Variación 2023-2024	Variación de emisiones en 2019-2024	Diferencia con el objetivo (tCO ₂ eq) en 2024	Variación requerida de emisiones en 2024-2030	Contribución requerida a la reducción total en 2024-2030
Transporte	3,1%	-1,2%	13.423	-34,1%	42,5 %
Generación eléctrica	-14,6%	-40,2%	-3.179	-54,0%	19,6 %
Industria (combustión)	-5,6%	-31,5%	-6.107	-14,5%	6,6 %
Industria (procesos)	5,1%	-19,3%	-3.215	6,1%	-1,7 %
Residencial	2,9%	-7,9%	3.165	-39,9%	12,9 %
Agricultura	0,6%	-3,0%	1.628	-14,5%	6,6 %
Residuos	-0,2%	-0,1%	2.702	-34,5%	8,2 %
Refino	3,0%	-3,9%	1.670	-42,3%	5,7 %
Otras industrias energéticas	-32,9%	-15,4%	-77	0,6%	0,0 %
Otros sectores	-2,1%	1,9%	-711	19,0%	-2,4 %
Emisiones fugitivas	-0,6%	-8,6%	453	-37,8%	2,0 %
Total	-0,8%	-13,7%	7.728	-27,1%	100,0 %

Nota: *Industria (procesos)* incluye uso y gases fluorados; *Residencial* incluye comercial e institucional.

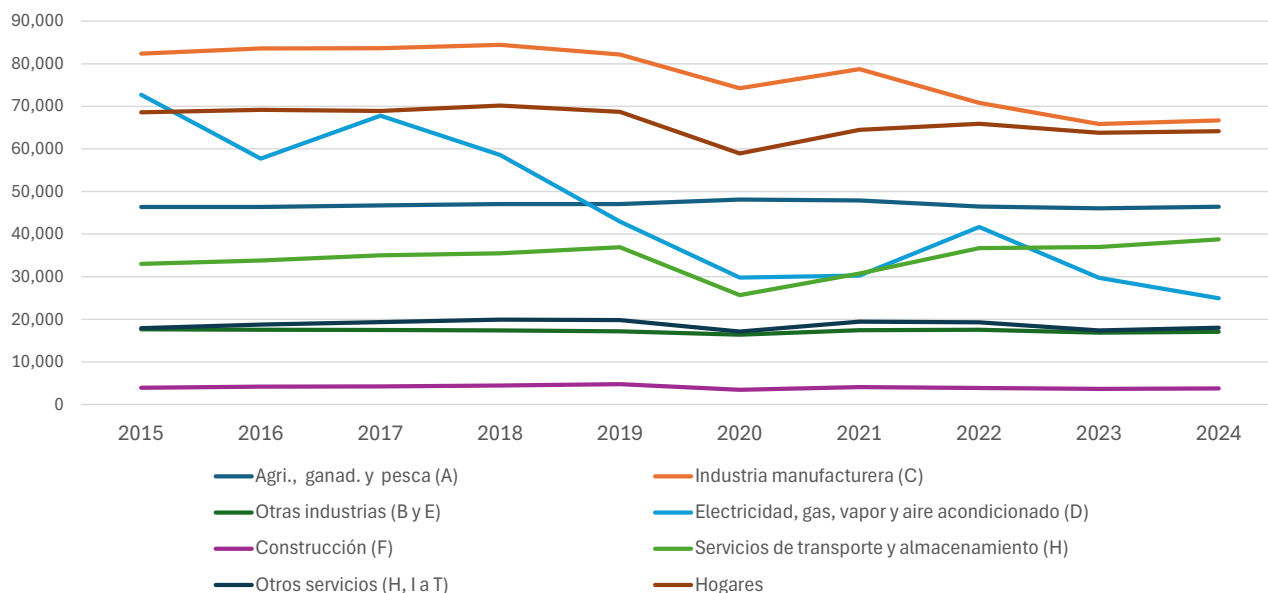
Fuente: PNIEC, Inventario de emisiones y elaboración propia.

Una forma complementaria de analizar la evolución de las emisiones de los distintos sectores de actividad es a través de las cuentas trimestrales de emisiones a la atmósfera, que desagregan las emisiones distinguiendo secciones de la CNAE y los hogares. El Gráfico 2 muestra la evolución de las emisiones anuales en 2015-2024 utilizando esa desagregación¹⁰. Como puede observarse, solo la industria manufacturera y, sobre todo, la de generación de energía, han reducido de forma significativa sus emisiones en los últimos años. Asimismo, pone de manifiesto la importancia relativa del sector de hogares, con emisiones globales casi idénticas a la industria manufacturera si bien que, a diferencia de aquella, muestra una resistencia a la baja muy considerable. Por lo tanto, las decisiones que adopten los hogares en términos de movilidad y en términos de provisión de

¹⁰ Esta información proporciona una visión complementaria a la mostrada en el Cuadro 2. Para ilustrarlo podemos centrar nuestra atención en los sectores de transporte y de hogares. En la clasificación habitual del Inventario de emisiones el agregado “hogares” se refiere a las viviendas, de modo que la principal razón que explica esas emisiones es la combustión para calefacción/agua caliente. Por su lado, el agregado “transporte” comprende todas las emisiones vinculadas a la movilidad, con independencia de cuál es el motivo que la justifica. En cambio, la metodología del sistema de cuentas económicas y ambientales atribuye las emisiones según la naturaleza de la actividad en la que son usados los bienes durables, como es el caso de un automóvil. Por ello, las emisiones de automóviles utilizados para el transporte privado de las familias se atribuyen al sector de hogares mientras que, por ejemplo, las emisiones del transporte de mercancías en el comercio minorista se atribuyen al sector de comercio minorista de la CNAE.

calefacción/agua caliente resultarán claves para lograr los objetivos de descarbonización en los próximos años. Por último, el gráfico vuelve a incidir en la negativa evolución del sector de transporte, cuyas emisiones son crecientes desde 2021 hasta la actualidad.

Gráfico 2. Emisiones anuales por sectores de actividad (CNAE) y de los hogares (miles de toneladas de CO₂eq)



Fuente: Cuentas Trimestrales de Emisiones a la Atmósfera (INE) y elaboración propia.

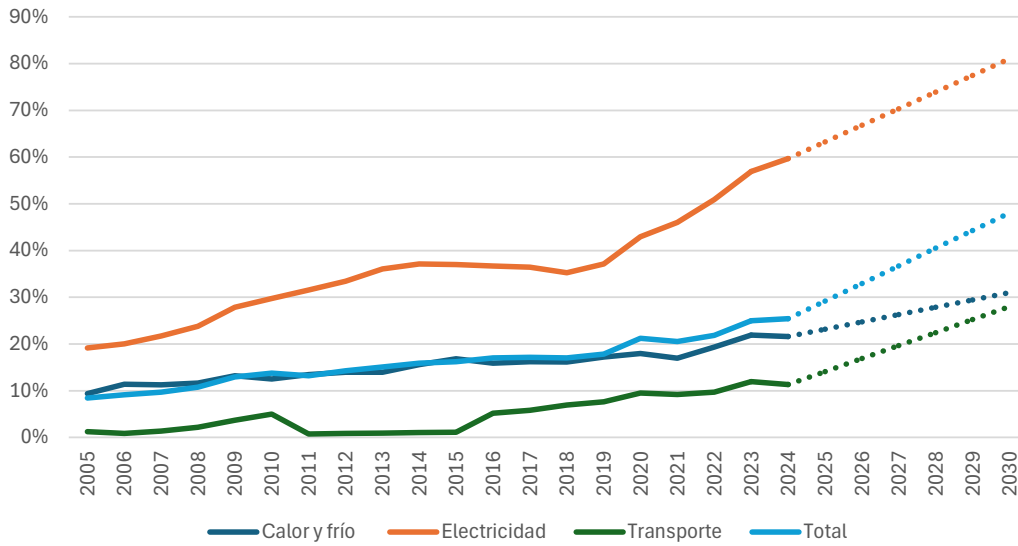
3. Las energías renovables

3.1 Las renovables en el consumo final de energía y las emisiones del sector eléctrico

El instrumento básico para la reducción de emisiones es el desplazamiento desde fuentes de energía fósil hacia fuentes renovables. Con datos provisionales del Balance Energético de 2025, el peso de las energías renovables en el consumo final de energía se situaría en el 25,8%, casi medio punto porcentual más que en el año previo. El objetivo del PNIEC es que ese peso se sitúe en el 48% para el final de esta década, lo que casi exige doblar el porcentaje actual en solo seis años. El Gráfico 3 muestra su evolución entre los años 2005 y 2024, proyectando las series hasta 2030 para cumplir con los porcentajes de energía renovable establecidos para el agregado y para la electricidad, la generación de calor/frío y el transporte¹¹. El incremento que se viene observando en la penetración de las energías renovables en el consumo final de energía se deriva en casi tres cuartas partes del aumento de las renovables en el consumo eléctrico. En 2024 continuó su progresión positiva, aumentando al 59,8% desde el 56,9% de 2023. Sin embargo, ese aumento se vio contrarrestado por una reducción de la penetración de energías renovables tanto en el transporte (donde pasó de un 11,96% en 2023 al 11,30% en 2024) como en calefacción/refrigeración (de un 21,90% en 2023 a un 21,59% en 2024). En ambos casos se trata de un resultado negativo, especialmente si se compara con la evolución favorable observada en el trienio anterior. La trayectoria seguida por estas dos actividades hace ya imposible alcanzar el objetivo global de una penetración del 48% de energías renovables en el consumo final de energía en 2030.

¹¹ Los objetivos del porcentaje de energías renovables en cada ámbito son los siguientes (entre paréntesis Tabla del PNIEC donde figura cada objetivo): 37% en calor y frío (Tabla A.12), 28% en transporte (Tabla A.15), 81% en generación eléctrica (Tabla A.17) y 48% en el total (Tabla A.11).

Gráfico 3. Participación de energías renovables en el consumo final bruto de energía: 2005-2024 y proyección a 2030 para el cumplimiento de objetivos

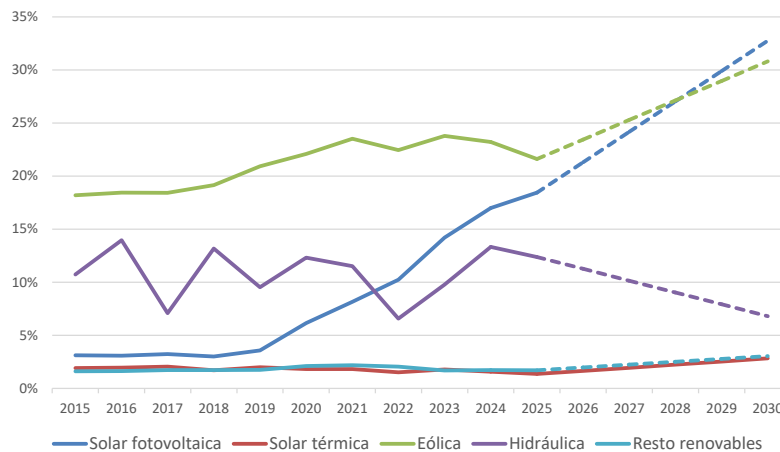


Fuente: INE, PNIEC y elaboración propia.

En relación con la generación eléctrica, el Gráfico 4 muestra la evolución de la participación de las tecnologías renovables en el conjunto de la generación entre 2015 y 2025, así como una proyección lineal de su evolución para cumplir con la participación que se asume en el PNIEC para 2030 y que conducirían al objetivo conjunto de un peso relativo del 82% de generación eléctrica con origen renovable. La información en este caso proviene de Red Eléctrica de España. El año 2024 había cerrado con un notable incremento de la participación de las renovables en el mix de generación, continuando con la tendencia alcista de los últimos años. Sin embargo, el año 2025 se cerró con una ligera caída, hasta el 55,5% (un punto porcentual más si se incluyese el autoconsumo). Esa reducción se debió a la menor participación de la generación eólica y de la hidráulica ya que la fotovoltaica continuó, pese a la situación creada con el apagón, con una evolución positiva en términos de su creciente aportación al mix. Naturalmente, la evolución de la generación renovable eléctrica es consecuencia directa del aumento de la capacidad instalada en este tipo de tecnologías, aspecto que será analizado con posterioridad.

Por lo que se refiere a las emisiones de gases de efecto invernadero, el PNIEC plantea un escenario objetivo para el sector eléctrico que, con medición del Inventario de emisiones, llevaría a reducir las emisiones desde 24.965 miles de toneladas de CO₂eq. en 2024 hasta 12.102 miles de toneladas en 2030. El dato de emisiones del sector eléctrico que proporciona REE es un poco superior al que proporciona el Inventario de emisiones, aunque el perfil de variación interanual es muy similar, por lo que podemos utilizarlo para aproximar el dato del Inventario para 2025. En concreto, REE indica que en 2025 las emisiones del sector eléctrico nacional aumentaron un 9,1% en tasa interanual, lo que en términos del Inventario supondría unas emisiones del entorno de 27.236 miles de toneladas de CO₂eq, doblando ampliamente las emisiones deseadas para el final de esta década. La causa de ese crecimiento de las emisiones del sector eléctrico en 2025 es bien conocida: un aumento de la generación procedente de los ciclos combinados del 27,9% en un entorno marcado por las consecuencias del apagón de abril de 2025, lo que condujo a un aumento de su participación en el mix de 3,2 puntos porcentuales (del 13,6% en 2024 al 16,8% en 2025).

