appa renovables

2022

Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España

Estudio elaborado por

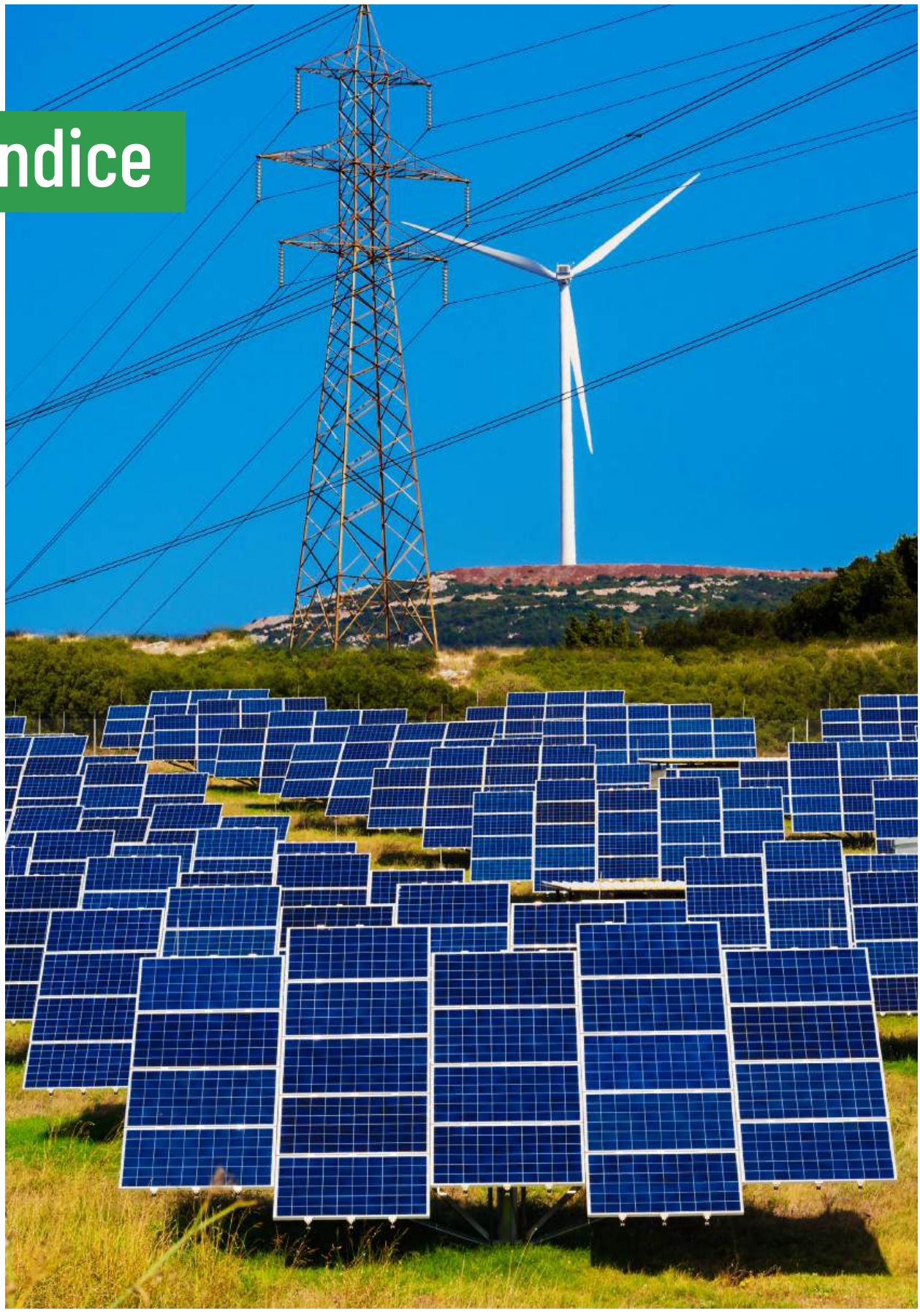
Deloitte.

Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España

2022

appa renovables

Indice



Resumen ejecutivo 6

1 Panorama 2022 16

2 Penetración de las energías renovables en España 22

3 Evaluación macroeconómica 38

4 Energías renovables: impacto económico y social por tecnologías en 2022 48

- 4.1. Biocarburantes 50
- 4.2. Biomasa, biogás y residuos renovables 56
- 4.3. Energías del Mar 62
- 4.4. Eólica 68
- 4.5. Geotermia 72
- 4.6. Hidrógeno renovable 78
- 4.7. Minihidráulica 82
- 4.8. Solar Fotovoltaica 88
- 4.9. Solar Térmica 98
- 4.10. Solar Termoeléctrica 102

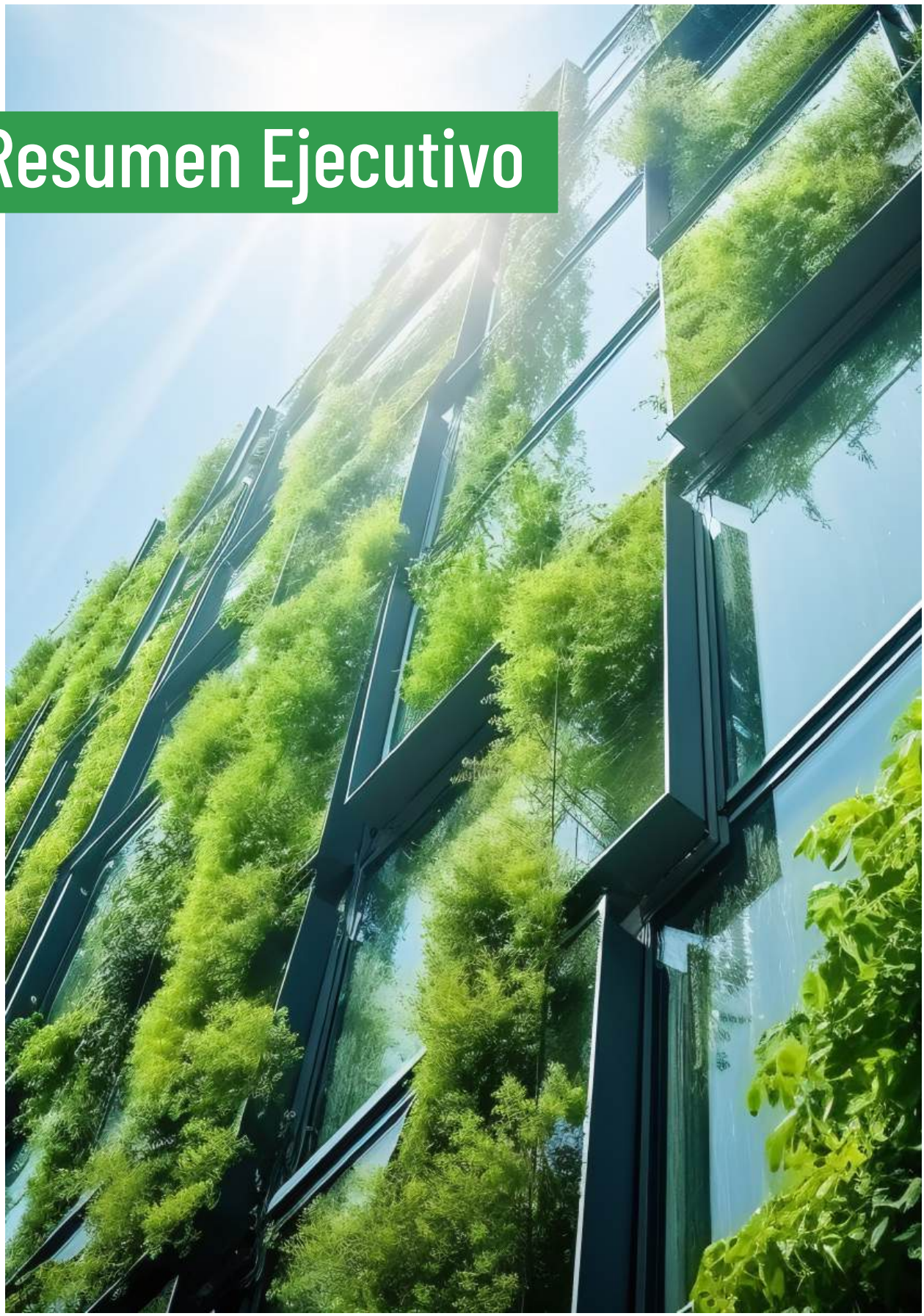
5 Impacto de las energías renovables en el medioambiente y en la dependencia energética 106

6 Retribución y ahorros de las energías renovables 116

7 Las renovables y el sistema eléctrico español 128

8 Los objetivos de las energías renovables 138

Resumen Ejecutivo



Resumen ejecutivo

Las energías renovables son las protagonistas del sistema eléctrico a nivel mundial. Según los datos de IRENA, más del 80% de la nueva potencia incorporada a los sistemas eléctricos de los distintos países fue renovable. Durante el año 2022, 295 nuevos gigavatios renovables se instalaron en todo el mundo, con una potencia agregada de 3.372 GW. Si las renovables fueron el 83% de la nueva potencia instalada en el mundo, dos tecnologías son las grandes protagonistas, eólica y fotovoltaica. Estas dos tecnologías representan, por si solas, más del 90% de la nueva capacidad y no se prevé que esta tendencia vaya a detenerse. En 2022, la capacidad solar aumentó un 22% y la potencia eólica un 9%, cifras impresionantes en un contexto inflacionista.

En Europa, el plan REPowerEU reforzó la confianza de la Unión Europea en las energías renovables, tanto para crear empleo y generar riqueza, dando continuidad al Pacto Verde Europeo; como para asegurar nuestro suministro energético y reducir nuestra dependencia de las importaciones.

España ha visto en 2022 un récord de instalación renovable si contabilizamos la potencia instalada en autoconsumo, que se situó durante el año en 2.649 MW de nueva potencia fotovoltaica distribuida en más de 240.000 instalaciones. La potencia conectada para la renta a red aumentó también de forma significativa con 1.658 MW eólicos y 4.611 MW fotovoltaicos.

A nivel macroeconómico, el Estudio confirma la buena salud del sector renovable nacional, un sector que, debido principalmente a la nueva potencia y a los mayores precios de la energía, aumentó su aportación directa al PIB en un 21,6%. Contabilizando la contribución directa y el efecto arrastre, las renovables aportaron 21.961 millones de euros al PIB de España. Adicionalmente, el sector empleó a 130.815 profesionales (80.322 fue empleo directo) y supuso en 2022 el 1,65% del PIB nacional.

Las energías renovables aportaron el 14,2% de nuestra energía primaria y el 42,2% de nuestra electricidad, generando un ahorro económico equivalente por valor de 15.230 millones de euros por la sustitución de combustibles fósiles, cifra que experimentó un fuerte incremento debido a los altos precios de los combustibles sustituidos.

PIB, fiscalidad, balanza comercial e innovación

Las energías renovables han experimentado en los últimos años un fuerte desarrollo, marcando en 2022 un nuevo récord de instalación de potencia, superando los 8.900 MW. En lo referente a la aportación del sector renovable al **Producto Interior Bruto** (PIB) nacional, se alcanzaron los 21.911 millones de euros (el gráfico 3.1 muestra datos reales para corregir el efecto de la inflación). Este dato supone un crecimiento de la actividad económica sectorial del 21,6% en aportación directa. La contribución total se ha duplicado respecto a las cifras de hace apenas seis años, fruto del impulso a la actividad instaladora y, especialmente, por el incremento en el precio de venta de la energía generada. Cabe resaltar también que, sobre la contribución directa, solo dos tecnologías concentran el 73% del total del sector, eólica y fotovoltaica (tanto en grandes plantas como en autoconsumo). La aportación del sector al PIB supuso un 1,65% sobre el total de la actividad económica española (gráfico 3.1).

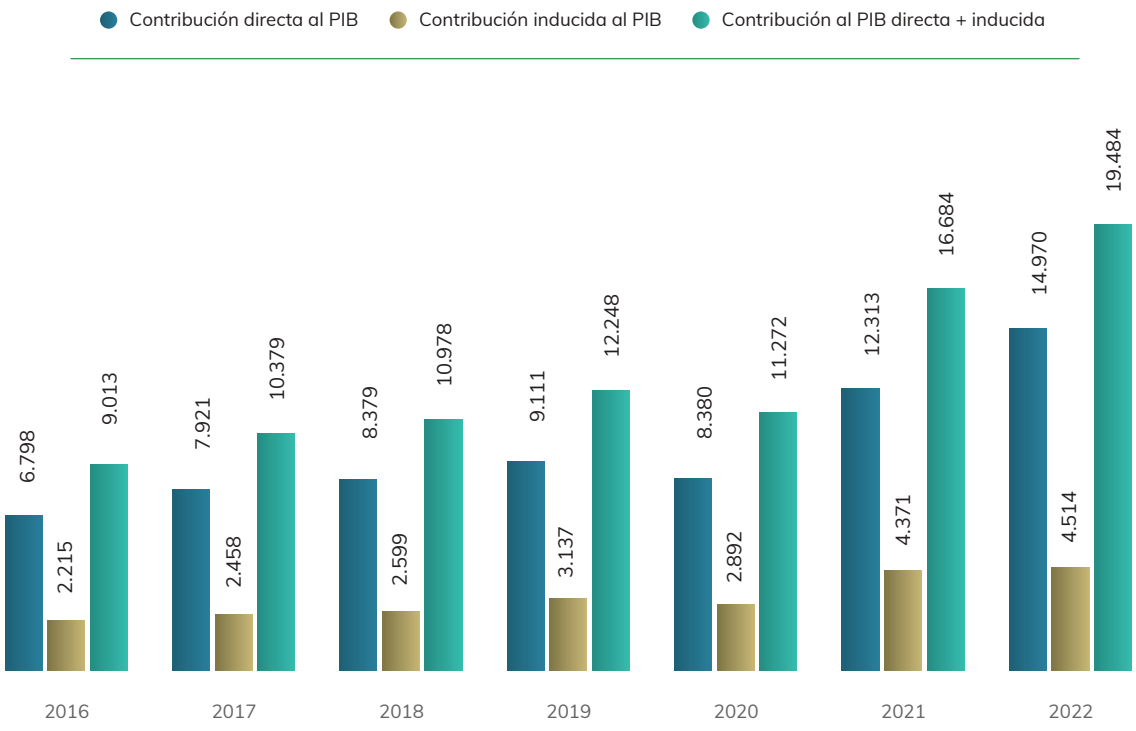
La **potencia** ha experimentado un **récord de instalación con 8.918 nuevos megavatios renovables**. Si bien el descenso en el producible hidráulico fruto de la fuerte sequía y un menor recurso eólico ha reducido la generación renovable durante el año 2022 (116,6 TWh frente a 121,4 TWh en 2021), el fuerte incremento de potencia experimentado, así como los objetivos marcados para 2030, harán que la generación renovable vaya alcanzando nuevas cotas en los próximos años.

Al analizar las exportaciones y las importaciones vemos que la **balanza comercial** del sector renovable registró un **saldo neto negativo**, por valor de **2.598 millones** de euros en 2022, a la vez que redujeron las importaciones del sistema energético en 15.230 millones. Esta cifra es consecuencia del fuerte desarrollo de la tecnología fotovoltaica (7.260 MW contabilizando grandes plantas y autoconsumo), cuyo peso en las importaciones (-4.255 millones de euros) lastra con fuerza su balanza comercial (-3.951

Gráfico 3.1

Aportación directa, indirecta y total al PIB español del Sector de las Energías Renovables (datos reales y corrientes) 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



Millones de € corrientes

Gráfico 3.7

Detalle del comercio exterior de mercancías de España 2016-2022

Fuente: Informes Mensuales de Comercio Exterior (diciembre de 2022), Ministerio de Industria, Comercio y Turismo

Millones de € corrientes

millones), así como la del sector renovable en su conjunto. La tecnología eólica presenta un saldo neto exportador (+891 millones), así como los servicios (+408 millones), el resto de tecnologías en su conjunto también experimenta un saldo neto exportador (+54 millones). Las renovables presentan así un saldo neto importador (-2.598 millones) que viene a sumarse al saldo neto negativo del sector energético (-52.617 millones), disparado en el año analizado por el precio de los combustibles fósiles (gráfico 3.7).

Cuando se analiza la actividad impositiva de las renovables debemos contraponer impuestos y ayudas. Al igual que ha sucedido en todos los años analizados, las **renovables** fueron **contribuidor fiscal neto** a la economía. Al contabilizar los impuestos satisfechos (sociedades, generación energía eléctrica, locales, tasas, IBI…) y restar las subvenciones percibidas, se contabiliza un **saldo positivo** para las arcas del Estado de **1.235 millones de euros en 2022**.

Respecto a la contribución al **I+D+i**, las **energías renovables** se mantienen en unos números **muy por encima de la media nacional y europea**, confirmando su **carácter innovador**. En el año 2022, la inversión de las empresas en investigación, desarrollo e innovación alcanzó el **2,73%** de su **contribución directa al PIB** nacional. Este esfuerzo es del orden del **doble de la media española** (situada en 1,43%) y **muy por encima de la media europea** (2,27%).

Beneficios y empleo generado por las renovables

El **impulso global de las energías renovables** no está únicamente motivado por la lucha contra el cambio climático, mejor calidad del aire o evitar la contaminación. La **descarbonización** de nuestra economía o el cuidado de nuestra **salud** y el **medioambiente** son solo unos pocos de los bene-

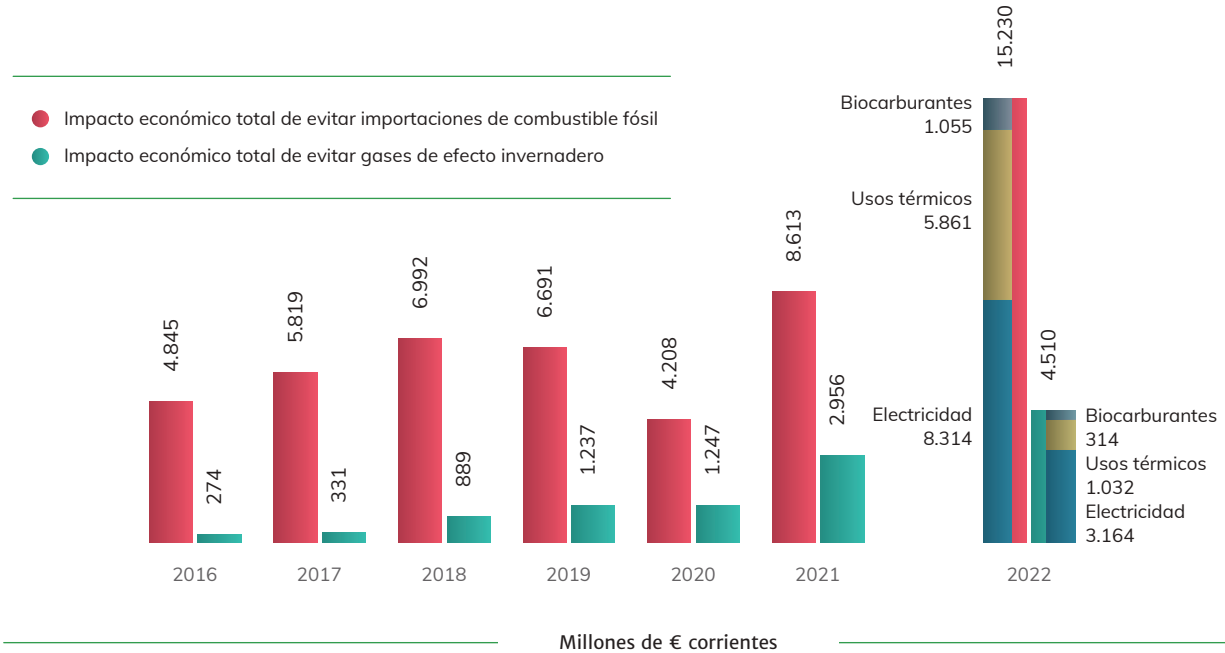
ficios de estas energías. Existen numerosas razones objetivas como la **creación de empleo**, disponer de un **suministro energético con costes controlados**, la **reducción de la dependencia** energética, fijación de **población en entornos rurales**, **valorización de residuos** agrícolas, ganaderos y urbanos… Eólica y fotovoltaica son magníficos ejemplos de tecnologías que ya son competitivas si se analizan de forma individual, pero si analizamos las externalidades positivas ya comentadas, vemos que todas las energías renovables son rentables en conjunto.

Las **energías renovables**, gracias a la generación eléctrica, energía térmica y el uso de biocarburantes, **evitaron en 2022 la importación de 21,4 millones de toneladas equivalentes de petróleo** (tep) de combustibles fósiles. Esto generó un **ahorro económico equivalente a 15.230 millones de euros**. Es importante resaltar, especialmente de cara a futuros análisis de estos ahorros, que el comportamiento experimentado en 2022 se ha visto fuertemente condicionado por los precios de los combustibles fósiles. El incremento económico de los ahorros (6.617 millones más de ahorro respecto al año anterior, un 77% más) tiene su explicación en los precios de los combustibles sustituidos y no en un incremento significativo de dicha sustitución. (gráfico 5.1).