Gráfico 4. Participación de las tecnologías de generación renovable en la generación eléctrica total: 2015-2025 y proyección a 2030 para el cumplimiento de objetivos



Notas: La *Hidráulica* no incluye la generación por bombeo¹². *Resto renovables* incluye biogás, biomasa, geotérmica, hidroeléctrica, cogeneración renovable y el 50% de la generación renovable procedente de residuos sólidos urbanos. Fuente: REE y elaboración propia.

3.2 La evolución de la capacidad y la generación renovable

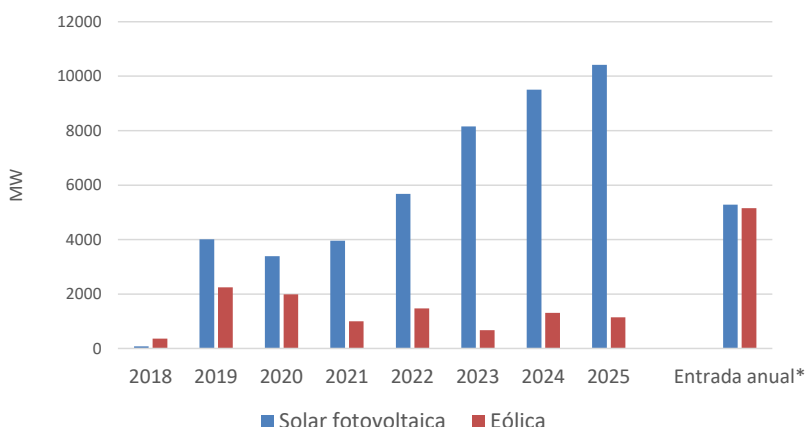
Como se señaló en Rodríguez (2025a), el rápido despliegue de la capacidad de generación fotovoltaica es el rasgo más positivo del proceso de transición energética en España. El PNIEC ha planteado un objetivo de capacidad instalada de 76,3 GW para 2030, lo que incluiría 19 GW de potencia instalada en generación distribuida para autoconsumo. Es importante tener en cuenta que, a finales de 2025, REE comenzó a introducir el dato del autoconsumo en la información sobre potencias instaladas, lo que afecta casi de modo exclusivo a la fotovoltaica y ha modificado al alza toda la serie histórica, pero especialmente en los últimos años¹³. Teniendo en cuenta esa modificación, la capacidad total instalada a final de 2025 fue de 49,9 GW, con un extraordinario aumento de 10,5 GW con respecto al ejercicio previo.

A la vista de las barras azules del Gráfico 5, aparentemente no sería complicado alcanzar el objetivo para 2030 en relación con la potencia instalada fotovoltaica, ya que bastaría con mantener un ritmo de entrada de nueva potencia en el próximo quinquenio que sería aproximadamente la mitad del registrado en 2024 y 2025. Lo esperable es que en 2026 continúe un despliegue intenso de capacidad fotovoltaica ya que muchos proyectos están en fase de construcción o con decisiones de inversión ya aprobadas.

¹² Hasta enero de 2025, los datos de generación suministrados por REE incluían la generación por bombeo hidráulico entre las fuentes de generación eléctrica. Sin embargo, desde entonces, la inyección a la red proveniente del bombeo y de las baterías pasa a considerarse como almacenamiento.

¹³ Por ejemplo, la potencia fotovoltaica instalada que se muestra en la web de REE para 2024 pasó de 32,0 GW a 39,5 GW. La diferencia corresponde a la generación distribuida (autoconsumo).

Gráfico 5. Evolución de nueva potencia instalada y entrada anual necesaria hasta el final de la década para el cumplimiento del PNIEC



Nota: La entrada anual se refiere a la nueva potencia media anual requerida en el periodo 2026-2030 para alcanzar al final de ese último año el escenario objetivo del PNIEC.

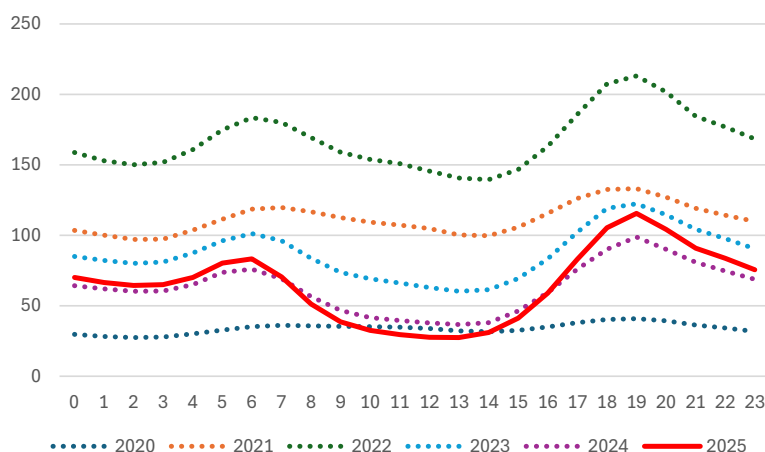
Fuente: REE y elaboración propia.

Sin embargo, es razonable esperar una caída sustancial de la entrada a partir de 2027. En julio de ese año se cumplirá la fecha límite para comenzar a generar por parte de un amplio grupo de instalaciones que obtuvieron autorización de construcción antes de la fecha límite del 25 de julio de 2024, cumpliendo así el último hito previo a la puesta en funcionamiento. Sin embargo, es previsible que una parte de esas instalaciones no serán finalmente construidas, al igual que otros proyectos que han recibido autorizaciones con posterioridad. La principal razón que está frenando de modo muy intenso las expectativas de entrada se encuentra en la reducción de la rentabilidad esperada de las instalaciones por una caída del precio de mercado percibido por las instalaciones fotovoltaicas. A ello se une el aumento de los vertidos, esto es, de la imposibilidad de generar por razones técnicas o económicas. En concreto, los datos de REE indican que el porcentaje de energía renovable no integrable por restricciones técnicas en el sistema eléctrico peninsular pasó de un 1,6% en 2024 al 3,2% en 2025¹⁴. Adicionalmente, la instalación del autoconsumo, una vez pasado el boom de 2021/2022, se está reduciendo de modo muy significativo. Si en 2022 se instalaron¹⁵ 2,7 GW en autoconsumo, los datos en 2024 y 2025 fueron, respectivamente, de 1,4 GW y 1,2 GW. Se trata de una caída razonable y esperada en un contexto de reducción del precio de mercado.

¹⁴ Ese porcentaje mide el volumen de energía renovable redespachada a la baja como consecuencia de restricciones técnicas identificadas en las redes de transporte y distribución, en relación con el programa previamente casado para esas unidades en los distintos mercados. Dicho redespacho, esto es, las órdenes de reducción o cese temporal de producción dirigidas a instalaciones renovables, es instruido por el Operador del Sistema con el fin de resolver las restricciones técnicas detectadas en el Programa Diario Base de Funcionamiento, así como aquellas que puedan surgir posteriormente durante la operación en tiempo real.

¹⁵ Datos de APPA renovables. Los de UNEF no difieren significativamente de los aquí aportados.

Gráfico 6. Evolución del precio medio horario del mercado diario entre 2020 y 2025



Fuente: Elaboración propia con datos de OMIE.

El Gráfico 6 muestra la evolución del precio medio en el mercado diario para cada hora¹⁶ en el periodo 2020-2025. En 2025 el precio medio fue de 65,28 €/MWh pero, si bien fue ligeramente superior al del año previo (63,03 €/MWh), su perfil diario profundiza aún más en la conocida “curva de pato”. De ese modo, el diferencial de precios entre las horas con precio más bajo y más alto volvió a aumentar. En 2024 el mínimo (en media anual) fue a las 15:00 con 37,73 €/MWh y el máximo a las 21:00 con 94,81 €/MWh. En 2025 el mínimo (a las 14:00) fue de 27,35 €/MWh y el máximo (a las 21:00) fue de 110,52 €/MWh. En este contexto, el precio medio en las horas solares se redujo sensiblemente y, en consecuencia, el precio capturado¹⁷ por la generación fotovoltaica se redujo de 45,64 €/MWh en 2024 a 35,75 €/MWh en 2025. Dicho de otro modo, la ratio entre el precio medio capturado por la generación fotovoltaica y el precio medio de mercado, conocida habitualmente como coeficiente de apuntamiento, se volvió a reducir desde un 0,75 en 2024 a un 0,55 en 2025, el nivel más bajo registrado hasta la fecha.

Lo más relevante es que un precio capturado medio de 35,75 €/MWh se sitúa muy próximo al coste medio nivelado a largo plazo (LCOE) de las nuevas instalaciones fotovoltaicas¹⁸, lo que apunta a un margen que se sitúa en el umbral de rentabilidad. Ese margen se enfrenta con elevadas incertidumbres ya que depende en parte de condicionantes externos como el precio del gas y de los derechos de emisión de CO₂, que afectan decisivamente al precio del mercado. Un ejemplo de esa incertidumbre ha ocurrido en la primera quincena de 2026, cuando las expectativas de precios medios bajos cambiaron en un entorno de inestabilidad geopolítica

¹⁶ Desde el 1 de octubre de 2025 el mercado diario en España pasó a tener negociación de precios para cada cuarto de hora del día siguiente. El gráfico utiliza medias de los cuatro periodos de cada hora desde entonces.

¹⁷ El precio “capturado” hace referencia al precio medio percibido por el productor, que no coincide con el precio medio de mercado porque un productor no genera la misma cantidad de electricidad en todos los momentos del día, y el precio horario fluctúa de modo muy acusado a lo largo de las horas del día. Aunque esto afecta a todas las tecnologías (con la excepción de la generación nuclear, que produce de modo muy constante en todas las horas), el caso paradigmático es el de la generación fotovoltaica ya que, en ausencia de almacenamiento en la misma instalación (el llamado almacenamiento hibridado), esta vierte energía a la red tan solo en horas diurnas. Otras renovables, como la biomasa o la hidráulica, optimizan sus periodos de generación de modo que capturan un precio superior al precio medio de mercado.

¹⁸ La Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) situaría el LCOE de la generación fotovoltaica en el entorno de 43 \$/MWh para el año 2024 (IRENA, 2025), pero cabe esperar que en España fuese inferior a ese valor medio por las condiciones competitivas favorables derivadas de la amplitud de recurso solar.

acusada (guerra en Irán). En relación con el precio del CO₂, la media anual pasó de 65,3 €/tCO₂ en 2024 a 73,9 €/tCO₂ en 2025 pero, tras los nuevos objetivos de descarbonización a 2035 y 2040, se espera que el precio siga aumentando en los próximos años. En cualquier caso, la clave para que no se deteriore la rentabilidad de las instalaciones fotovoltaicas sigue estando en dos elementos cuya evolución se analizará a continuación: el crecimiento del almacenamiento y de la demanda, sobre los que existen amplias expectativas aún no satisfechas.

En relación con la generación eólica, su patrón de generación horaria hace que la presión por la curva de precios sea mucho menor. De hecho, el precio capturado en 2025 fue de 63,41 €/MWh, casi el mismo que el del año previo (64,66 €/MWh). Pese a ello, como pudo observarse en el Gráfico 5, es imposible acercarse al objetivo de despliegue de eólica planteado en el PNIEC de 62,0 GW instalados en 2030, frente a las 33,3 GW instalados a cierre de 2025, pues ello exigiría quintuplicar en cada uno de los cinco próximos años la instalación media anual observada en 2021-2025. El reto sería igual de exigente incluso si se extrajese del objetivo global en eólica el correspondiente a la eólica en el mar (3 GW), de la que no cabe esperar ningún despliegue a lo largo de esta década¹⁹.

La eólica se está enfrentando, con mayor intensidad que la fotovoltaica, con problemas para obtener la aprobación administrativa de nuevas instalaciones, con Galicia como ejemplo más evidente. De hecho, el ritmo de instalación en 2025 (1.146 MW) fue inferior al de 2024 (1.310 MW). Además, la repotenciación de parques eólicos²⁰ que han superado su vida útil avanza con lentitud y solo representa una parte reducida de los parques con más de veinte años de antigüedad. A finales de 2023 se concedieron 127 M€ en ayudas a la repotenciación de 29 parques eólicos con una potencia conjunta de 714 MW, y en diciembre de 2025 se ha abierto una segunda convocatoria de ese programa para repotenciar otros 750 MW adicionales. De momento, sin embargo, no hay información oficial de cuántos parques con esas ayudas han efectuado realmente esa repotenciación y solo se dispone de información fragmentada de algún caso en el que ya se ha producido.