Gráfico 5.1

Impacto económico de las energías renovables en España derivado de evitar importaciones de combustible fósil y emisiones de gases de efecto invernadero

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



Millones de € corrientes

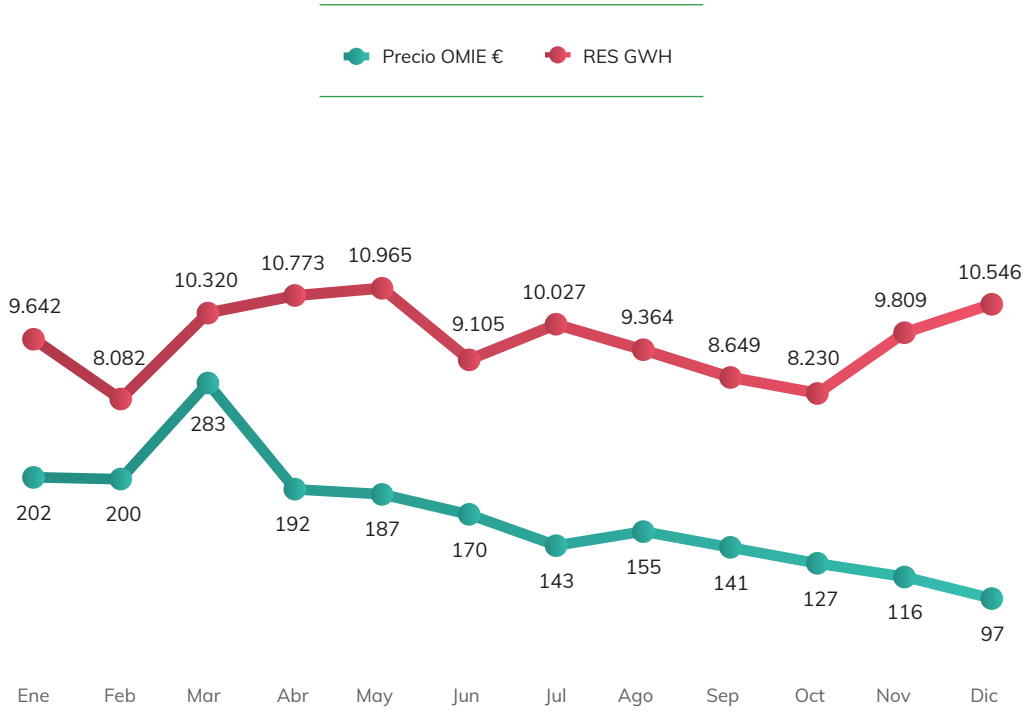
En lo referente a las emisiones de CO_2, las **energías renovables evitaron la emisión de 55.8 millones de toneladas de CO_2**, lo que implicó un **ahorro en derechos de emisión por valor de 4.510 millones de euros.**

Uno de los principales efectos de la entrada de **energías renovables** en el **mix de generación eléctrica** es el **abaratamiento del precio en el mercado diario**. A lo largo de 2022, las energías renovables **abarataron el precio del mercado eléctrico en 10.144 millones de euros**, lo que supuso un ahorro medio de **43,1 euros por cada MWh** adquirido en el mercado diario. Cuanto mayor es la entrada de energías renovables en el sistema, más se reduce el precio de casación, como puede verse al superponer las gráficas de producción renovable y el precio medio del mercado (gráfico 6.5). Si no hubiéramos tenido renovables en nuestro mix de generación eléctrica, el precio medio del mercado en 2022 habría sido de 210,62 €/MWh en lugar de los 167,52 €/MWh que se pagaron (gráfico 6.5).

Gráfico 6.5

Comparativa precio mercado vs generación renovable 2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte a partir de los datos publicados por OMIE y Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia



GWh y €/MWh

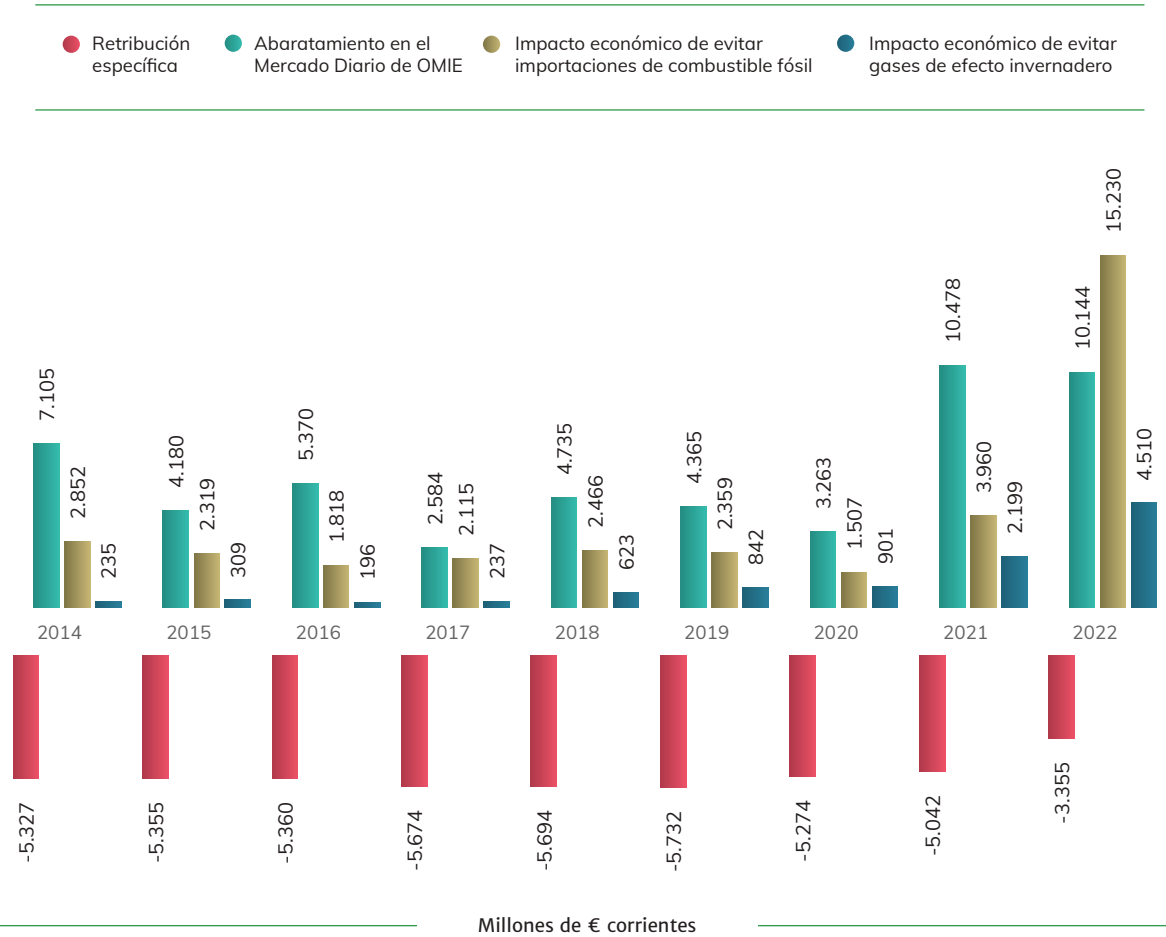
Durante el año 2022, las energías **renovables recibieron 3.355 millones** de euros de retribución específica. Como contrapartida, **los ahorros producidos en el mercado eléctrico por las energías renovables ascendieron a 10.144 millones. Sin el efecto de las renovables, la generación eléctrica habría sido 6.519 millones de euros más cara**.

Adicionalmente, en 2022 las energías renovables evitaron la **importación de combustibles** por la generación eléctrica, combustibles que, según mercado, habrían alcanzado los **15.230 millones** de euros. En concepto de derechos de CO2, las renovables eléctricas ahorraron **4.510 millones en derechos de emisión** (gráfico 6.6).

Gráfico 6.6

Evaluación comparativa entre el abaratamiento en el Mercado Diario de OMIE, el impacto económico derivado de evitar emisiones de CO_2 y reducir la dependencia energética, y retribución específica que recibe el Sector Renovable

Fuente: APPA Renovables

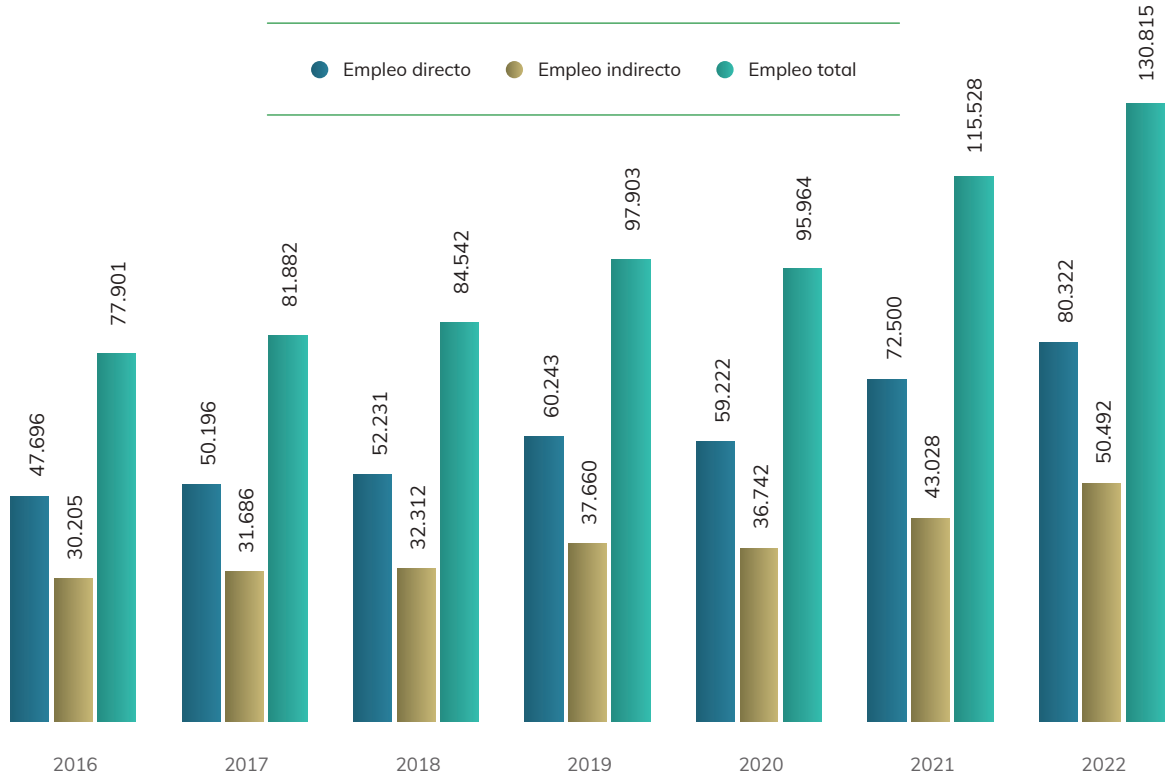


Millones de € corrientes

Gráfico 3.4

Impacto directo e indirecto del sector de las energías renovables en el empleo en España 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



Solo analizando la contribución al mercado eléctrico, las renovables supusieron un ahorro neto para España de 6.519 millones de euros (ahorros en el mercado mayorista menos la retribución específica), a lo que habría que añadir ahorros por valor de 19.740 millones de euros por importaciones y emisiones evitadas.

En lo referente al empleo, el Sector Renovable registró un total de **130.815 puestos de trabajo** en términos globales en 2022, lo que supuso un incremento del 13%, consolidando la creación de empleo neta anual en el sector, tendencia que únicamente se interrumpió en 2020 debido a la pandemia de COVID. Las tecnologías que crearon nuevos puestos de trabajo netos fueron, principalmente, solar fotovoltaica (para venta a red y autoconsumo) y eólica, con menores crecimientos del hidrógeno verde y la geotermia. Gracias a esta recuperación constante del empleo, el **sector se acerca a los máximos históricos** (gráfico 3.4).