Por último, el escenario objetivo del PNIEC contempla también un incremento de la energía renovable suministrada por las bombas de calor. Conviene recordar que se trata de una aportación que no computa el consumo eléctrico que se requiere para el funcionamiento de la bomba de calor sino la energía térmica extraída o capturada del entorno²¹. El Gráfico 7 muestra la evolución en 2020-2023 de la energía generada por las bombas de calor a partir de las estadísticas que publica el IDAE (en línea sólida), que se proyecta para alcanzar el objetivo establecido en el PNIEC de 2.561 ktep en 2030 (en línea punteada). Esos datos sugieren que nos encontramos en línea con la trayectoria deseable, pese a que no se vislumbran instrumentos potentes que apoyen el despliegue de las bombas de calor. La información del IDAE no incluye de momento el año 2024,

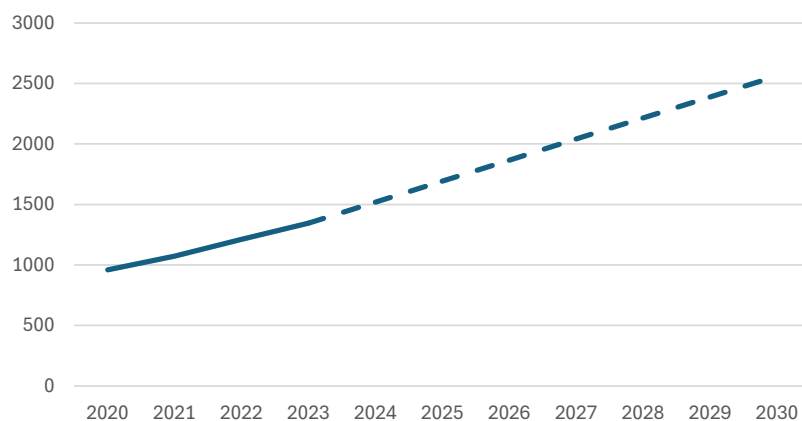
¹⁹ Como se indicó en Rodríguez (2025a), el PNIEC también asume dos situaciones de imposible cumplimiento: un aumento de la capacidad de generación termosolar (de 2,3 GW actuales a 4,8 GW) y en biomasa (de 1,1 GW actuales a 1,4 GW). Ambas modalidades de generación solo pueden entrar apoyadas en un sistema de subvenciones. De hecho, la única planta de biomasa que entro en funcionamiento en 2025 (Logrosán, en Cáceres, con una potencia de 49,9 MW) fue adjudicataria en la tercera subasta del régimen económico de energías renovables (REER).

²⁰ La repotenciación de parques existentes implica la sustitución de aerogeneradores antiguos y de reducida potencia por nuevos aerogeneradores de mayor potencia. En muchas ocasiones la repotenciación no va unida a un aumento de la potencia de los parques eólicos, o esta no es de una magnitud apreciable, pero sí hay una ganancia apreciable de generación al utilizar nuevos equipos más eficientes en la generación de energía (MWh) por cada unidad de potencia instalada (MW).

²¹ Esto es, el consumo eléctrico de la bomba de calor tendrá una parte de energía de origen renovable, pero este se computa en la generación eléctrica renovable. La generación renovable asociada, calculada conforme a la metodología contenida en el Reglamento Delegado (UE) 2022/759. Véase el Anexo 5 en Rodríguez (2025a) para una explicación más detallada.

pero la Asociación Europea de Bombas de Calor (EHPA) indica que en 2024 se produjo una reducción del número de unidades vendidas (-5,5%) en España, recuperada con un fuerte incremento en el año 2025 (15,0%).

Gráfico 7. Evolución de energía generada por bombas de calor (en ktep) y trayectoria para el cumplimiento del objetivo del PNIEC para 2030



Fuente: IDAE y elaboración propia.

La generación eléctrica no renovable y la seguridad de suministro

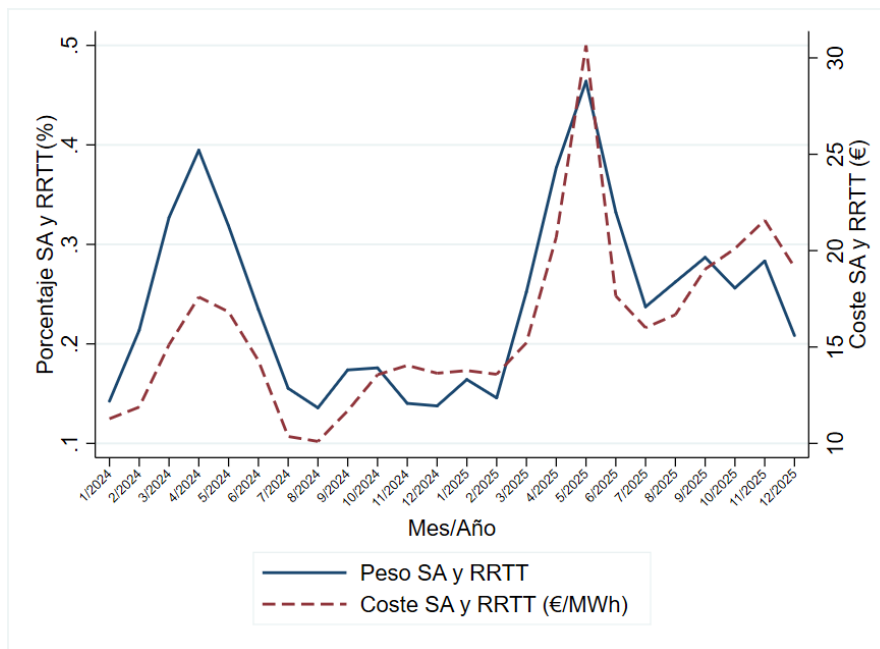
Aunque este informe se centra en el grado de cumplimiento de los objetivos de descarbonización y, en ese marco, el despliegue de las renovables ocupa un lugar central, no debe olvidarse que ese proceso ha de producirse preservando unas condiciones adecuadas de diversificación del mix de generación que permitan mantener un funcionamiento seguro del sistema.

En este contexto, está previsto que en 2026 se celebren las primeras subastas de apoyo a nuevas plantas de cogeneración, así como a instalaciones existentes que sean objeto de una renovación sustancial, una vez aprobado por la Comisión Europea el correspondiente esquema de ayudas de Estado. A este respecto, la producción eléctrica procedente de la cogeneración volvió a reducirse en 2025, prolongando la tendencia descendente observada desde comienzos de esta década.

Asimismo, en 2026 deberá adoptarse una decisión sobre la solicitud formulada por los propietarios de los dos grupos nucleares de la central de Almaraz para prolongar su funcionamiento más allá de las fechas de cierre contempladas en el PNIEC, fijadas en octubre de 2027 y 2028 en las órdenes ministeriales correspondientes. Esta decisión se tomará en un contexto marcado no solo por el encarecimiento de los precios del gas en 2026, sino también por el mantenimiento de un modo de operación reforzada en el sistema eléctrico, con una mayor intervención del operador del sistema sobre el equilibrio entre generación y demanda resultante de los mercados diarios.

El efecto de esa mayor intervención es ya conocido: tras el apagón del 28 de abril de 2025 se ha producido un encarecimiento de los servicios de ajuste del sistema eléctrico. Sin entrar aquí en un análisis detallado de esta cuestión, el Gráfico 8 ilustra cómo ha aumentado el coste de los servicios de ajuste y de las restricciones técnicas, reflejándose ello en un mayor peso relativo de estos costes en la factura de un consumidor doméstico acogido al precio regulado (PVPC).

Gráfico 8. Evolución de los costes medios mensuales (€/MWh) por servicios de ajuste y restricciones técnicas y peso relativo (%) en la factura de un consumidor con contrato PVPC



Fuente: ESIOS (REE) y elaboración propia.

La demanda eléctrica

Existe un amplio consenso en que no es posible seguir avanzando de forma significativa en la descarbonización de la generación eléctrica sin un aumento de la demanda de electricidad. A este respecto, aunque el consumo eléctrico todavía no ha recuperado plenamente los niveles previos a la pandemia, 2025 volvió a cerrarse, tras el leve crecimiento ya observado en 2024, con una variación interanual del 2,8%, lo que lo aproxima de nuevo a dichos niveles.

El Cuadro 3 permite observar la variación registrada en estos dos últimos años para cada grupo de peaje y, en su última fila, la contribución de cada uno de ellos al crecimiento agregado de la demanda eléctrica en ese bienio. Como puede apreciarse, las dos modalidades específicas asociadas a la recarga de vehículos eléctricos son las que presentan mayores tasas de crecimiento, aunque su peso en el consumo total sigue siendo reducido y, por tanto, su aportación al aumento de la demanda agregada continúa siendo muy limitada. Por su parte, la demanda de los pequeños consumidores ha crecido un 7,5% y, aunque con menor intensidad, también se observa un aumento en la demanda de los consumidores industriales conectados en alta tensión.

Cabe esperar que en los próximos años el crecimiento de la demanda siga siendo positivo, tanto por el aumento del consumo de los pequeños consumidores, estrechamente vinculado al crecimiento de la población, como, de forma más destacada, por la evolución de la demanda industrial. La potencia contratada también ha aumentado en el último bienio, pasando de valores próximos a 120 GW a comienzos de 2023 a 123 GW al final de 2025. En este punto conviene recordar que actualmente existe una demanda muy elevada de acceso y conexión a la red. Aunque una parte de ella responde al acaparamiento de puntos de acceso, cabe esperar que la demanda de consumo y de potencia continúe creciendo hasta el final de esta década, si bien muy por debajo del escenario objetivo contemplado en el PNIEC.

Cuadro 3. Demanda eléctrica por grupos de peajes (2023-2025)

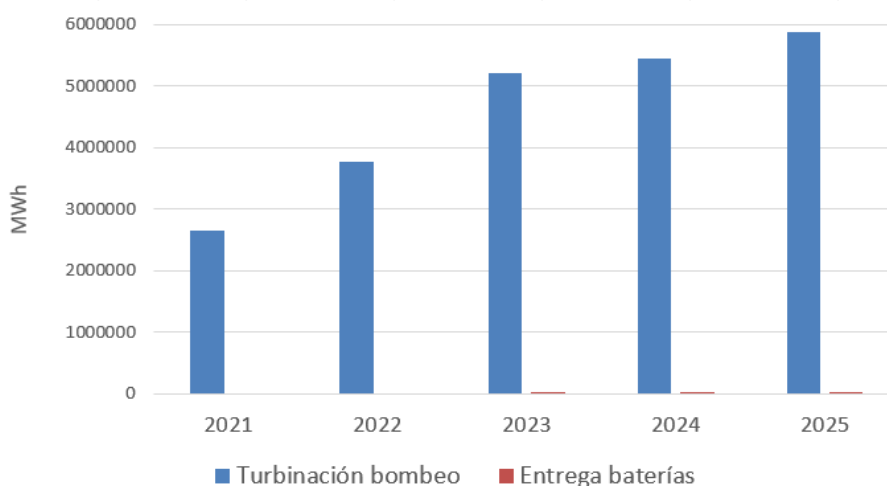
	2.0TD	3.0TD	3.0TDVE	6.1TD	6.1TDVE	6.2TD	6.3TD	6.4TD	TOTAL
2023	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
2024	102.1	100.1	178.0	100.7	290.1	101.4	107.3	104.6	101.7
2025	107.5	103.2	286.5	101.9	732.5	99.4	110.0	105.3	104.3
Contribución	2.4%	0.5%	0.0%	0.6%	0.0%	-0.1%	0.4%	0.4%	4.3%

Nota: Demanda medida en los puntos de consumo. Los grupos de peajes son: 2.0TD (≤ 1 kV y ≤ 15 kW), hogares y pequeños negocios; 3.0TD (≤ 1 kV y > 15 kW), PYMES y comercios medianos; 6.1TD (tensión entre 1 kV y 30 kV), industria media y grandes edificios; 6.2TD (tensión entre 30 kV y 72,5 kV), industria más intensiva; 6.3TD (tensión entre 72,5 kV y 145 kV), muy grandes consumidores industriales; 6.4TD (tensión > 145 kV), gran industria electrointensiva, conexión casi directa a red de transporte). Los grupos 3.0TDVE y 6.1TDVE son variantes específicas para vehículos eléctricos.

Fuente: CNMC y elaboración propia.

3.3 El almacenamiento

Como se ha señalado, el aumento de la capacidad de almacenamiento del sector eléctrico juega un papel fundamental en los escenarios del PNIEC ya que es el facilitador de la entrada de nueva capacidad de generación renovable eólica y fotovoltaica que es, por su propia naturaleza, no gestionable. Además, desde el punto de vista del funcionamiento del sistema, el almacenamiento proporciona mayor seguridad y flexibilidad para poder integrar una capacidad creciente de generación renovable. REE revisó en enero de 2025 la forma en la que presenta la información sobre el balance eléctrico distinguiendo entre la energía que proviene directamente de unidades de generación de aquella otra que proviene de unidades de almacenamiento, que han consumido previamente electricidad del sistema para poder cargarse²².

Gráfico 9. Energía turbinada por el bombeo y energía entregada por las baterías (2020-2025)

Fuente: REE y elaboración propia.

El Gráfico 9 muestra la evolución de la energía entregada por el almacenamiento al sistema en 2020-2025. Como cabe esperar, la entrada de la generación renovable y el aumento de la volatilidad de los mercados de

²² De ese modo, la energía almacenada y luego devuelta a la red, que en la actualidad es prácticamente en su totalidad energía procedente de la turbinación hidroeléctrica tras el bombeo, ha dejado de considerarse como generación. Naturalmente, hay consumos previos para bombear el agua o para cargar las baterías y el balance del almacenamiento va a ser siempre negativo en perspectiva anual por las pérdidas entre la energía consumida y la posteriormente generada

corto plazo está llevando a un aumento de la utilización de la capacidad instalada del bombeo hasta máximos históricos. Sin embargo, la aportación de las baterías es completamente marginal, ya que el parque de baterías a final de 2025 seguía siendo prácticamente inexistente: 95,7 MW, frente a 3.341 MW del bombeo.

El objetivo de almacenamiento en el PNIEC es de 18,5 GW para el año 2030 (sin incluir el almacenamiento de la termosolar) y, de momento, no se ha progresado en términos de nuevos despliegues, con tal solo 70 MW en nuevas baterías a lo largo de 2025 y ninguna capacidad adicional en bombeo. Actualmente hay concedidos más de 11 GW de permisos de acceso y conexión a las redes para baterías y se espera que en 2026 comience un importante despliegue de estas, apoyado en subvenciones procedentes del PRTR. En concreto, como se muestra en el Cuadro 4, en septiembre de 2024 se resolvió la primera convocatoria de ayudas a proyectos de almacenamiento energético independiente (*stand alone*), con una potencia de 0,69 GW. La cantidad asignada fue de 150 M€, lo que implica una subvención media de 217 mil euros por MW instalado. A ella le siguió la primera convocatoria de almacenamiento hibridado con renovables, con 904 MW de potencia a instalar. En ambos casos la fecha de puesta en servicio, que en principio debía ser antes de finalizar 2026, puede extenderse hasta el año 2029 tras la aprobación de la Orden TED/1444/2025. Adicionalmente, en diciembre de 2025 se asignaron 666 M€ a 126 proyectos de baterías (*stand alone* e hibridadas), con la particularidad de que en este caso se ha utilizado el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER 2021-2027), con gestión centralizada del IDAE pero con reparto del presupuesto por Comunidades Autónomas.

Cuadro 4. Proyectos de baterías con ayudas del PERTE ERHA y FEDER

Programa / convocatoria	Fondo	Potencia total (MW)	Fechas puesta en servicio¹	Subvención total
Primera convocatoria de ayudas para proyectos innovadores de I+D de almacenamiento energético	PRTR	24,8	30/06/2026	10 M€
IntAlmac – Línea 1: Almacenamiento eléctrico independiente	PRTR	6,90,2	31/12/2026	150 M€
HIALMAC – 1ª convocatoria: almacenamiento energético hibridado con renovables	PRTR	904	30/06/2026	150 M€
Proyectos innovadores de almacenamiento cofinanciados con FEDER 2021–2027 – 1ª convocatoria (solo baterías)	FEDER	1.700	31/12/2029	666 M€

Nota: 1. En el Cuadro figura el plazo original. La Orden TED/1444/2025, de 11 de diciembre, amplió el plazo máximo a los tres programas financiados con cargo al PRTR hasta el 31/12/2028.

No resulta fácil determinar qué instalaciones subvencionadas con cargo al PRTR han entrado ya en funcionamiento ni cuál es el grado real de ejecución de los proyectos. En marzo de 2026, la potencia instalada de baterías en España ascendía a 135 MW, de los cuales casi la mitad correspondía a dos proyectos ubicados en Cuenca y financiados con apoyo del PERTE ERHA. El resto de las instalaciones actualmente operativas presenta una dimensión mucho más reducida, con tamaños que no superan los 5 MW.

A esta cifra debe añadirse el almacenamiento en baterías detrás del contador, tanto en hogares como en empresas, sobre el que no existen datos oficiales, ya que estas instalaciones no requieren inscripción en un registro específico. En este ámbito, las estimaciones disponibles difieren según la fuente. UNEF ofrece una cifra más elevada que APPA y sostiene que, a comienzos de 2025, habría instalados 2.205 MWh de almacenamiento asociado al autoconsumo. Conviene precisar que la magnitud que suelen aportar las asociaciones sectoriales es la capacidad energética, expresada en MWh, es decir, la cantidad total de energía

que puede almacenar una batería. Sin embargo, la magnitud habitualmente utilizada para medir la capacidad de generación, y también la que emplea REE para el almacenamiento centralizado, es la potencia máxima de descarga, expresada en MW.

Si se asume una duración típica de descarga de 2,5 horas, situada en el punto medio del intervalo más habitual de entre 2 y 3 horas, esos 2.205 MWh equivaldrían a una potencia instalada de 882 MW. Esta cifra superaría, de hecho, el objetivo mínimo de almacenamiento detrás del contador fijado en la Hoja de Ruta del Autoconsumo, que era de 400 MW. Por su parte, APPA Renovables estima una capacidad instalada de 1.028 MWh en 2025, lo que, bajo el mismo supuesto de conversión, equivaldría a 411 MW. Ante la ausencia de criterios sólidos para otorgar mayor fiabilidad a una u otra estimación, cabe concluir, con el lógico margen de incertidumbre, que la potencia instalada de almacenamiento detrás del contador podría situarse en torno a los 650 MW²³.

En relación con el bombeo, la situación actual es que siguen sin progresar, o lo hacen muy lentamente, los muchos proyectos que hay en curso y que, en una parte importante, ya disponen de capacidad de acceso y conexión a la red. En agosto de 2024 se autorizó la construcción para 0,5 GW de bombeo en Navaleo (León), seguida en septiembre de 2025 de la autorización de construcción en Velilla del Río Carrión (Palencia). Ambos proyectos recibieron ayudas del PERTE ERHA (véase Cuadro 5) y, en teoría, deberán concluir su puesta en marcha el 31 de diciembre de 2030. Sin embargo, ello resulta improbable dado que no han comenzado aún las obras y estos proyectos requieren de una ejecución muy larga. Otros proyectos de bombeo concedidos en el marco del PRTR tienen Declaración de Impacto Ambiental (DIA) favorable, pero no autorización de construcción, por lo que no cabe esperar en ningún caso que estén disponibles antes de final de la década. También, en el marco de la convocatoria con fondos del FEDER señalada con anterioridad, se han concedido ayudas adicionales a 182 MW en instalaciones de bombeo²⁴. A su vez, continúan en distintas fases previas proyectos de ampliación de bombeos ya existentes (Muela IV, Aguayo II, etc.) y se avanza en la construcción del bombeo de 0,2 GW por REE en Gran Canaria. Adicionalmente, se ha anunciado uno nuevo en la isla de Tenerife que, en el mejor de los casos, no estaría disponible hasta bien entrada la próxima década. En definitiva, dados los tiempos que se requieren para la tramitación y la construcción de nuevos bombeos, o incluso la ampliación de los ya existentes, va a resultar muy difícil que pueda estar operativos más de 1 GW de bombeo adicional para el final de esta década.

Cuadro 5. Proyectos de bombeo con ayudas del PERTE ERHA y FEDER

Programa / convocatoria	Fondo	Potencia total (MW)	Fechas puesta en servicio ¹	Subvención total
1ª convocatoria de bombeo reversible (BORALMAC 1)	PRTR	2.000	31/12/2030	100 M€
Proyectos innovadores de almacenamiento cofinanciados con FEDER 2021–2027 – 1ª convocatoria (solo bombeos)	FEDER	182	31/12/2029	95 M€
2ª convocatoria de bombeo reversible (BORALMAC 2), en proceso de resolución	PRTR		30/06/2035	90 M€

²³ En relación con este asunto de disponibilidad de información sobre las baterías detrás del contador, y desde el punto de vista estadístico, se produce una situación muy similar a la de la generación distribuida (autoconsumo), sobre la que hasta ahora solo se había dispuesto de información no oficial procedente de asociaciones sectoriales. Solo muy recientemente REE ha integrado esa información de la potencia del autoconsumo, básicamente en tecnología fotovoltaica, en sus estadísticas sobre potencia instalada.

²⁴ En estos momentos (marzo de 2026) se encuentra sin resolver la segunda convocatoria específica de bombeo reversible (BORALMAC 2).

Notas: 1. Dos de los cuatro proyectos de bombeo reversible que recibieron ayudas en BORALMAC tenían fecha de puesta en servicio para mayo de 2029.

3.4. Hidrógeno y biogases

Si bien, como se ha señalado, es altamente probable que en los próximos meses comiencen a estar conectados a la red algunos cientos de MW de baterías, el escenario en el despliegue del hidrógeno renovable continúa siendo de un claro ajuste de expectativas. No se trata de una circunstancia exclusiva de España, sino que es una situación que se presenta en todos los países. A ese respecto, la Agencia Internacional de la Energía (IEA, 2025) llama la atención sobre el hecho de que el hidrógeno de bajas emisiones no esté cumpliendo con las ambiciones fijadas, frenado por los altos costes²⁵, la incertidumbre de la demanda y el entorno normativo, junto al lento desarrollo de las infraestructuras.

Es cierto que hay un importante número de proyectos de generación de hidrógeno renovable con ayudas ya concedidas, bien en el marco de PRTR o bien procedentes del Banco Europeo del Hidrógeno. En concreto, desde distintos programas del PERTE ERHA (H2-Pioneros I y II, Cadena de valor H2 y Valles del H2) se han concedido subvenciones para 3.065 MW. A ellos se unen ayudas directas a 652 MW en el marco del Proyecto Importante de Interés Común Europeo (IPCEI) Hy2Use, así como subvenciones a 1.134 MW procedentes de las dos primeras subastas del Banco Europeo del Hidrógeno. A final de 2025 se abrió la tercera subasta del Banco Europeo del Hidrógeno, cuyos resultados está previsto conocer en junio de 2026. Por último, en noviembre de 2025 se concedieron ayudas a 160 MW adicionales haciendo uso del mecanismo *auction as a service*²⁶, y el MITECO ha anunciado ayudas mediante ese mecanismo a proyectos españoles que no obtengan financiación europea. Hay proyectos que se han presentado a varios de esos mecanismos de apoyo y deben renunciar a alguno de ellos pero, incluso considerando ese doble conteo, lo cierto es que actualmente habría algo más de 4.000 MW de electrolizadores que han recibido subvención, con más de 3.000 M€ de fondos nacionales (además de los europeos) asignados. La gran dificultad que afrontan esos proyectos es la de disponer de demanda firme de su producto. De hecho, ello ha llevado ya a la renuncia a la subvención por parte de algunos proyectos, especialmente en el marco del Banco Europeo del Hidrógeno. Como ya se adelantaba en Rodríguez (2025a), los proyectos que tienen mayores posibilidades de avanzar son los de generación de hidrógeno destinado a la sustitución del hidrógeno gris en la industria petroquímica y de fertilizantes pues, en ambos casos, se trata de una demanda que ya existe. También es previsible en el caso de algunos proyectos asociados a la generación de amoníaco y metanol verde, pero una parte muy significativa de los proyectos anunciados no van a estar en funcionamiento a lo largo de esta década.

No hay duda alguna de que una parte de los proyectos que han recibido subvención no van a salir adelante en los próximos años y nos vamos a situar a final de esta década muy lejos del objetivo de instalación de 12.000 MW de electrolizadores. De momento, la potencia instalada no pasa de unas pocas decenas de MW. La inmensa mayoría de proyectos siguen en estados previos a la decisión de inversión y los avances más

²⁵ El índice ibérico del precio del hidrógeno renovable (IBHYX), elaborado por Mibgas, que calcula el coste nivelado de producción del hidrógeno renovable de acuerdo con los criterios establecidos en los actos delegados para la obtención de RFNBO, se situó en 2025 en 6,0 €/Kg. Como referencia, ese precio es aproximadamente el triple del precio del hidrógeno gris, que habitualmente se sitúa en una banda de 1,5-2,5 €/Kg, dependiendo del precio del gas natural.

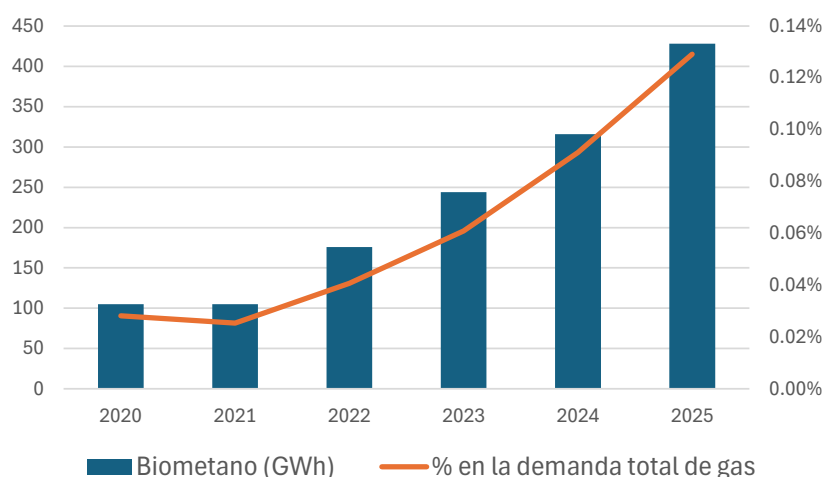
²⁶ Se corresponde con ayudas del FEDER a proyectos que fueron preseleccionados por la Comisión Europea en la segunda subasta general del Banco Europeo del Hidrógeno, pero no percibieron ayudas del presupuesto europeo al agotarse los fondos (mecanismo de subastas como servicio).

significativos no se están produciendo en el ámbito del despliegue efectivo de capacidad de electrolización sino en el ámbito regulatorio, como posteriormente se analizará.

Un avance más significativo se está produciendo en el caso del biogás²⁷, para el que el PNIEC incorporó un objetivo de 20 TWh en 2030. Debe señalarse que la única información estadística actualizada sobre la producción de biogás en España proviene del Balance Energético. Sin embargo, hay que interpretarla con cautela porque hasta ahora gran parte del biogás se autoconsume en las mismas instalaciones donde se genera para la obtención de electricidad, habitualmente en modo de cogeneración de electricidad y calor. Con los datos del Balance, la producción de biogás en España en 2020 era de 323 ktep, incrementándose muy lentamente hasta 2023 (345,8 ktep). En 2024, último año disponible, la producción de biogás ha crecido un 8,4%, hasta 374,7 ktep, que equivalen a 4,3 TWh.