1 Panorama 2022

Panorama 2022

El año 2022 fue complicado para Europa: la crisis energética y la invasión rusa de Ucrania afectaron a los precios de los combustibles fósiles y, durante la mayor parte del año, se temió que pudiesen producirse restricciones de suministro. Se evidenció la necesidad de que Europa reduzca su dependencia energética de terceros, otorgando cada vez mayor protagonismo a las energías renovables.

Como consecuencia de estas crisis, la inflación en la Unión Europea durante 2022 fue muy elevada, entre un 5,48% y 12,34% en los principales países de la Unión[1]. Este dato es aún peor si se tiene en cuenta que los niveles de inflación en 2021 ya fueron muy elevados. Adicionalmente, las previsiones de crecimiento de la actividad económica para 2023 no son muy positivas, estimando que el principal país de la Unión Europea entrará en recesión.

1. **Fuente: World Economic Outlook database (Abril 2023), Fondo Monetario Internacional.**

La política energética de la Unión Europea

La política energética y climática de la Unión Europea y España están comprometidas con alcanzar la neutralidad climática en 2050, garantizando la seguridad energética del Viejo Continente.

El 18 de mayo de 2022, la Comisión Europea presentó su **plan REPowerEU**, que trata de afrontar las dificultades que está causando la invasión de Ucrania por parte de Rusia en el mercado mundial de la energía. El plan tiene tres objetivos fundamentales: ahorrar energía, generar energía limpia y diversificar los suministros de energía de la Unión Europea. Los principales objetivos de este plan, en relación con las energías renovables incluyen:

- Aumentar el objetivo de penetración de energías renovables, de un 40% del consumo de energía establecido en la Directiva (UE) 2018/2001 (tras su revisión el 14 de julio de 2021), al 45% en 2030.

- Aumentar la potencia de generación de energía renovable en la Unión Europea hasta los 1.236 GW en 2030 (en comparación con los 1.067 GW del plan "Fit for 55", lanzado en julio de 2021).

El sector energético

La producción de energía renovable en 2022 a nivel global fue de 2.050 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep)[12], lo cual supuso el 14,2% de toda la energía primaria utilizada en el mundo. En 2022, la producción de energía renovable se incrementó en un 6,8% con respecto a 2021.

En España, las crisis anteriormente enunciadas incrementaron los costes de los suministros energéticos y los precios al consumidor final. Así, por ejemplo, el precio medio de gas natural en aduana en septiembre superó los 80 €/MWh, el precio de la electricidad medio del año ascendió a 167,52 €/MWh (con un máximo de 700 €/MWh), y el precio del litro de diésel para los consumidores alcanzó 2,03 €/l (2,11 €/l en el caso de la gasolina).

La producción de energía renovable en España fue de 28,9 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep)[3], lo cual supuso el 21,1% de toda la energía primaria utilizada, lo que fue una reducción del 3,7% comparado con 2021 (debido a una menor hidraulicidad).

Con respecto al mercado eléctrico, se instalaron 6,3 GW de potencia renovable en 2022, lo que implica que a final de año estas tecnologías alcanzaron los 70,5 GW. El desarrollo de potencia adicional en el futuro depende en gran parte de la celebración de las subastas de acceso al sistema eléctrico y de la aprobación de la regulación para la instalación de nuevas tecnologías renovables como, por ejemplo, la eólica marina. Por otra parte, la producción renovable fue de 116,6 TWh, un 42% del total de la electricidad generada en España.

Adicionalmente, destaca el éxito que está teniendo el autoconsumo basado en la tecnología solar fotovoltaica que en 2022 alcanzó una potencia instalada de 5.211 MW, de los cuales 2.649 MW se instalaron en el año analizado.

A pesar de esto, España todavía presenta un importante saldo importador de productos energéticos, 52.617 millones de euros, con unas importaciones totales de estos productos de 90.880 millones de euros.

La intervención del mercado energético

España adoptó medidas para tratar de mitigar el impacto de los incrementos de precios del gas natural, petróleo y electricidad sobre la sociedad y la economía.

La más importante de ellas es la creación de un mecanismo de ajuste de costes de producción para la reducción del precio de la electricidad en el mercado mayorista (el "tope al gas" o "excep-

1. **Fuente: Statistical Review of World Energy (2023), Energy Institute.**

2. **2.050 millones de tep, equivalentes a 85,9 Exajulios.**

3. **Fuente: Statistical Review of World Energy (2023), Energy Institute.**

ción ibérica"). Este mecanismo se reguló mediante el Real Decreto-ley 10/2022, de 13 de mayo, por el que se establece con carácter temporal un mecanismo de ajuste de costes de producción para la reducción del precio de la electricidad en el mercado mayorista.

Dicho mecanismo supone que el precio de la electricidad en el mercado mayorista deja de establecerse en función del precio marginal del mercado, normalmente fijado por centrales de ciclo combinado de gas natural. Por el contrario, se establece un precio de referencia del gas natural, que los primeros seis meses fue de 40 €/MWh, y a continuación se incrementó en escalones mensuales de 5 €/MWh, hasta llegar a un valor máximo de 70 €/MWh.

Este precio de referencia del gas natural fija el precio marginal de la electricidad en el mercado mayorista, que reciben todas las instalaciones. Aquellas tecnologías que tienen un coste de producción marginal superior perciben un ajuste en el coste de producción, igual a la diferencia entre el precio efectivo del gas natural en el mercado *spot*, y el precio de referencia del gas natural.

Este mecanismo fue de aplicación desde el 14 de junio de 2022, tras la aprobación del mecanismo por parte de la Comisión Europea, y la publicación de la Orden TED/517/2022, de 8 de junio, por la que se determina la fecha de entrada en funcionamiento del mecanismo de ajuste de costes de producción para la reducción del precio de la electricidad en el mercado mayorista regulado en el Real Decreto-ley 10/2022, de 13 de mayo, y por la que se da publicidad a la decisión de la Comisión Europea que autoriza dicho mecanismo.

Por otra parte, el RDL 6/2022 de 29 de marzo, por el que se adoptan medidas urgentes en el marco del Plan Nacional de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la guerra en Ucrania estableció una bonificación extraordinaria y temporal de 20 céntimos de euro por litro de combustible para el suministro de los principales productos petrolíferos.

Las emisiones de gases de efecto invernadero en España

La economía española emitió 294,9 millones de toneladas de CO_2e de gases de efecto invernadero en 2021, disminuyendo un 29,6% desde 2008[4].

La contribución del sector renovable con respecto al cambio climático es decisiva. En 2022, las energías renovables evitaron la emisión de 55,6 millones de toneladas equivalentes de CO_2e.

4. **Fuente: Instituto Nacional de Estadística.**

Las energías renovables y el desarrollo económico

Los principales objetivos del desarrollo de las energías renovables, tanto en la Unión Europea como en España, han sido, en primer lugar, la reducción de la dependencia energética y, en segundo, evitar las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.

Sin embargo, derivada de la demanda de bienes y servicios de los promotores de instalaciones de estas energías, se ha desarrollado un potente sector industrial que en muchas actividades es líder a nivel mundial: en 2022, la industria renovable en España contribuyó al producto interior bruto (PIB) en 21.961 millones de euros y empleó a 130.815 profesionales.

Adicionalmente, el sector renovable realiza una contribución importante al sector público nacional y local en forma de impuestos, tributos y cánones; demanda bienes y servicios, y contrata profesionales en las localizaciones en las que se instala potencia; y efectúa aportaciones locales para el desarrollo de acciones sociales, de desarrollo de las personas, culturales y económicas.

En los últimos tiempos se ha criticado al sector por tener una baja incidencia en la generación de empleo local: sin embargo, la creación de empleo local a través de las energías renovables no es su objetivo principal, aunque es evidente que se genera riqueza en las zonas en las que se instala potencia. De mantenerse este razonamiento, se podría llegar a un planteamiento absurdo en el que, si no se crea empleo local, no deberían instalarse energías renovables, lo que supondría seguir dependiendo del combustible fósil.

2 Penetración de las energías renovables en España

Penetración de las energías renovables en España

Las energías renovables cada vez tienen un mayor protagonismo en el suministro de energía:

A nivel global, en 2022 la aportación de las energías renovables ascendió a 2.050 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep)1 lo que supuso un 14,2% del consumo de energía primaria.

En la Unión Europea, las energías renovables supusieron el 19,3% de la energía primaria.

Sin embargo, en España debida a una baja hidraulicidad, las energías renovables utilizadas en 2022 fueron de 28,9 millones de tep[1], 3,7% inferior a la de 2021, representando el 21,1% de la energía primaria consumida. Las energías renovables son la segunda energía primaria después del petróleo en España.

La capacidad de generación eléctrica de las tecnologías eólica y solar fotovoltaica para exportar a la red aumentó en 6,3 GW, y se incrementó la capacidad de generación distribuida para autoconsumo en 2,6 GW, pero para el resto de las tecnologías, su capacidad productiva no creció de manera significativa.

1. **Fuente: Statistical Review of World Energy (2023), Energy Institute.**

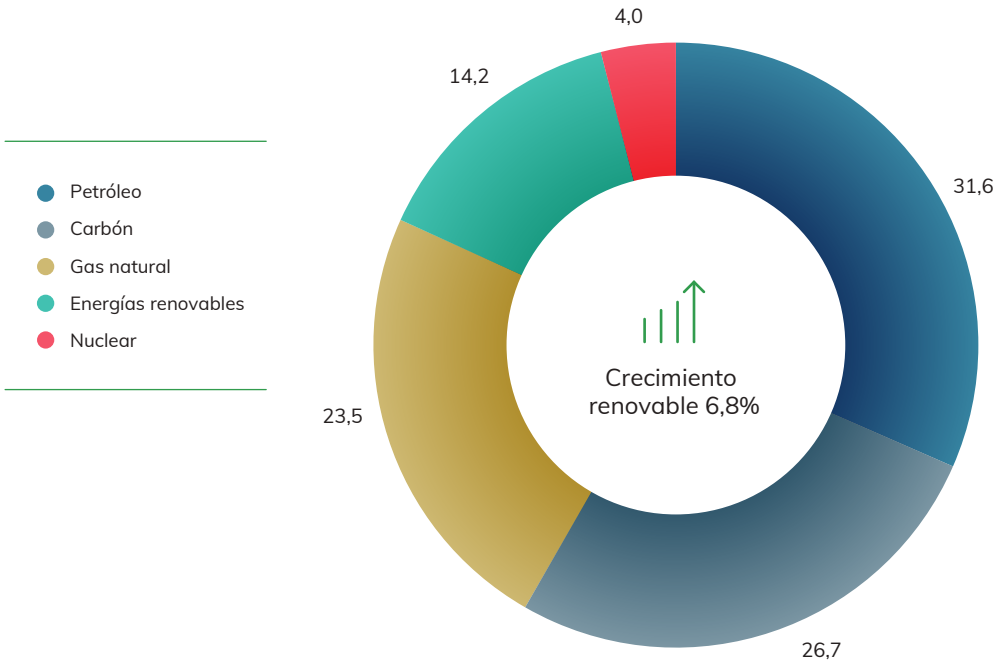
Renovables en el mundo y en Europa

En 2022, se incrementó el **consumo** de energía primaria procedente de **fuentes renovables** en el **6,8%** en el mercado energético mundial. Las energías renovables continúan siendo la cuarta energía más utilizada, con un **14,2% del total**, aunque aumentó su protagonismo en un 0,7%.