En el PNIEC no se ha establecido un objetivo específico para el biometano²⁸, si bien el RDL 7/2026 ha establecido un mandato para fijar objetivos anuales de penetración. En este caso sí se dispone de buena visibilidad estadística ya que el Gestor Técnico del Sistema informa sobre cuál es la cantidad de biometano inyectada en la red de gas, tanto de transporte como de distribución. El Gráfico 10 muestra su evolución en el periodo 2020-2025, que ha sido claramente creciente, alcanzando 428 GWh en el último año. Sin embargo, su peso en relación con la demanda de gas natural sigue siendo insignificante y se sitúa en el 0,13% en este último año. Los datos más recientes, de comienzos de 2025, indican que hay 11 instalaciones de generación de biometano inyectando en la red de gas. En ese sentido, se observa una importante actividad en el desarrollo de proyectos de nuevas plantas de biogás/biometano, aunque dada la falta de estadísticas adecuadas no es posible hacer un seguimiento sobre el cumplimiento del objetivo comprometido en el PNIEC. Como en otros casos, parte del despliegue de nuevas instalaciones está apoyado por el PRTR.

Gráfico 10. Producción de biometano y porcentaje en relación con la demanda de gas natural (2020-2025)



Fuente: Enagás (GTS) y elaboración propia.

²⁷ El biogás se obtiene fundamentalmente de los lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales, de la fracción orgánica de los residuos urbanos y de los residuos agrícolas y ganaderos.

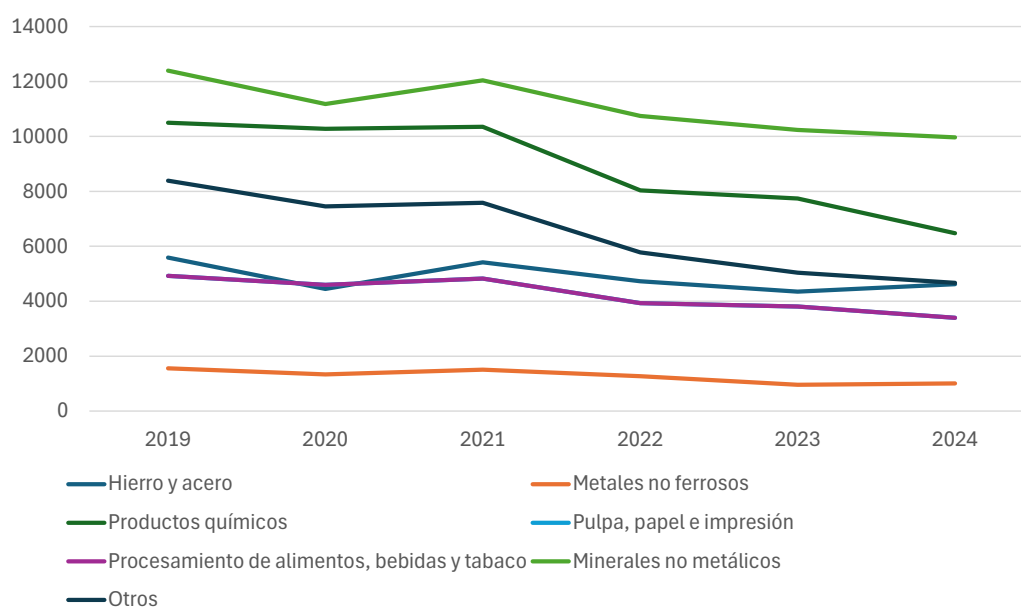
²⁸ El biogás puede pasar por un proceso de *upgrading* para la producción de biometano, que posibilita su inyección en la red de gas natural

4. El avance de la descarbonización en los usos finales de la energía

La industria

La descarbonización de la industria implica la reducción de emisiones vinculadas a dos tipos de actividades. En primer lugar, al consumo de hidrocarburos que las industrias realizan en sus procesos productivos. El PNIEC plantea como escenario objetivo que las emisiones por combustión en la industria pasen de 41.182 miles de tCO₂eq en 2019 hasta 28.197 miles de tCO₂eq en 2030; esto es, una reducción de las emisiones del 41,5% a lo largo de la década. Desde 2019 hasta 2024 las emisiones se redujeron un 31,5% apoyada, como se indicó en el segundo apartado, en una reducción interanual del 5,6% en 2024. El PNIEC no establece objetivos por sectores industriales, pero el Gráfico 11 ofrece información desagregada a partir del Inventario de emisiones. Como puede observarse, la industria que más ha contribuido a esa reducción en los últimos años ha sido la industria química, que por sí sola contabiliza un 26% de toda la reducción de emisión en los procesos de combustión industrial entre 2019 y 2024. De hecho, fue también el sector que más redujo sus emisiones de combustión en 2024. Por el contrario, son los sectores de hierro y acero, por un lado, y de minerales no metálicos, por otro, los que menos han reducido sus emisiones entre 2019 y 2024 (un 17,3% y un 19,6%, respectivamente).

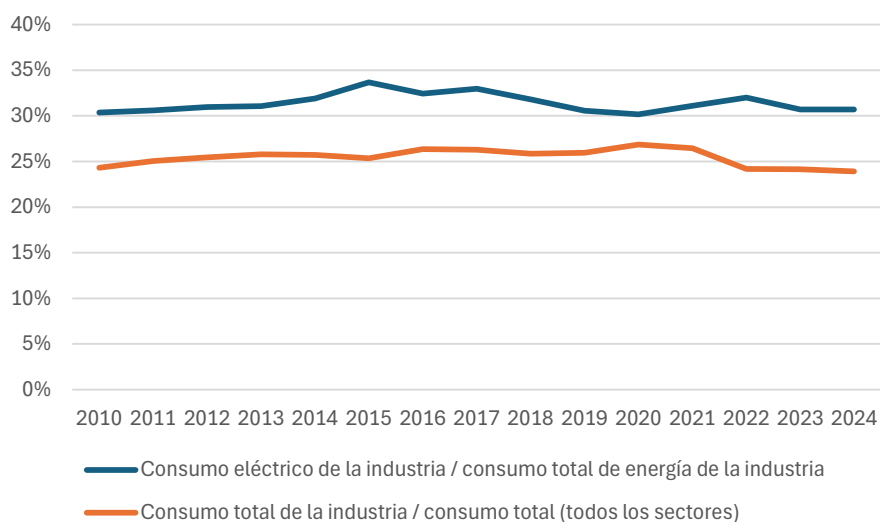
Gráfico 11. Emisiones por combustión en manufacturas y construcción (miles de toneladas de CO₂eq)



Fuente: Inventario de emisiones y elaboración propia.

Un instrumento básico en la reducción de emisiones del sector industrial es el avance en su electrificación, lo que permite desplazar consumos de combustibles fósiles, si bien el PNIEC no establece ningún objetivo cuantificable. Sin embargo, el Gráfico 12 pone de manifiesto que sigue sin observarse un avance de la electrificación en el sector industrial (línea azul), con un peso relativo de la electricidad en el consumo final del 30,7% en 2024, que es idéntico al porcentaje del año previo. El sector industrial también mantiene su peso en el consumo final de energía (línea naranja) en una proporción muy cercana al 24%, por lo que cabe concluir que el sector industrial no está aportando al avance de la electrificación en los consumos finales de energía.

Gráfico 12. Electrificación de la industria y peso relativo en el consumo de energía (en porcentajes)



Fuente: Balance Energético y elaboración propia.

Por lo que se refiere a las emisiones de proceso, que son el segundo componente de las emisiones de la industria, han evolucionado de modo muy positivo y ya en 2024 se habría superado la reducción prevista por el PNIEC para toda la década. El desglose de emisiones por gases que se muestra en el Cuadro 6 permite comprobar que ello es consecuencia fundamentalmente de una reducción en las emisiones de CO₂ y de mezcla de HFCs y PFCs. Adicionalmente, los datos del Inventario muestran que el principal responsable de la reducción de emisiones de procesos entre 2019 y 2024 es la producción de cemento, que por si solo representa casi dos tercios de la reducción global en procesos industriales en ese periodo.

Cuadro 6. Emisiones en procesos y usos industriales por tipo de gas (en miles de toneladas de CO₂eq)

	2019	2024	Variación
CO ₂	18.360	14.831	-19,2%
CH ₄	139	123	-11,4%
N ₂ O	871	703	-19,3%
HFCs	4.167	4.345	4,3%
PFCs	49	3	-93,5%
Mezcla de HFCs y PFCs	1.365	77	-94,4%
SF ₆	235	248	5,4%
Total	25.185	20.329	-19,3%
<i>Promemoria: Variación total 2019-2030 en PNIEC</i>			
	2019	2030	Variación
Total	25.185	21.574	-14,3%

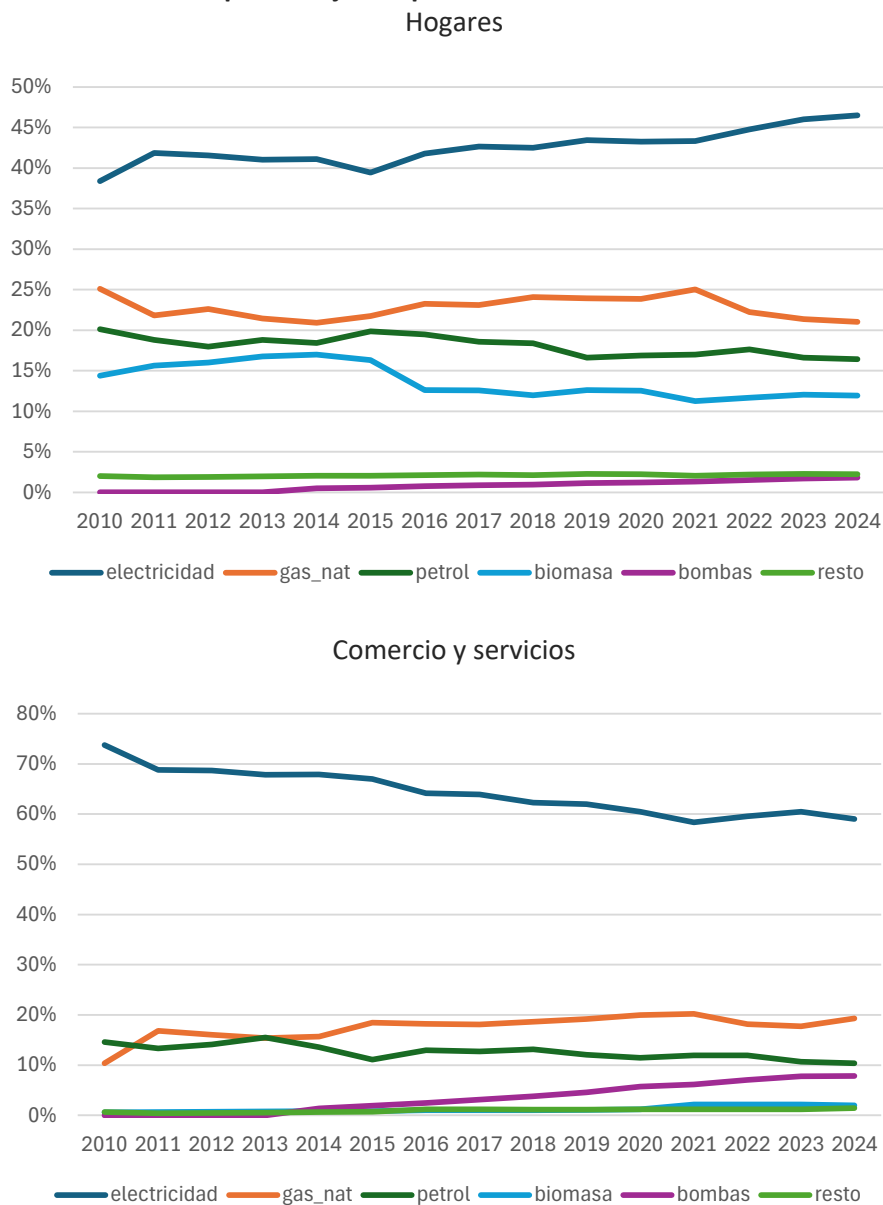
Fuente: Inventario de emisiones y elaboración propia.

Los edificios

Los hogares y el sector de comercio y servicios (en el que se aglutinan también buena parte de las oficinas) representaron, respectivamente, el 17,4% y 13,9% del consumo final de energía en España en 2024 (17,9% y 13,2% en 2023, respectivamente). Las necesidades energéticas de estos dos sectores están determinadas por

las necesidades de generación de calor para calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) y por el consumo eléctrico vinculado a electrodomésticos o equipamiento variado en hogares y oficinas. Como puede apreciarse en el Gráfico 13, estos dos sectores tienen un alto grado de electrificación: en 2024 un 46,5% y 59,0% del consumo energético de los hogares y comercio/servicios proviene de la electricidad, frente al 24,8% del conjunto de la economía.

Gráfico 13. Consumo final de energía en hogares y comercio/servicios 2010-2024: porcentajes respecto al consumo final



Fuente: Balance Energético (IDAE) y elaboración propia.

Con una perspectiva de largo plazo (últimos 15 años), en los hogares se detecta un lento aumento de la electrificación. De hecho, en 2024 se apreció un aumento de un punto porcentual con respecto al año precedente. Sin embargo, la tendencia en el sector de comercio/servicios ha sido la contraria debido a un aumento del peso relativo del gas natural, que pasa de valores situados en el entorno del 10% en el año 2010 al 20% en la actualidad. Ese aumento ha sido mayor que la caída del peso de los hidrocarburos líquidos en su balance de consumo final. Un aspecto positivo en ambos casos es que en 2024 continúa la progresión

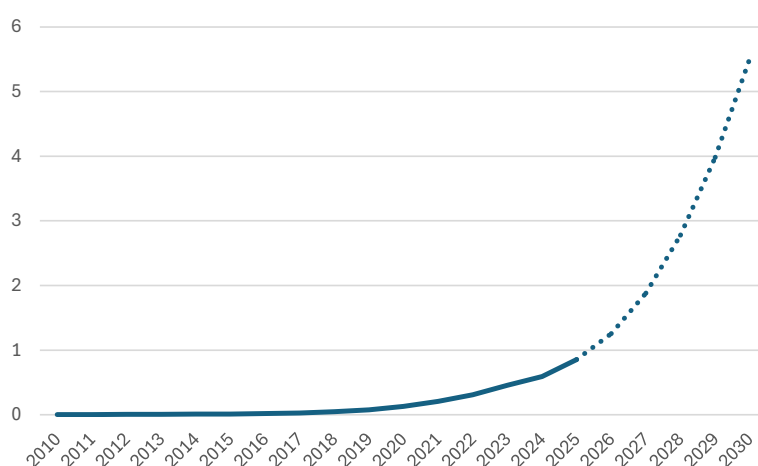
ascendente de las bombas de calor en el consumo final, aunque todavía con niveles de penetración muy reducidos, especialmente en el caso de los hogares.

Dada que estos dos sectores tienen una participación muy importante en el consumo de energía total, situada en torno al 31%, y dado que una parte relevante de ese consumo se apoya en combustibles fósiles, la descarbonización del consumo vinculado a edificios (residencias, oficinas, locales comerciales, ...) tiene un importante protagonismo en la reducción de emisiones del PNIEC. El Gráfico del Anexo 2 muestra la evolución de las emisiones reales en los sectores comercial/institucional y residencial, así como la proyección estimada para el cumplimiento del objetivo de emisiones a 2030 del PNIEC, que implica una reducción del 44,7% entre el año 2019 y el año 2030. Hasta el año 2024 esa reducción ha sido del 7,9%. El mal resultado para 2024 que ya se había recogido en el Cuadro 2, con un aumento interanual de las emisiones del 2,9%, se debió al notable incremento en el ámbito comercial/institucional (6,6%), ya que las emisiones en el sector puramente residencial apenas aumentaron (0,5%).

El transporte

El transporte es el sector crucial para el cumplimiento de los objetivos de descarbonización para 2030 asumidos en el PNIEC, pues deberá aportar casi un 40% de la reducción global de emisiones requerida desde 2024 hasta el final de esta década. Ello depende de lo que ocurra en el transporte por carretera, ya que este concentra en torno a un 93% de las emisiones de todo el transporte en España en 2024. Para lograrlo, el PNIEC plantea diversos objetivos e hipótesis, pero la más relevante es la de disponer de un parque de vehículos electrificados de 5,5 millones de unidades en 2030. Se trata de un objetivo en términos de stock que, obviamente, se nutre del flujo neto de matriculaciones. A ese respecto, la matriculación de vehículos electrificados en 2025 progresó muy bien, con 254.783 vehículos, un 92% más que el año anterior, cuando se había registrado un estancamiento de las matriculaciones de este tipo de vehículos. Ello representó un 17,9% del total de vehículos matriculados en España en 2025, frente al 10,2% en 2024.

Gráfico 14. Evolución del parque de vehículos electrificados hasta 2025 y proyección a 2030 para el cumplimiento del objetivo del PNIEC (en millones de vehículos)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la DGT.

El Gráfico 14 muestra la evolución del parque de vehículos electrificados desde el año 2010 hasta 2025, extendiendo la serie con una proyección que permitiría alcanzar el objetivo de 5,5 millones de vehículos electrificados en 2030. Si bien se están observando crecimientos importantes, pasar del parque actual, situado en torno a 854 (AEDIVE) mil vehículos electrificados, hasta los 5,5 millones de vehículos del PNIEC en 2030 exigirá una cuota de matriculaciones de vehículos electrificados en relación con el total anual de

matriculaciones que debería ser cercana al 100% en los años finales de esta década, lo que no resulta realista²⁹. Como se señaló en la primera edición de este Observatorio, lo razonable es esperar un parque del entorno de 3 millones de vehículos electrificados al finalizar esta década, esto es, aproximadamente algo más de la mitad del objetivo planteado en el PNIEC.

Cuadro 7. Parámetros sobre el transporte incluidos en el escenario del PNIEC (2019-2030) y comparación con la variación observada hasta 2025.

	PNIEC			INE y Ministerio de Transportes	
	2019	2030	Variación 2019-2030	Variación 2019-2025	Variación 2024-2025
Pasajeros/km					
Autobuses	43.295	87.114	101,2%	16,9%	4,3%
Automóviles	502.359	397.101	-21,0%	n.d.	n.d.
Ferrocarril	36.816	67.285	82,8%	31,2%	-1,3%
Mercancías (tm/km)					
Carretera	301.631	324.346	7,5%	8,8%*	
Ferrocarril	36.816	67.285	82,8%	4,8%	18,9%

*EL dato corresponde a la variación 2019-2024, ya que el dato de 2025 no está aún disponible.

Fuente: PNIEC, Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, INE y elaboración propia.

La reducción de emisiones asociada a la electrificación del parque de vehículos se vería acompañada en el PNIEC del efecto derivado del cambio modal. En el Anexo D del PNIEC (Tabla A.49) se recogen los valores supuestos para un amplio conjunto de parámetros y variables, entre ellos los relativos al transporte, que muestran con claridad la dimensión del cambio modal que se desea. El Cuadro 7 muestra los parámetros que se contemplan en el PNIEC para el año 2030 y su variación con respecto al año 2019, evitando la distorsión que causaría la comparación con el año 2020. Los datos del INE hasta 2025 muestran³⁰ que, efectivamente, se ha producido un aumento relevante del volumen de pasajeros transportados en autobús y ferrocarril, especialmente en este último medio si bien en 2025 se habrían reducido con respecto al año previo. Debe recordarse que en 2025 se mantuvieron distintos mecanismos de subvención de precios al transporte colectivo. Sin embargo, como también se muestra en el Cuadro 6, el supuesto sobre el desplazamiento hacia el transporte de mercancías mediante ferrocarril solo ha comenzado a manifestarse de modo muy moderado, y ello gracias al aumento sustancial registrado en el año 2025. Por el contrario, el transporte de mercancías

²⁹ En 2025 se matricularon en torno a 1,63 millones de vehículos de todo tipo, incluyendo 1,15 millones de turismos y todoterrenos y 0,24 millones de motocicletas, entre otros. En el caso de motocicletas (incluyendo scooters y quads) el porcentaje de matriculación de unidades eléctricas fue del 6,3% en 2025.

³⁰ Los datos para el transporte por autobús se extraen de la Estadística de Transporte de Viajeros, mientras que los datos de pasajeros y mercancías en ferrocarril se extraen de la Estadística de Transporte Ferroviario, ambas elaboradas por el INE. En el caso del ferrocarril los datos están en pasajeros/km o en toneladas/kilómetros, como en el PNIEC. Sin embargo, en el caso del transporte por autobús el dato del INE es en términos de pasajeros, por lo que la variación mostrada en el Cuadro 7 es una aproximación a la variación 2019-2025 en términos de pasajeros/km, que es la unidad utilizada en el PNIEC. Por último, la variación en el transporte de mercancías por carretera se ha calculado a partir de la Encuesta Permanente que elabora el Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, y también están en toneladas/kilómetro, como en el PNIEC.

por carretera continúa creciendo y, hasta 2024 (no se dispone aún del dato de 2025) ya lo ha hecho en una proporción superior a la esperada por el PNIEC para el total de la década. En definitiva, el aumento del transporte de mercancías se sigue canalizando a través de la carretera, como es habitual en España y, al menos de momento, no se vislumbra el esperado cambio modal hacia el ferrocarril.

Dependencia energética y ahorro de energía

Si bien la dimensión fundamental en el PNIEC se refiere a las políticas e instrumentos vinculados con la descarbonización, introduce también objetivos cuantificables en relación con las dimensiones de dependencia energética y de eficiencia energética. En relación con la dependencia energética, el PNIEC señala que se desea mejorar pasando del 73% en 2019 al 50% en 2030. La dependencia energética se mide como el porcentaje de importaciones netas (importaciones -exportaciones) en relación con la energía disponible en el país. Los datos del balance energético muestran que este indicador ha registrado importantes variaciones en los últimos años, con una caída acusada en los momentos de la pandemia y un aumento en 2022. Sin embargo, en 2025 ha vuelto a estabilizarse en valores cercanos al 69%, aún lejos del objetivo planteado para el final de esta década.

En el ámbito de la eficiencia energética, el PNIEC plantea varios objetivos en relación con el consumo de energía. La forma más sencilla de observar el progreso es comparar el nivel de consumo final en 2025 con el que debería de existir para satisfacer el escenario objetivo a 2030. En ese sentido, el Cuadro 8 muestra la variación que establece el escenario objetivo del PNIEC entre los niveles de consumo final de energía en 2019 y 2030, que sería una reducción del 16,2% (Tabla 2.7 del PNIEC). Los datos del balance energético³¹ indican que se ha producido una reducción del 3,1% en el consumo final observada entre 2019 y 2024, un resultado que empeora claramente el conseguido hasta año previo (reducción del 6,6% entre 2019 y 2023). En su interpretación debe tenerse en cuenta que el fuerte crecimiento de los costes energéticos en 2021-2023 incentivó caídas del consumo. Esa situación ya no estuvo presente en 2024 y, en este último año, se registró un crecimiento interanual del 3,7% en el consumo final de energía.

Por último, el Balance de Energía provisional de 2025 indica³² que el consumo final de energía creció un 2,9% en 2025, lo que sitúa el nivel de consumo prácticamente en valores similares a los de 2019. Todo apunta, por tanto, a que será imposible siquiera aproximarse al objetivo de ahorro energético comprometido para el final de la década. Con todo, no conviene perder de vista que se trata de un objetivo de carácter instrumental: lo verdaderamente relevante es que la evolución del consumo energético se desacople en la mayor medida posible de la evolución de las emisiones

Cuadro 8. Consumo final de energía en el PNIEC (2019-2030) y en el Balance Energético (2019-2024)

	PNIEC		Balance energético	
	2019	2030	2019	2024
Consumo final (ktep)	85.553	71.709	87.032	84.309
Variación	-16,2%		-3,1%	

Fuente: PNIEC, Balance Energético de España (Miteco) y elaboración propia.

³¹ El cómputo de la energía final incluido en el PNIEC no es el mismo que el dato proporcionado por el propio Miteco sobre la base del Balance Energético ya que los conceptos incluidos no coinciden totalmente. Los datos del PNIEC son los contenidos en la Tabla 2.7 y en ellos se excluyen los usos no energéticos. Los datos de energía final del balance energético son los recogidos por el Miteco en el Balance, excluyendo también los usos no energéticos e integrando los siguientes conceptos: consumo final de energía más el consumo de aviación internacional, más el consumo en el sector de transformación en los altos hornos, menos el consumo de calor ambiente de las bombas de calor

³² No se dispone aún del desglose de datos del Balance Energético de 2025 que es necesario para el cálculo del Cuadro 8.

5. Una visión global del cumplimiento de objetivos

En este apartado se sintetiza el estado de cumplimiento de los principales objetivos marcados en el escenario a 2030 del PNIEC. Para ello, el Cuadro 9 muestra cuál es el camino recorrido a lo largo de esta década en relación con los principales indicadores ya analizados con anterioridad en este trabajo³³. Para homogeneizar la métrica, se ha construido para cada variable un indicador sobre el cumplimiento actual del objetivo, que se muestra en la última columna del cuadro. Ese indicador emplea una escala donde el año 2019 fija el nivel de partida (0) y el año 2030 el nivel objetivo (100) en cada una de las variables. Se ha evitado usar el año 2020 como punto de partida por el efecto distorsionador de la pandemia. De ese modo, por ejemplo, un resultado igual a 60 para el indicador en el año más reciente, que puede ser 2024 o 2025 según la disponibilidad de información, indica que en la primera mitad de esta década se ha recorrido ya un 60% de la variación requerida en esa variable para transitar entre la posición de partida al comienzo de la década y la que se desea tener al final de la misma, que es el escenario objetivo a 2030 del PNIEC.