Del resto de energías, únicamente el petróleo aumentó su cuota con respecto a 2022, un 0,7%, mientras que el carbón, el gas natural y la energía nuclear disminuyeron su participación ligeramente. Aunque el consumo **total de combustibles fósiles** aumentó ligeramente en 0,4%, 56 tep, su cuota porcentual con respecto al consumo de energía primaria descendió en un 0,5% con respecto al año anterior (gráfico 2.1),

Gráfico 2.1 Detalle del Consumo de energía primaria en el mundo por tecnología en 2022

Fuente: Statistical Review of World Energy (2023), Energy Institute

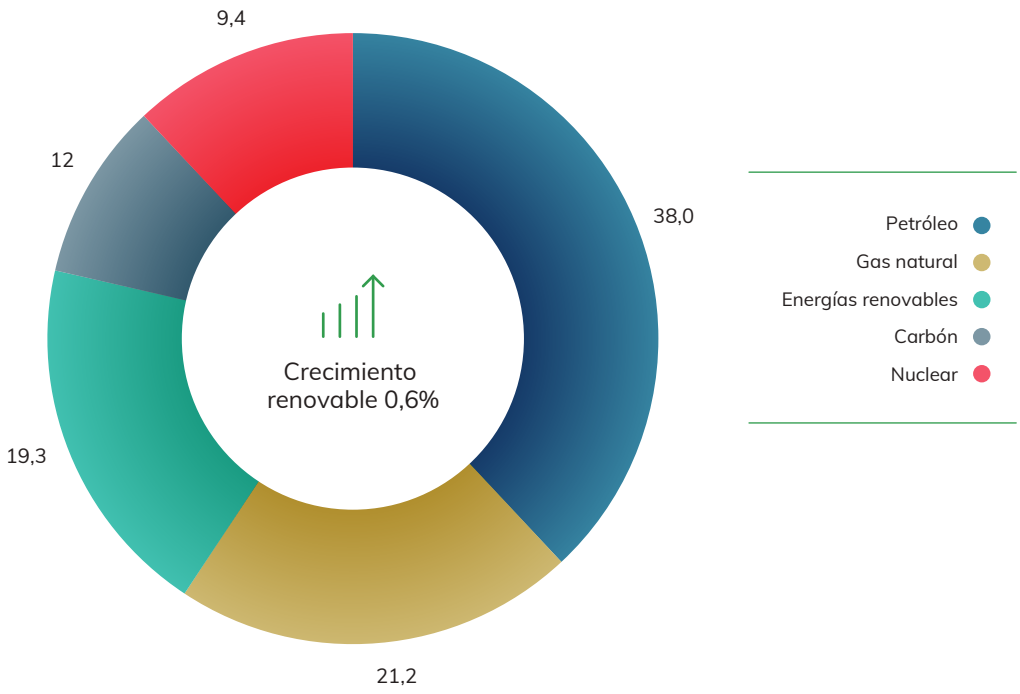


Porcentaje %

Gráfico 2.2

Detalle del Consumo de energía primaria en la Unión Europea en 2022

Fuente: Fuente: Statistical Review of World Energy (2023), Energy Institute



Porcentaje %

Por su parte, el consumo de energía primara a partir de **energías renovables** en la Unión Europea fue de un **19,3%** en 2022, lo que supuso un **aumento** en su contribución global del 0,6% respecto al **año anterior**. Al igual que a nivel mundial, en Europa la principal energía primaria es el petróleo, que en 2022 incrementó en un 2,6% su cuota con respecto a 2021. El gas natural sería la segunda fuente de energía primaria, aunque su cuota cayó un 2,5%, y las energías renovables serían la tercera.

Las energías renovables alcanzaron un consumo de 268 millones de tep en 2022.

En conjunto, los **combustibles fósiles** representaron un **71,2%** del consumo de energía primaria en la Unión Europea, lo que supuso un incremento del 0,8% con respecto a 2021 *(gráfico 2.2)*.

Renovables en España

En 2022 la **demanda de energía primaria aumentó**, un **1,6%** hasta situarse en **113,9 millones de tep**.

Las cuotas de energía primaria aumentaron en los consumos de petróleo, carbón y energía nuclear, en un 2,2%, un 0,3% y un 0,1% respectivamente. Mientras que las de las renovables y el gas natural se redujeron, un 0,9% y un 1,6%.

En el caso de las energías renovables, esta reducción se debió a una baja hidraulicidad y una menor disponibilidad del recurso eólico, las energías renovables fueron la tercera tecnología en el consumo de energía primaria en España con el 16,4% de cuota (gráfico 2.3).

Gráfico 2.3

Detalle de Consumo de energía primaria en España en 2022

Fuente: MITERD

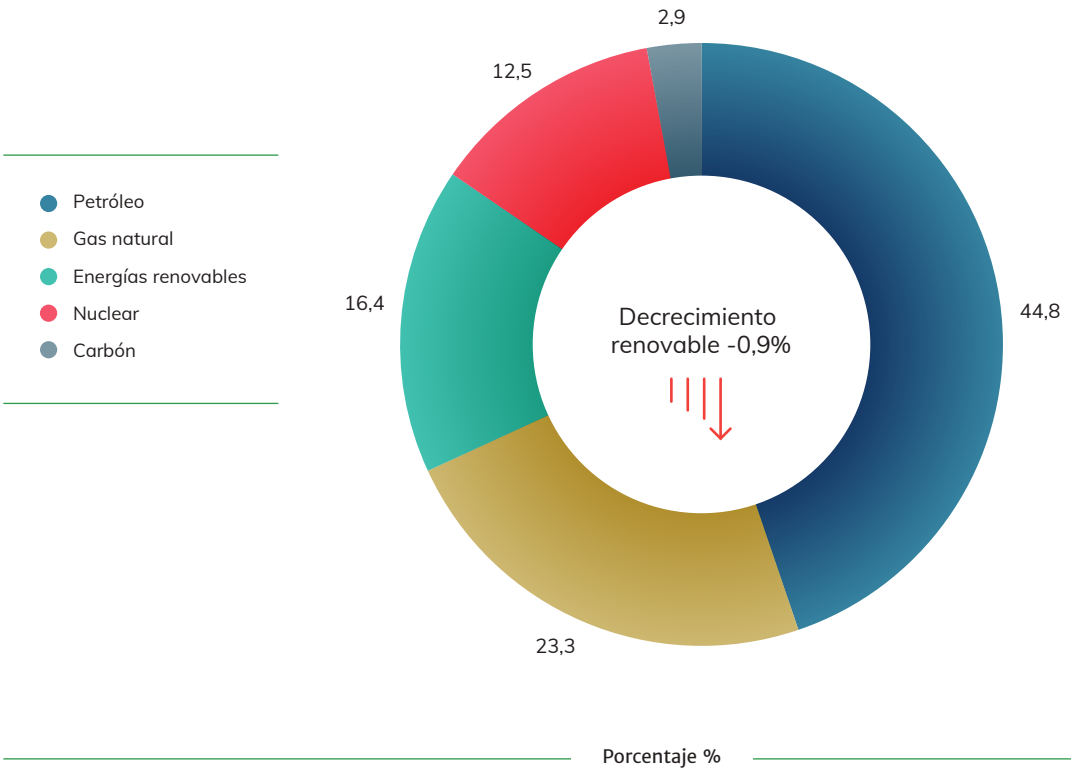
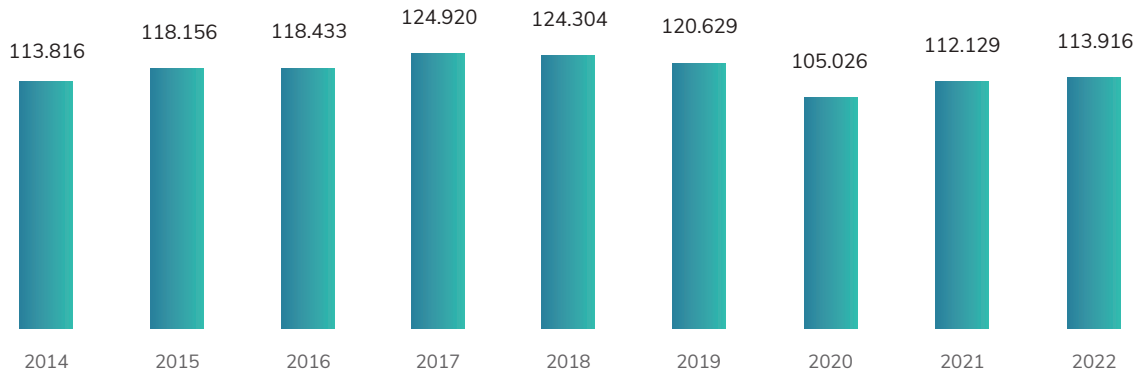


Gráfico 2.4

Evolución de la demanda de energía primaria 2014-2022

Fuente: cálculo realizado por APPA Renovables y Deloitte a partir de la información del MITERD



La intensidad energética de España en 2021 (último dato publicado) fue de 105,9[1] tep/millón de euros en términos de energía primaria[2]: esto supone que, de media, cada tonelada equivalente de petróleo permite obtener 9.444 € de PIB. Por lo tanto, la energía renovable consumida en España, 24,0 millones de tep, garantizaría que 226.290 millones de euros de PIB[3] no estarían sometidos a las incertidumbres del suministro de inputs energéticos de terceros países (gráfico 2.4).

Si se analiza la evolución de las distintas fuentes energéticas, se observan dos claras tendencias: el paulatino abandono del carbón como energía y un incremento del uso del gas natural, que ha sido el combustible elegido para sustituirlo, aunque su consumo ha caído ligeramente en los últimos años, tanto en niveles absolutos como en términos relativos. Por otra parte, debe destacarse una mayor penetración de las energías renovables. Si bien, por motivos particulares de disponibilidad de recursos renovables, esta tendencia se ha alterado levemente en 2022, cuando se ha producido un aumento de consumo de petróleo y carbón, y una reducción de renovables y gas natural, con un pequeño aumento de producción de la energía nuclear, que mantuvo su cuota de penetración (gráfico 2.5).

1. **Fuente: Instituto Nacional de Estadística.**

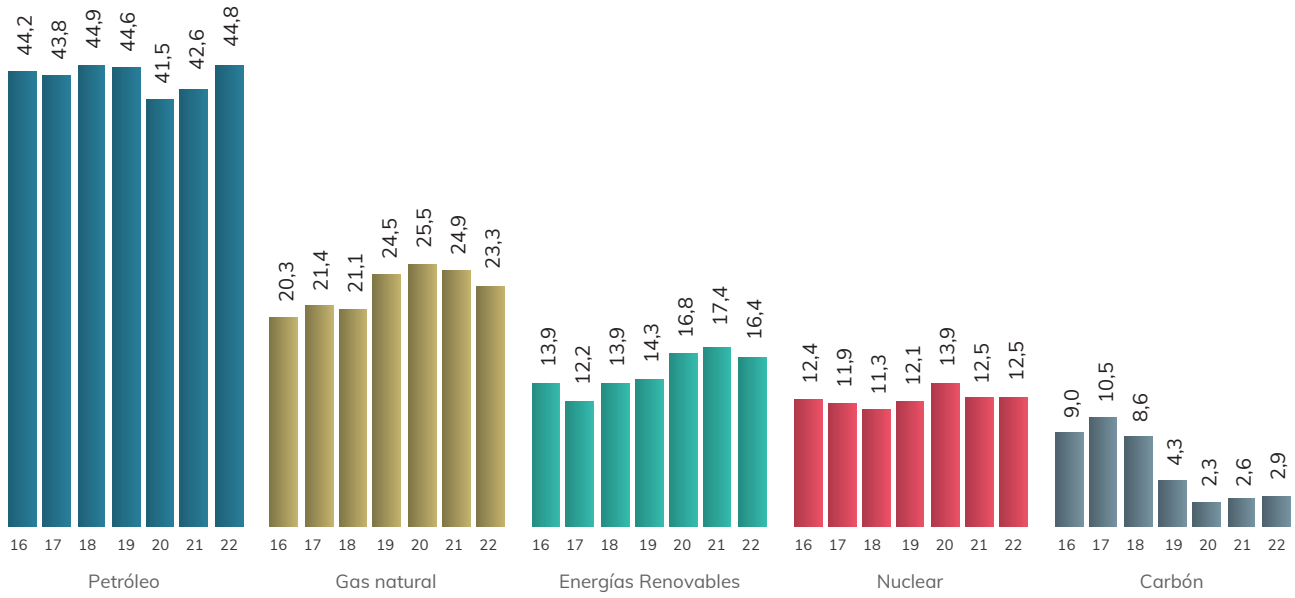
2. **Relación entre consumo de energía y PIB medido en términos de tep/millón de euros de PIB**

3. **17,0% del PIB de España en 2022.**

Gráfico 2.5

Consumo de energía primaria por fuentes energéticas 2016-2022

Fuente: MITERD y Statistical Review of World Energy (2023), Energy Institute



Porcentaje %

Dependencia energética nacional

La dependencia energética de España siempre ha sido **muy alta,** superando ampliamente los niveles alcanzados por la media de países de la **Unión Europea.** De la serie histórica, el máximo se alcanzó en **2008** cuando llegó al **81,3%.** Gracias a la mayor generación con energías renovables, la dependencia fue disminuyendo año tras año hasta los años 2012 y 2013, cuando se redujo al 70,1%. Debido a la moratoria renovable, esta disminución se interrumpió, manteniéndose en el entorno del 73% los años siguientes. En 2017, debido a la fuerte sequía, la dependencia se disparó hasta el 75,2%. En **2020**, debido a la epidemia de COVID19, se alcanzó **la menor dependencia de la serie histórica analizada: el 70,0%.**

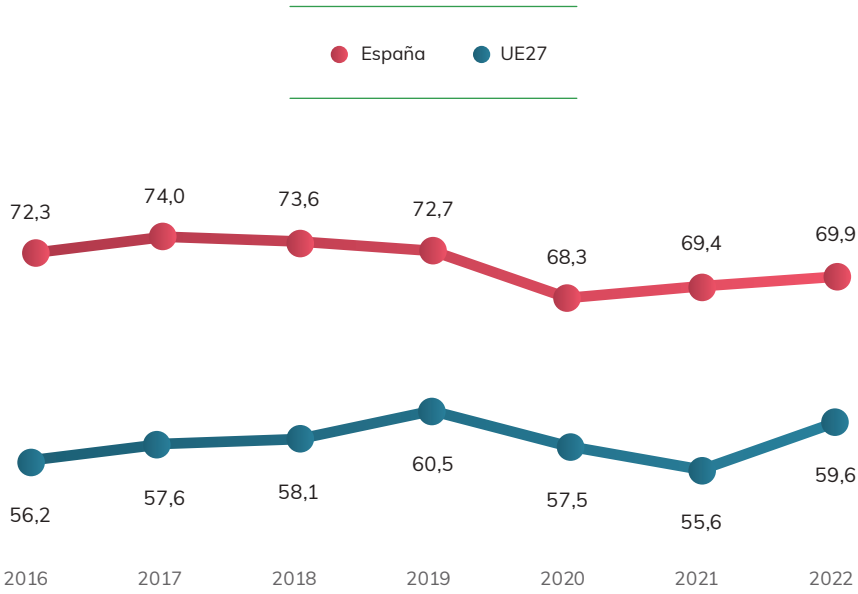
En 2022 debido a una menor disponibilidad del recurso renovable este nivel de **dependencia se elevó a 69,9%, lo que es un 10,3% superior al de la Unión Europea.**

Las energías renovables, fuentes de energía limpias, autóctonas e inagotables, resultan nuestra

Gráfico 2.6

Evolución de la dependencia energética de España 2016-2022

Fuente: Cálculo realizado por APPA Renovables y Deloitte a partir de la información del MITERD



principal herramienta para solucionar el problema de la dependencia energética. Dicha cuestión viene afectando a nuestro país desde hace mucho tiempo. Los objetivos marcados por la Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (**PNIEC 2021-2030**) permitirán reducir la dependencia energética gracias a la **introducción** masiva de **energías renovables** y el **incremento** de la mejora en **eficiencia energética**.

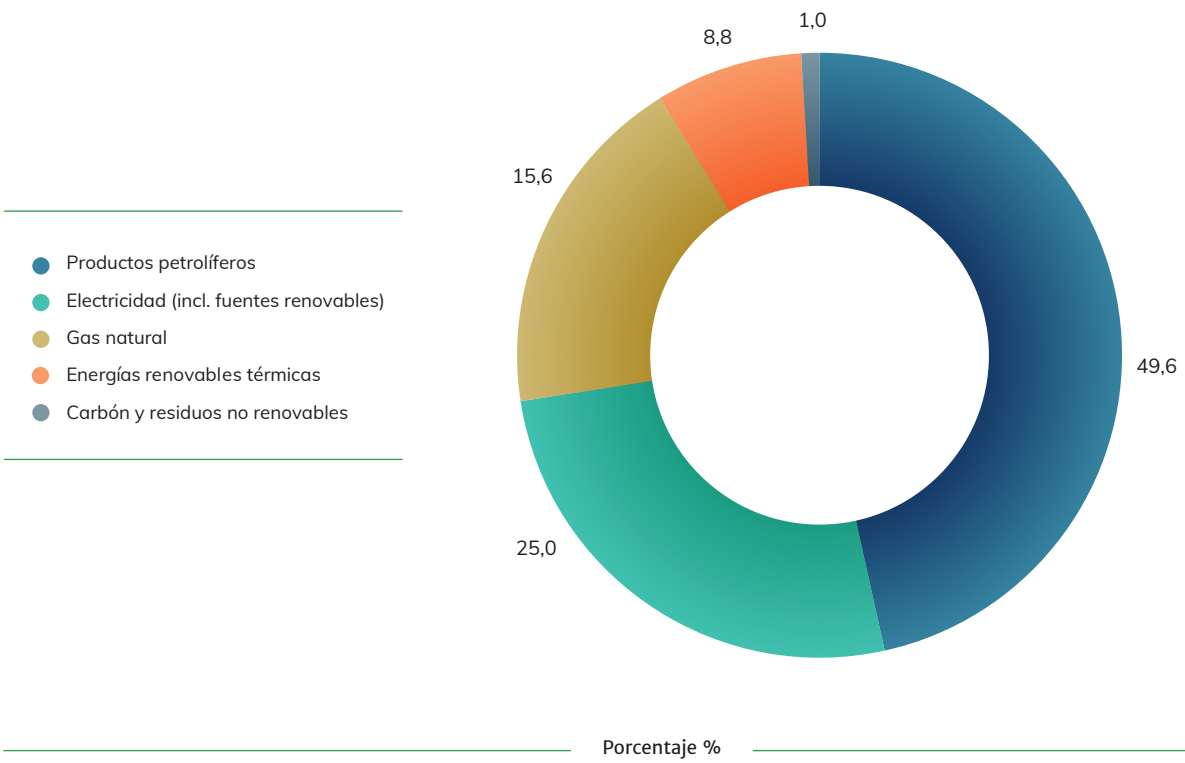
Como se indicó anteriormente, de acuerdo con la intensidad energética de España, de media cada tonelada equivalente de petróleo permite obtener 9.444 € en términos de PIB: **si hubiese una interrupción de suministro de un millón de toneladas equivalente de petróleo (menos del 1% del consumo de energía primaria), la pérdida en términos de actividad económica sería de nueve mil cuatrocientos millones de euros** (gráfico 2.6).

Con respecto a la energía final, **la electricidad cada vez adquiere un mayor protagonismo, alcanzando en 2022 una cuota del 25%.** Los combustibles fósiles: petróleo, gas natural, carbón etc., han reducido sus porcentajes, de manera que, en 2022 la suma de los tres fue de 66,2% (gráfico 2.7).

Gráfico 2.7

Consumo de energía final en España en 2022

Fuente: MITERD



Porcentaje %

Analizando los datos de **consumo de energía final** por tecnologías energéticas, se observa que los **productos petrolíferos** tenían una cuota de mercado del **49,6**% en 2022, seguido por la **electricidad** con un **25,0**%, el **gas natural** con un **15,6**% y las **energías renovables** térmicas que contribuyeron con **8,8**%. En el último puesto se encontró el **carbón**, que sigue disminuyendo su consumo y se situó en el **1,0**% en 2022. (gráfico 2.8).