Cuadro 9. Grado de cumplimiento de los objetivos del PNIEC

	Objetivo de variación en el PNIEC			Situación en el año más reciente			
	2019	2030	Diferencia 2030-2019	Año más reciente disponible	Diferencia 2025(24)-2019	Cumplimiento del objetivo (0-100)	
Emisiones (miles tCO₂eq.)							
Total	310.261	195.189	-115.072	2024	267.707	-42.554	37,0
Transporte	91.430	59.577	-31.853	2024	90.374	-1.056	3,3
Generación eléctrica	43.969	12.102	-31.867	2024	26.304	-17.664	55,4
Industria (combustión)	48.182	28.197	-19.985	2024	32.991	-15.191	76,0
Industria (procesos, uso)	25.185	21.574	-3.611	2024	20.329	-4.856	134,5
Residencial, comercial e institucional	25.524	14.117	-11.407	2024	23.504	-2.020	17,7
Agricultura	34.273	28.439	-5.834	2024	33.249	-1.024	17,6
Residuos	17.307	11.322	-5.985	2024	17.288	-18	0,3
Refino	10.229	5.670	-4.559	2024	9.827	-402	8,8
Otras ind. energéticas	890	757	-133	2024	753	-137	103,2
Otros sectores	9.159	11.096	1.937	2024	9.328	169	8,7
Emisiones fugitivas	4.115	2.338	-1.777	2024	3.760	-355	20,0
Capacidad instalada (MW)							
Fotovoltaica	9.567	76.277	66.710	2025	49.885	40.318	60,4
Eólica	25.716	62.054	36.338	2025	33.274	7.558	20,8
Almacenamiento	6.000	18.913	12.913	2025	6.000	0	0,0
Participación de las renovables (%)							
En generación eléctrica	37,8%	81,0%	43,2%	2025	55,5%	17,7%	41,0
En consumo final de energía	17,9%	48,0%	30,1%	2025	25,8%	7,9%	26,2
Vehículos eléctricos (miles)							
	74	5.500	5.426	2025	830	756	13,9
Consumo energía final (ktep)							
	87.032	72.949	-16,2%	2024	84.309	-3,1%	19,3
Dependencia energética							
	73%	50%	-23%	2025	69,3%	-3,7%	16,1

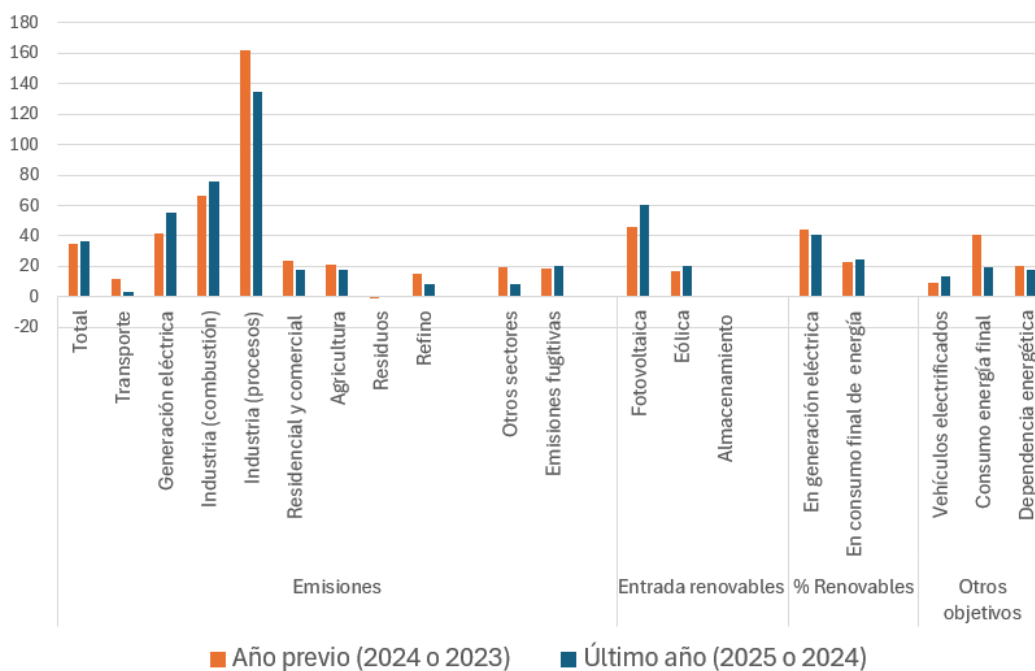
Fuente: elaboración propia a partir de datos extraídos de PNIEC, Miteco, INE, IDAE, DGT, REE y AEDIVE.

³³ El PNIEC introduce objetivos en otros ámbitos sobre los que no se ha comenzado a transitar y, en consecuencia, no se han incluido en el Cuadro 8. Así, ocurre, por ejemplo, con el caso del hidrógeno.

En primer lugar, el Cuadro 9 muestra que hasta 2024 se había conseguido más de una tercera parte de la reducción de emisiones requerida, como muestra el nivel del indicador en 37,0. El camino hacia el cumplimiento del objetivo está muy avanzado en las emisiones industriales, pero el progreso es prácticamente nulo en otros ámbitos, como en el transporte, los residuos o el refino. En segundo, lugar, y en relación con el transporte, el avance en su electrificación está muy alejado del cumplimiento del objetivo del PNIEC en términos del parque electrificado (13,9). En tercer lugar, hasta 2025, el cumplimiento del objetivo es sustancial en la instalación de nueva capacidad fotovoltaica (indicador de 60,4), pero mucho más reducido en la eólica (20,8) y, especialmente, en el almacenamiento (0). Por último, el aumento de la penetración de renovables en la generación eléctrica va por buen camino (41,0), pero es mucho más lento en relación con el peso de las energías renovables en el consumo final de energía (26,2). Obviamente, esto último está estrechamente vinculado con el lento avance de la electrificación en diversas actividades ya analizado con anterioridad, como en el transporte o la industria.

Por último, el Gráfico 15 recoge la evolución del índice de cumplimiento (última columna del Cuadro 9) y lo compara con el valor del año anterior³⁴. Como puede observarse, la trayectoria seguida hasta ahora en algunos de los principales objetivos del PNIEC, particularmente en el ámbito del sector eléctrico (emisiones, despliegue fotovoltaico y peso de las renovables en el mix) es positiva y ha permitido completar entre el 40% y el 60% del camino hacia los objetivos comprometidos. Sin embargo, el trecho pendiente sigue siendo muy largo en el resto de los objetivos planteados.

Gráfico 15. Evolución en el cumplimiento de objetivos del PNIEC: año más reciente vs año previo



³⁴ La edición 2026 del Inventario de emisiones modifica ligeramente el nivel de emisiones de cada sector en 2019. Los datos que se muestran en el Gráfico 15 son, por tanto, ligeramente distintos a los mostrados en la primera edición de este Observatorio. Se omite el valor de Otras industrias energéticas.

6. Conclusiones

En 2024 se ralentizó notablemente el ritmo de reducción de las emisiones de efecto invernadero de España, con tan solo una caída del 0,8% con respecto al año previo. Ello aleja la posibilidad de cumplimiento del objetivo fijado en el PNIEC de una reducción de las emisiones del 32% en 2030 en relación con el año 1990, que exige reducciones anuales acumulativas del 5,2% en lo que resta de década. De este modo, cerraríamos casi la mitad del periodo contemplado en el PNIEC habiendo reducido las emisiones en un entorno del 5%, apenas una sexta parte del objetivo comprometido. Más preocupante es que, aunque el dato de avance de 2025 no se conocerá hasta el final de 2026, la estimación realizada en este trabajo prevé un aumento de las emisiones para 2025, alejando más el cumplimiento del objetivo. Estos resultados también ponen de relieve las dificultades que plantea la ruta de descarbonización para la siguiente década, teniendo en cuenta que ya está aprobado el compromiso europeo de reducción de emisiones del 90% para 2040 y que existen, además, objetivos intermedios muy exigentes para 2035.

El insuficiente resultado en 2024 se produjo a pesar de que el sector eléctrico tuvo una contribución extraordinariamente positiva en este año, con una reducción en sus emisiones del 14,6%, que se vio también acompañada por la continuidad en la reducción de las emisiones de combustión en la industria. Sin embargo, el resto de sectores mostraron incrementos de sus emisiones o, en el mejor de los casos, reducciones muy pequeñas. Por su peso relativo en el total de emisiones, sin duda es el transporte la actividad que ha impactado más negativamente en el mal resultado de 2024. El transporte, que como se señaló en Rodríguez (2020, 2023 y 2025a) es el elemento clave en el PNIEC para configurar el objetivo global de descarbonización, sigue mostrando una inquebrantable tendencia al alza en sus emisiones. No es posible esperar una reducción sustancial del nivel de emisiones globales en España a menos que esa tendencia se quiebre. A ese respecto, aunque en 2024 siguen observándose aumentos del uso de autobuses y del ferrocarril, tanto en pasajeros como en mercancías, el cambio modal está muy lejos de las más que optimistas previsiones realizadas en el PNIEC, que eran básicas para apoyar el objetivo global de reducción de las emisiones en el transporte. La buena noticia es que en 2025 sí ha avanzado de modo mucho más decidido que en el ejercicio anterior la electrificación del parque de vehículos. Pero, de nuevo, el problema es que el objetivo introducido en el PNIEC sobre el stock de vehículos electrificados era también tremendamente exigente y, con los datos de matriculación de 2025 y las trayectorias esperables en el próximo quinquenio, se mantiene el escenario previsible (y probablemente ya optimista) de un parque en el entorno de 3 millones de vehículos electrificados para 2030, frente a los 5,5 del escenario objetivo del PNIEC. Como es razonable, esa diferencia implica también mayores emisiones en el transporte por carretera que las previstas en el escenario objetivo del PNIEC.

El avance de la instalación de nueva potencia renovable para la generación eléctrica sigue pivotando de modo casi exclusivo en la capacidad fotovoltaica, que casi multiplicó por diez en 2025 la entrada de potencia eólica. Sin embargo, debe indicarse que ese potente ciclo de entrada de nuevos generadores fotovoltaicos no es sostenible en un contexto donde se produce una caída sostenida de los precios percibidos y un aumento de los vertidos, bien porque esos generadores no son casados en el mercado diario o bien porque son desplazados con posterioridad por las necesarias actuaciones del operador del sistema para garantizar el equilibrio y la seguridad en el funcionamiento del sistema. El precio medio capturado en 2025 ya se sitúa en el umbral de rentabilidad de muchos proyectos fotovoltaicos y, en ese sentido, cabe esperar una fuerte caída de la entrada a partir de 2027. En el caso de la generación eólica, sigue siendo clave mejorar la agilidad en la tramitación administrativa de los proyectos, tanto de nuevos parques como, muy particularmente, de la repotenciación de los existentes. La buena noticia es que, aunque sea de un modo moderado, la demanda eléctrica en 2025 ha vuelto a crecer, con una variación interanual del 2,8%. Pese a ello, el nivel de la demanda eléctrica sigue

estando un 3,2% por debajo de la registrada en 2019, si bien esa diferencia se reduciría si se contabilizase la demanda actual que se satisface mediante autoconsumo. El crecimiento de la demanda es fundamental para poder asegurar la sostenibilidad de la entrada adicional de capacidad renovable.

En estrecha conexión con lo anterior, en la primera mitad de esta década no se ha producido aún entrada efectiva de nueva capacidad de almacenamiento. Cabe esperar que este año 2026 marque un punto de ruptura con respecto a esa situación, con el comienzo de la entrada significativa de baterías. A ese respecto, en diciembre de 2025 se aprobó la Orden TED/1444/2025 que extiende el plazo de ejecución de múltiples proyectos financiados con cargo al PRTR, entre ellos los de baterías. Se ha tratado de una modificación adecuada, ya que se corría el riesgo de que muchos proyectos en este ámbito terminasen perdiendo las ayudas, lo que habría dificultado enormemente su entrada. En relación con el bombeo, en marzo de 2026 se ha iniciado un proceso de consulta previa para la unificación de procedimientos entre la parte de energía (autorizaciones), de medioambiente (evaluación de impacto) y de concesión de aguas, así como de coordinación entre el otorgamiento de la concesión para el uso del agua y los permisos de acceso y conexión a la red. Se trata sin duda de una iniciativa que apunta en el sentido adecuado, respondiendo a una queja habitual de los promotores y permitiendo solventar incertidumbres sobre el conjunto del proyecto. Pese a ello, la situación actual del bombeo sigue siendo la de parálisis en la entrada, resultando cada vez más difícil pensar que pueda producirse una entrada mínimamente significativa del mismo antes de finalizar esta década. En todo ello, como se señaló en la primera edición de este Observatorio, el impulso que pueda proporcionar el esperado mecanismo de capacidad³⁵ va a ser clave, pero ello va a depender de las condiciones y parámetros que en su momento se establezcan en las subastas correspondientes, que son desconocidas actualmente.

A lo largo del trabajo se han ido valorando las principales reformas en la regulación energética puestas en marcha en el último año, que deberán impulsar el avance de la descarbonización en los próximos años. La norma más importante ha sido, sin duda, el RDL 7/2026. En Rodríguez (2026) se hace un análisis detallado de su contenido y una valoración de su alcance, por lo que se remite a ese trabajo al lector interesado. Esa reforma se inserta en un amplio paquete normativo sobre redes eléctricas, con disposiciones aprobadas tanto por el MITECO como por la CNMC. Algunas de estas medidas, como las relativas a los límites de inversión en redes o a las especificaciones de detalle en materia de acceso, se encuentran todavía pendientes de culminar su tramitación. Otras normas en curso deben transponer Directivas o adaptar regulaciones nacionales a Reglamentos europeos ya aprobados, la mayoría de ellos en el ciclo legislativo anterior, como las normas correspondientes al mercado interior en electricidad y gas, o las relacionadas con el comercio de derechos de emisión, incluyendo el Plan Social para el Clima. En todos estos ámbitos, sería deseable que la legítima discrepancia política no impidiera alcanzar acuerdos básicos que contribuyan a dar estabilidad regulatoria y a facilitar el proceso de transición energética.

Referencias

Comisión Europea (2025). Informe sobre el estado de la Unión de la Energía de 2025. COM(2025) 667 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52025DC0667>

IEA (2025). Global Hydrogen Review 2025. <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2025>

³⁵ El mecanismo de capacidad, cuyo objetivo es remunerar la disponibilidad de potencia firme para garantizar la cobertura de la demanda (véase Anexo 6 en Rodríguez, 2025a), se encuentra aún pendiente de aprobación tras la segunda consulta de un Proyecto de Orden a finales de 2024.

IRENA (2025). Renewable Power Generation Costs in 2024.

<https://www.irena.org/Publications/2025/Jun/Renewable-Power-Generation-Costs-in-2024>

Miteco (2026). Documento de Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Edición 2026 (1990-2024). <https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/es-nid-edicion-2025.pdf>

Rodríguez, D. (2020). Una evaluación del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima. Fedea Estudios sobre la Economía Española 2020/09. <http://documentos.fedea.net/pubs/eee/eee2020-09.pdf>

Rodríguez, D. (2023). Sobre la revisión del PNIEC. Fedea Policy Paper 2023/06. <https://documentos.fedea.net/pubs/fpp/2023/10/FPP2023-06.pdf>

Rodríguez, D. (2025a). Estado actual y perspectivas de la descarbonización en España. Observatorio para el seguimiento de indicadores del PNIEC. Fedea Estudios sobre la Economía Española 2025/11. <https://documentos.fedea.net/pubs/eee/2025/eee2025-11.pdf>

Rodríguez, D. (2025b). Sobre el cierre de la central nuclear de Almaraz. Apuntes Fedea 2025/29. <https://documentos.fedea.net/pubs/ap/2025/ap2025-29.pdf>

Rodríguez, D. (2026). Análisis y valoración de las medidas de regulación energética del RDL 7/2026, Apuntes Fedea 2026/09. <https://documentos.fedea.net/pubs/ap/2026/ap2026-09.pdf>

Anexo 1: Estimación de emisiones en 2025

La metodología de las cuentas trimestrales de emisiones a la atmósfera³⁶ permite obtener el agregado anual como una simple suma de las emisiones trimestrales. Ese resultado tiende a situarse ligeramente por encima (en torno a un 3%) del dato proporcionado por el inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, como puede observarse en el Gráfico A.1, la evolución de ambas series es muy similar, lo que sugiere que el uso de la variación anual de las cuentas trimestrales de 2025, aplicado al nivel del inventario de 2024, es una buena aproximación del dato que finalmente se tendrá en el año 2025. Ese dato no se conocerá hasta diciembre de 2026.

Gráfico A.1 Variación interanual de emisiones: cuentas trimestrales e inventario



³⁶ Estas cuentas siguen la metodología del Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica (SCAM), disponible en https://www.ine.es/proyectos/cuentas_emisiones/proyecto_cuentas_emisiones_atmosfera_trimestral.pdf

Fuente: Cuentas trimestrales de emisiones a la atmósfera (INE), Inventario nacional de emisiones a la atmósfera (Miteco) y elaboración propia. El dato de 2025 se corresponde con los tres primeros trimestres.

Para los tres primeros trimestres de 2025, las cuentas trimestrales registran un crecimiento del 1,2% con respecto a igual periodo del año previo. Pendiente aún la publicación del cuarto trimestre, se ha realizado una estimación mediante un procedimiento en dos pasos. En primer lugar, para cada uno de los ocho sectores de actividad se realizaron previsiones de los últimos ocho trimestres observados (2023T4-2025T3), mediante cuatro regresiones de series temporales: naive estacional, regresión con tendencia y estacionalidad, regresión con el primer retardo y regresión con el cuarto retardo. Para cada uno de los ocho sectores se ha escogido el método con el menor error cuadrático medio (RMSE) de previsión en la ventana temporal indicada. En segundo lugar, se estima para cada sector el dato para 2025T4 usando el método escogido y la totalidad de la muestra disponible (2010T1-2025T3). El Cuadro A1 muestra los resultados obtenidos y la previsión realizada para el cuarto trimestre de 2025. Con esa previsión, junto con los datos de las cuentas trimestrales de emisión proporcionados por el INEC para los tres primeros trimestres, las emisiones totales en 2025 habrían crecido un 1,3% con respecto al año previo.

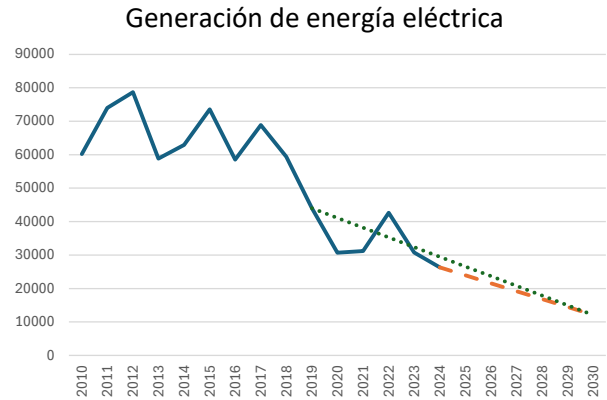
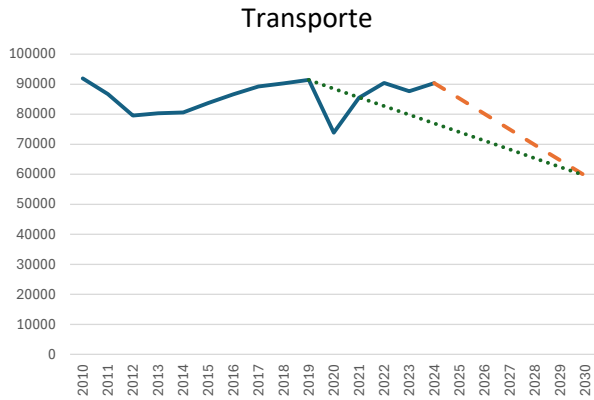
Cuadro A1. Predicción de emisiones para el cuarto trimestre de 2025.

Sector	Previsión 2025T4	RMSE			
		Naive estacional	T+E	T+E+r1	T+E+r4
Agricultura, ganadería y pesca (A)	11918.6	85.7	346.4	173.6	154.4
Industria manufacturera (C)	16216.2	464.8	854	354.9	567.3
Otras industrias (B y E)	4387.1	87.5	316.8	46.2	92.7
Electricidad, gas, vapor y aire acondicionado (D)	6505.3	1788.1	1706.9	1522.5	1439
Construcción (F)	1020.6	29.9	93.1	38.8	48.3
Servicios de transporte y almacenamiento (H)	9566	382.2	1042	473.1	828.5
Otros servicios (H, I a T)	4839.3	212.8	385.7	87.6	238.7
Hogares	17281.6	619.7	876.2	817.5	764.8

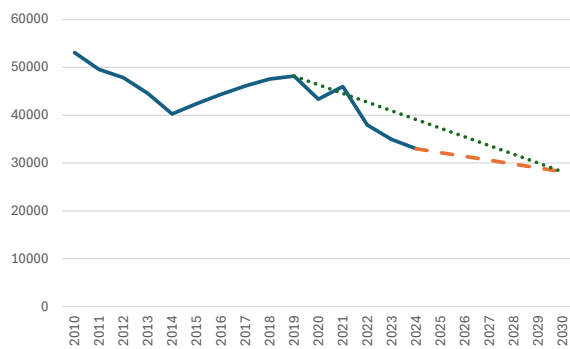
Nota: En Naive estacional el valor de un trimestre es el mismo trimestre del año anterior; T+E se refiere a una regresión con tendencia y estacionalidad; T+E+r1 se refiere a una regresión con tendencia, estacionalidad y el primer retardo; T+E+r4 se refiere a una regresión con tendencia, estacionalidad y el cuarto retardo. En todos los casos son regresiones por mínimos cuadrados ordinarios. La celda en gris indica el método seleccionado en cada sector a partir de la minimización del error cuadrático medio (RMSE) en la ventana temporal utilizada en la predicción (2023T4-2025T3).

Anexo 2. Emisiones brutas en 2010-2024 y proyecciones, por sectores (miles de toneladas de CO₂eq)

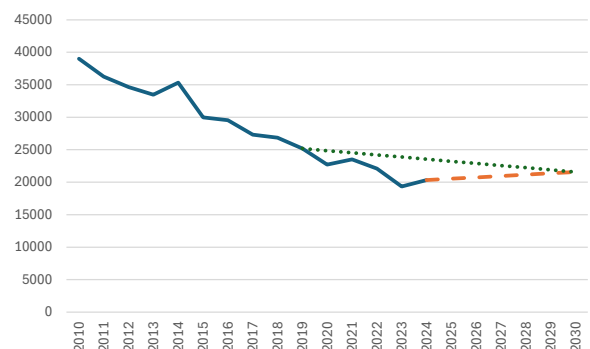
- Emisiones reales (2010-2024)
- - - Emisiones proyectadas desde 2024 para el cumplimiento del PNIEC (serie lineal 2025-2030)
- Emisiones proyectadas desde 2019 para el cumplimiento del PNIEC (serie lineal 2020-2030)



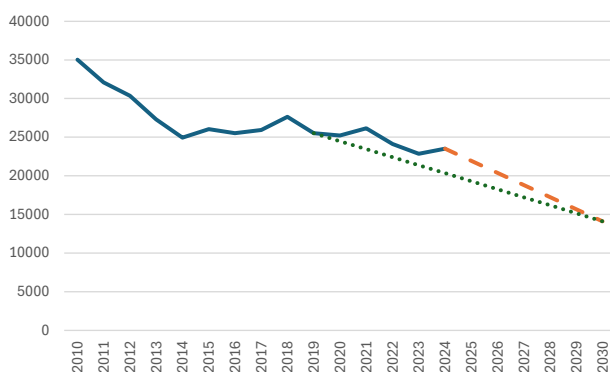
Sector industrial (procesos de combustión)



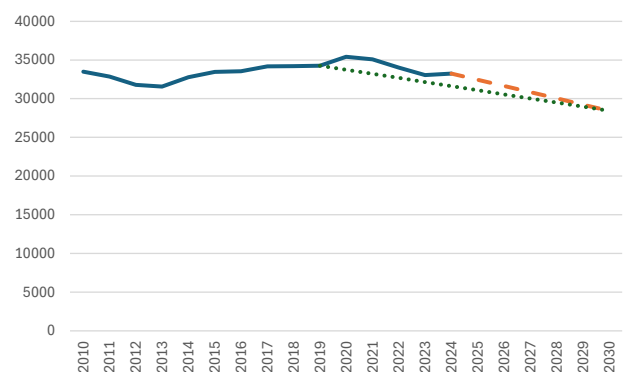
Sector industrial (emisiones de proceso, uso de productos y gases fluorados)



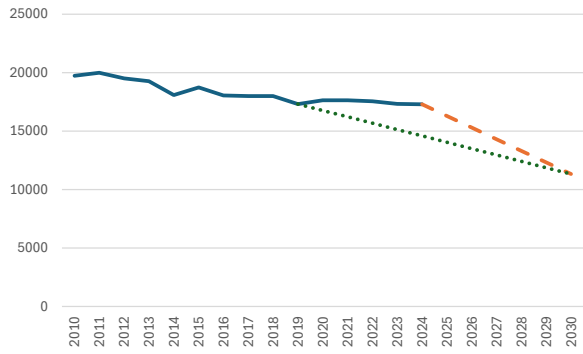
Sector residencial/comercial/institucional



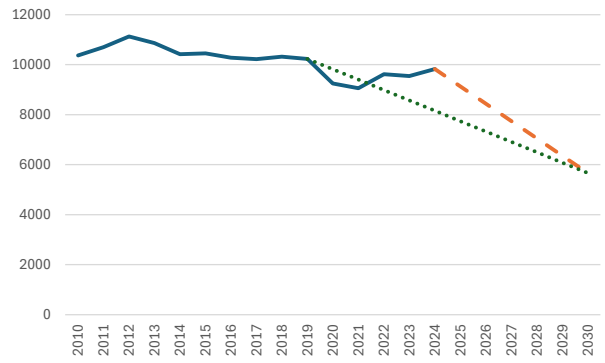
Agricultura



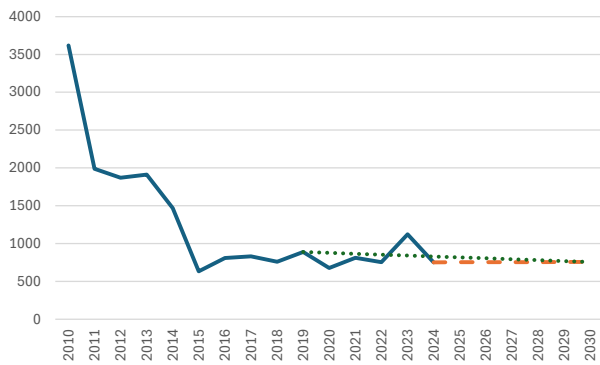
Residuos



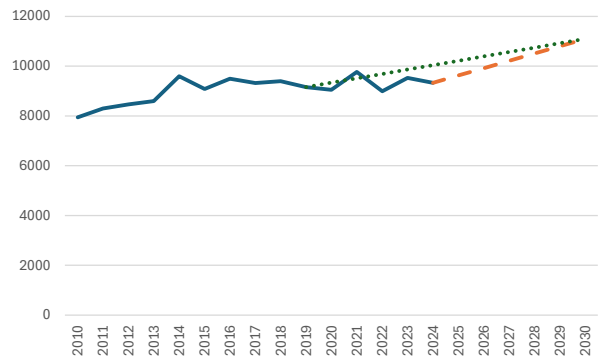
Refino



Otras industrias energéticas



Otros sectores



Emisiones fugitivas