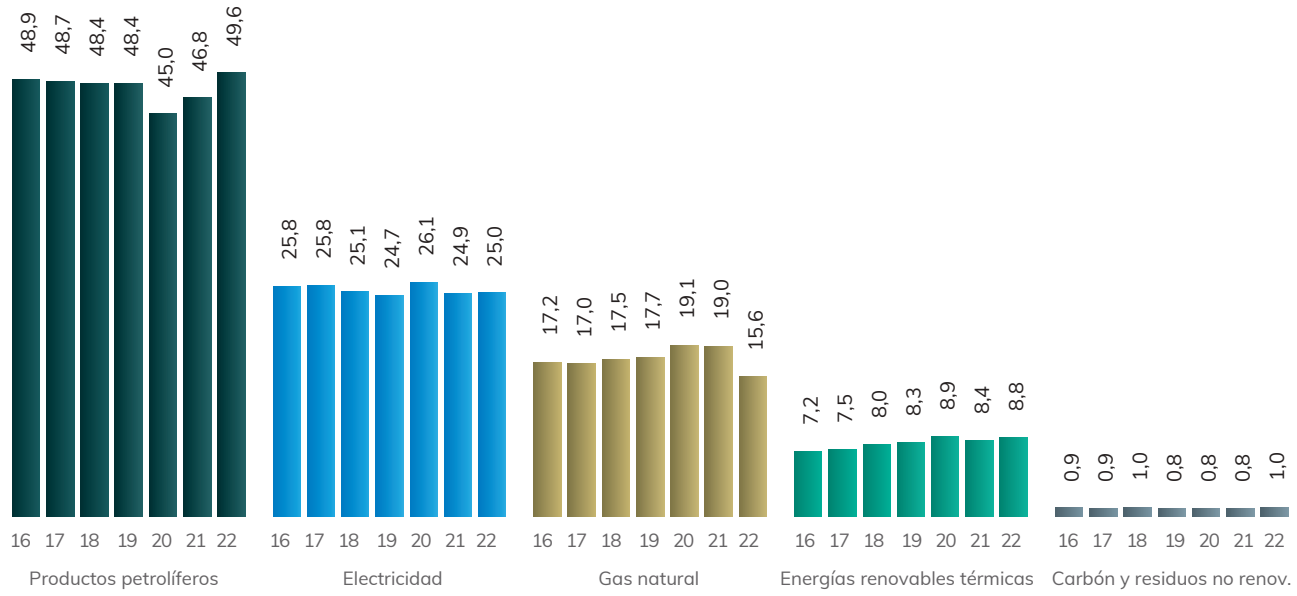
Con respecto a la **energía final bruta** procedente de fuentes de **energía renovable**, esta fue del **22,3%**[1] **en 2022**. Este valor supone una leve disminución respecto a los dos años precedentes, si bien se mantiene por encima de los valores del periodo anterior a la epidemia de COVID-19. Con respecto a 2021, se ha reducido debido a la menor disponibilidad de recurso hidráulico y eólico (gráfico 2.9).

1. **Balance Energético de España 2022 (provisional)/2021-1990 (2023), Secretaría de Estado de Energía/S.G. de Prospectiva, Estrategia y Normativa en Materia de Energía/Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.**

Gráfico 2.8

Consumo de energía final por fuentes energéticas 2016-2022

Fuente: MITERD

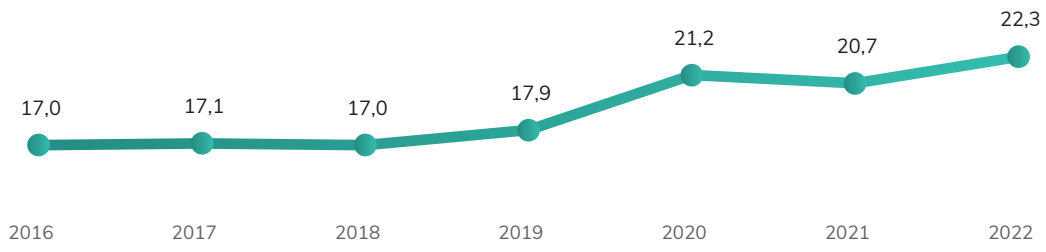


Porcentaje %

Gráfico 2.9

Porcentaje de energías renovables sobre energía final bruta 2016-2022

Fuente: MITERD



Porcentaje %

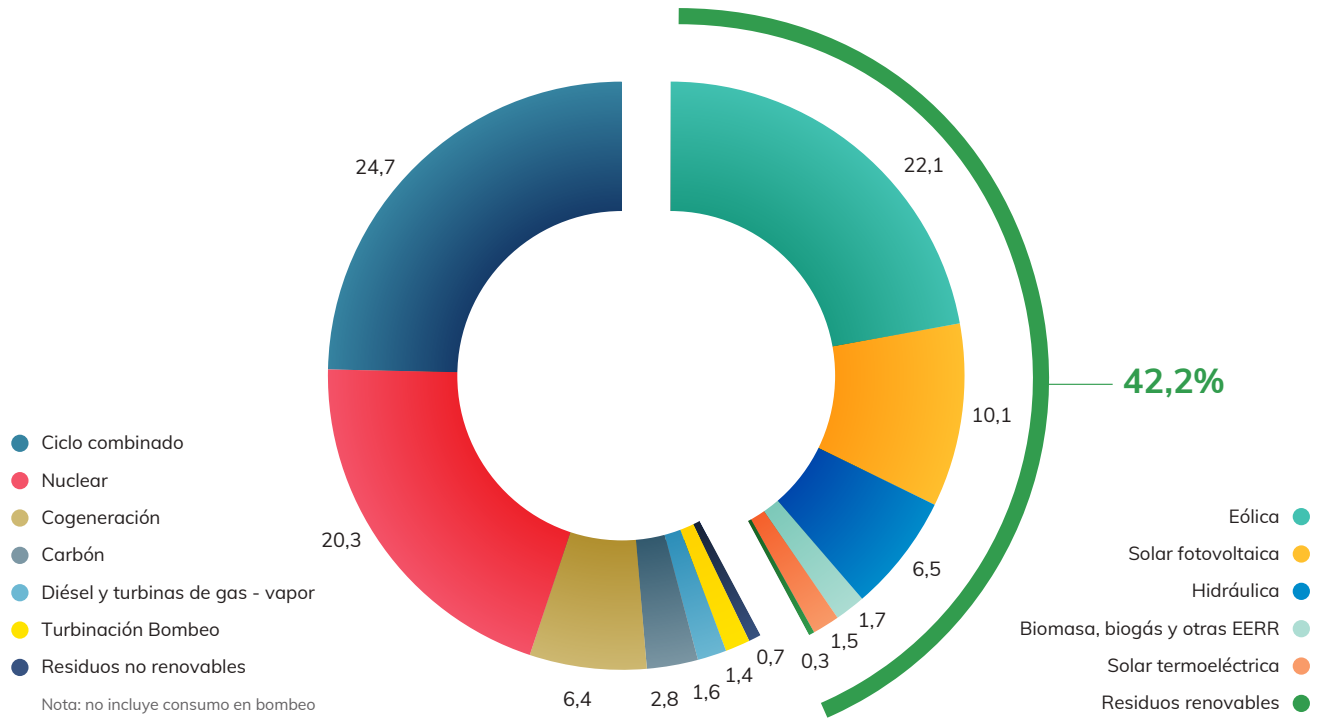
Sector eléctrico

En su conjunto, las **tecnologías renovables cubrieron en 2022** el **42,2%** de la demanda eléctrica en España, 116,6 TWh. Como se ha indicado anteriormente, la producción se vio afectada por una menor disponibilidad del recuso renovable. La **energía eólica** es la energía renovable que más contribuyó a la cobertura de la demanda nacional, con un **22,1**% (61,2 TWh). La **fotovoltaica** con un **10,1%** (27,9 TWh) se situó en segunda posición. En tercer y cuarto lugar se situaron la **energía hidráulica** con una contribución del **6,5**% (17,9 TWh): y y la **solar termoeléctrica** con un **1,5%** (4,1 TWh). La **biomasa**, **biogás** y las **energías marinas,** agrupadas dentro de las denominadas "**otras renovables"** aportaron un **1,7**% (4,6 TWh). En 2021 el porcentaje anterior fue de 46,7%, por lo tanto, la caída del peso de las renovables fue del 4,5% (gráfico 2.10).

Gráfico 2.10

Balance de energía eléctrica nacional en 2022

Fuente: Red Eléctrica de España

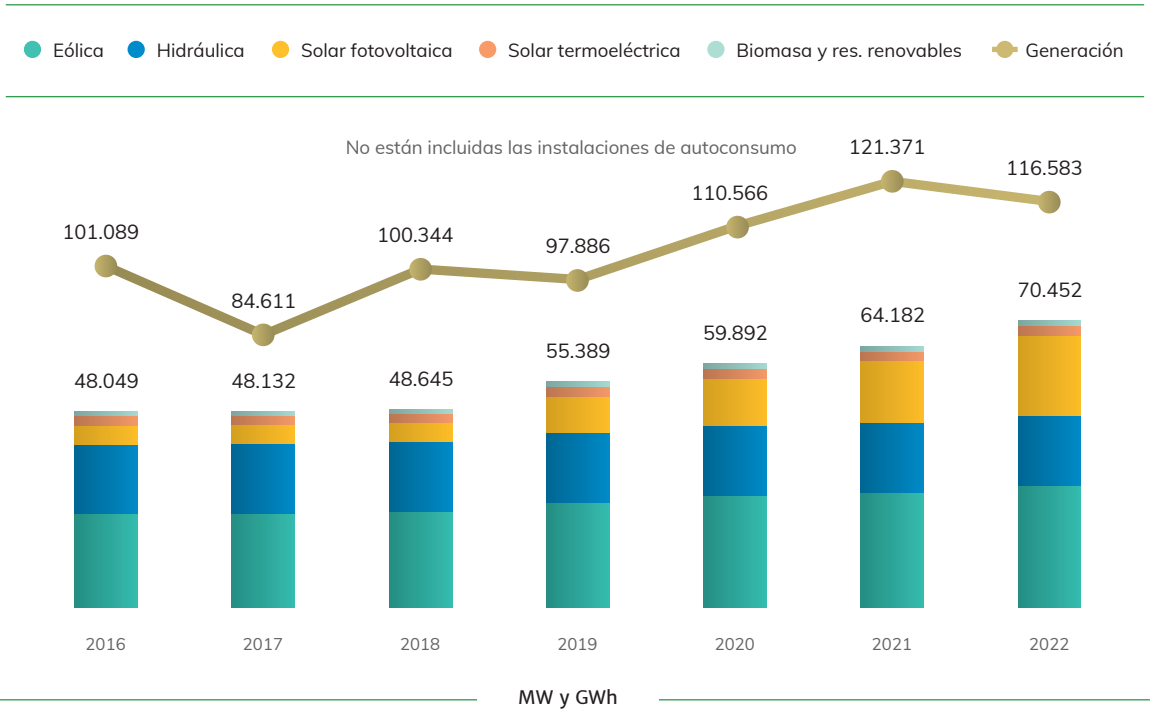


Porcentaje %

Gráfico 2.11

Evolución de la potencia y generación de energía renovable nacional 2016-2022

Fuente: Red Eléctrica de España



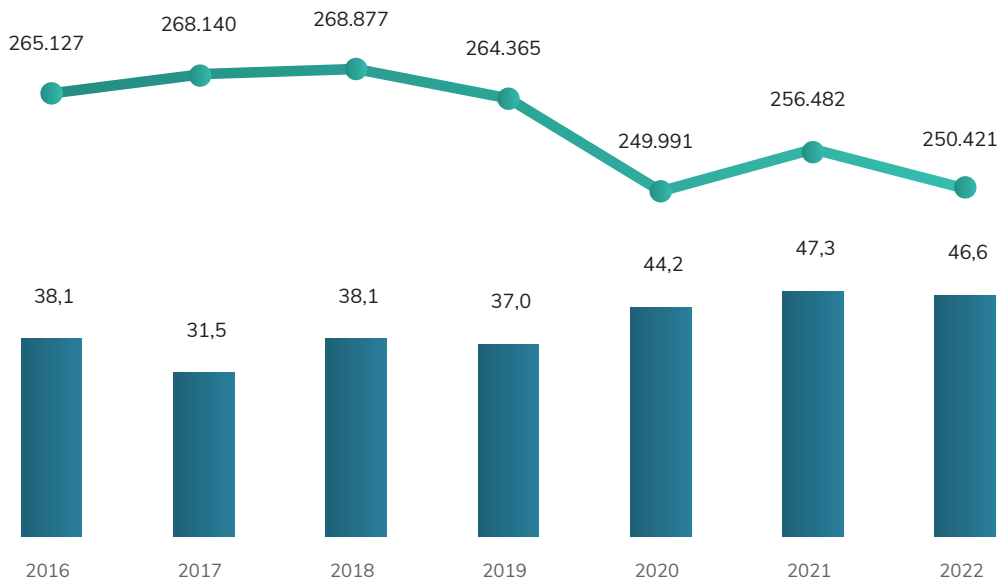
Con respecto a la estructura de generación no renovable del sistema nacional, el **ciclo combinado con gas natural** fue la tecnología con mayor producción con el **24,7%** (68,1 TWh), seguida por la **energía nuclear con el 20,3%** (56,0 TWh). La generación con **carbón** representó en 2022 el **2,8%** de la producción eléctrica nacional, con 7,8 TWh. Es importante destacar el fuerte descenso experimentado en los últimos años teniendo en cuenta que, en 2018, supuso el 17,2%. Otro aspecto importante de destacar son los saldos internacionales: en 2022, el Sistema Eléctrico Español tuvo un saldo exportador de 19,8 TWh.

Analizando la **producción de electricidad con fuentes de generación renovable**, 2022 fue un año con un aporte de **116,6 TWh**, valor inferior al de 2021, que fue de 121,4 TWh, debido a la sequía y una menor disponibilidad de recurso eólico. Al analizar el parque renovable instalado, se comprueba, un año más, que la mayor potencia instalada acumulada en nuestro país fue **eólica** con **30,0 GW**, seguida por la **fotovoltaica** con **19,8 GW** y la hidráulica con **17,1 GW**. Hay que destacar el importante incremento de la **potencia fotovoltaica** con un total de **4,6 GW** adicionales a los instalados en 2021 (gráfico 2.11).

Gráfico 2.12

Evolución de la demanda nacional y porcentaje de renovables de 2016-2022

Fuente: Red Eléctrica de España



GWh – Porcentaje %

En términos de **producción** eléctrica, las **energías renovables** aportaron en 2022 un **42,2%** de la generación eléctrica nacional (46,6% sobre barras de central). Según muchos de los estudios de prospectiva tecnológica, en España será necesario un incremento de potencia anual superior a los 5 GW para alcanzar una tasa de **producción eléctrica** a partir de **renovables** en torno al **70%**, especialmente si se pretende alcanzar los **objetivos de descarbonización y de cuota de renovables** sobre el mix energético fijados para el año **2030** (gráfico 2.12).

Al analizar la distribución territorial de los 70,4 GW renovables en las distintas comunidades autónomas, la mayor potencia renovable instalada correspondió, por este orden, a **Castilla y León (12,6 GW), Castilla-La Mancha (9,9 GW), Andalucía (9,8 GW), Extremadura (8,6 GW), Aragón (8,2 GW) y Galicia (7,7 GW)**, algo que no ha cambiado en los últimos años. Estas comunidades autónomas tienen 56,7 GW instalados, que representan más del **80% del total** de la potencia instalada renovable en España a finales de **2022** (gráfico 2.13).

Gráfico
2.13

Potencia instalada por tecnologías renovables por comunidades autónomas a finales de 2022

Fuente: Red Eléctrica de España

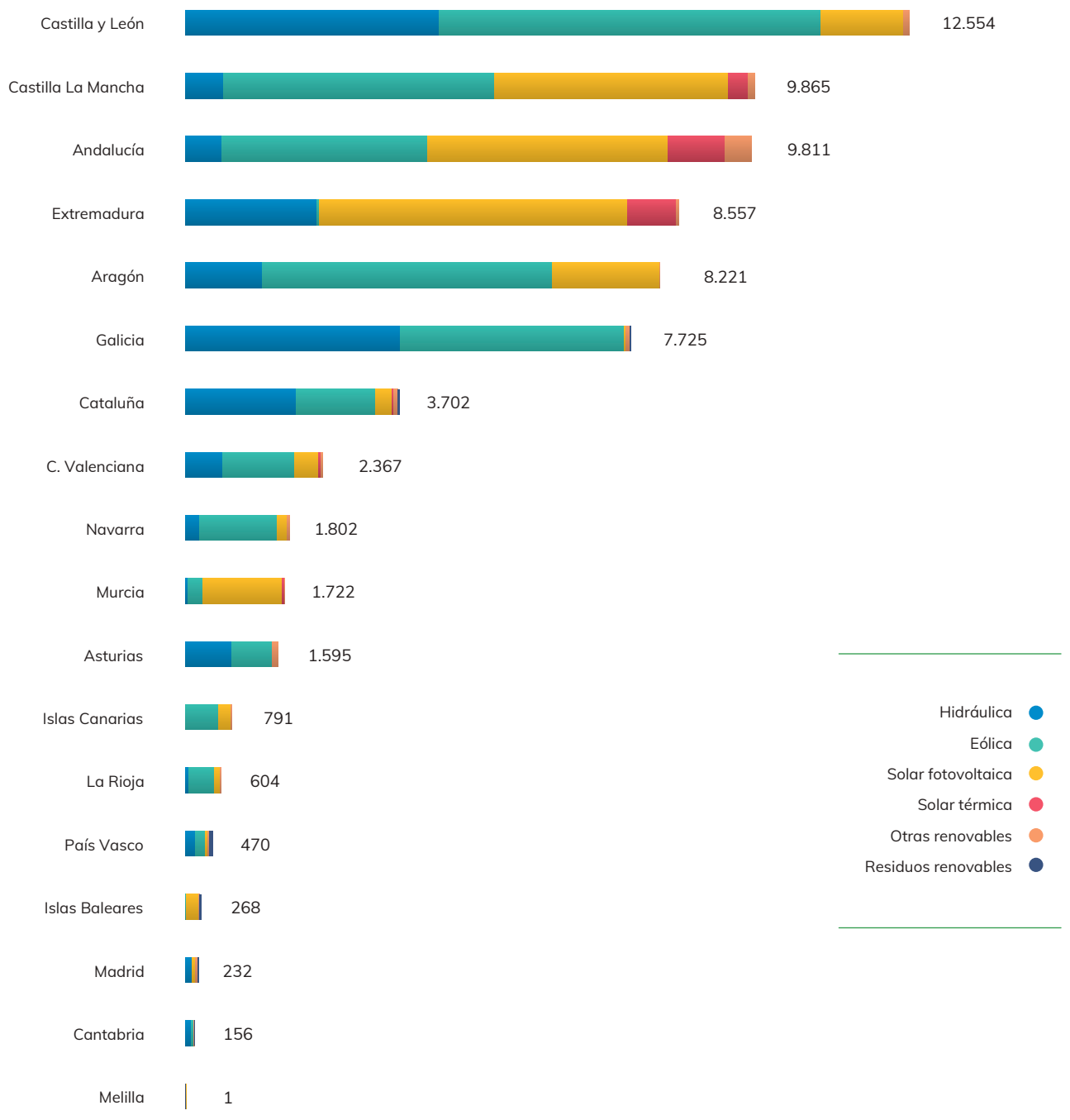


Gráfico 2.14

Consumo final de energía procedente de energías renovables térmicas 2016-2022

Fuente: IDAE y MITERD

Sector térmico

El consumo final de energía procedente de **energías renovables térmicas en 2022 fue de 7.384 ktep**. Esta cifra confirma la **tendencia** de esta serie de producción que se mantiene estable **por encima de las 5.000 ktep** pero sin conseguir una despegue relevante. En 2022 el crecimiento de la producción fue de 2,3% con respecto a 2021. Esta tendencia debería cambiar si se pretende alcanzar los objetivos renovables marcados para 2030.

Las fuentes renovables térmica más consumidas en nuestro país fueron con gran diferencia, la **biomasa** con el **70,0**% del total y la bomba de calor con el 22%, seguida por la **solar térmica** con el **6,5%**, el **biogás** con el **1,9%,** los **residuos renovables** con el **0,2%** y la **geotermia** que no alcanza el 0,1% (gráfico 2.14).

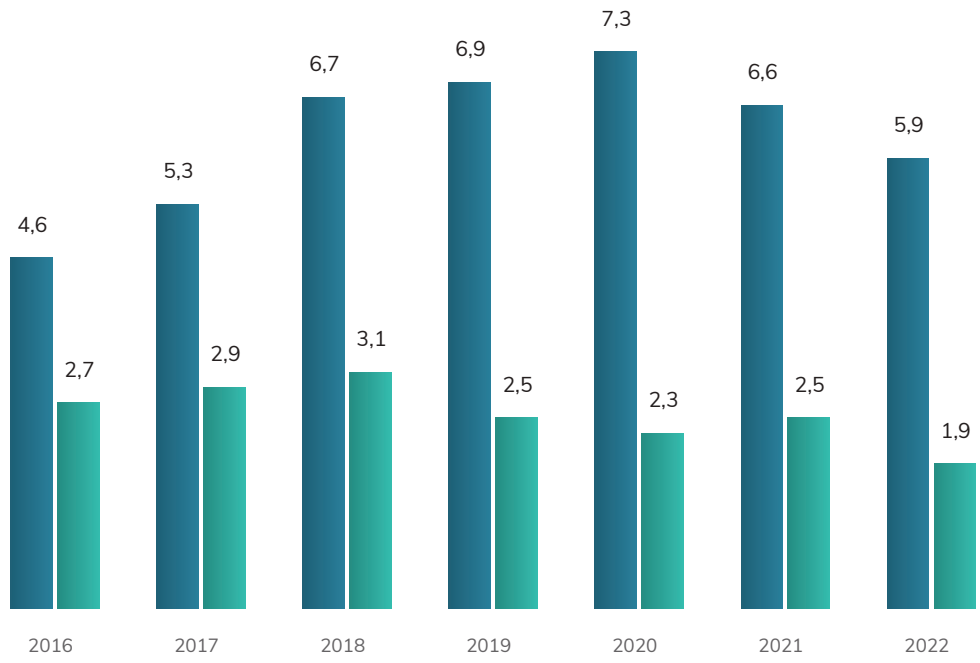
Sector biocarburantes

La cuota real de mercado de los biocarburantes en España se situó en 2022 en el 5,1%, en términos energéticos, del consumo de gasolinas y gasóleo de automoción, lo que supuso una disminución de 0,7 puntos porcentuales con respecto al año anterior. El biodiésel y el hidrobiodiésel alcanzaron una cuota real del 5,9% en términos energéticos sobre el consumo de gasóleos de automoción, la más baja de los últimos cinco años, mientras que la cuota real de mercado del bioetanol se situó en 2022 en el 1,9% en términos energéticos sobre el consumo de gasolinas de automoción, la más reducida desde la puesta en marcha del actual mecanismo de fomento de los biocarburantes en 2009 (gráfico 2.15).

Gráfico 2.15

Cuota de mercado real en términos energéticos de los biocarburantes 2016-2022

Fuente: CNMC, MITERD y APPA Renovables



3 Evaluación macroeconómica

Evaluación macroeconómica

Económicamente, la aportación directa al PIB del sector de las energías renovables fue de 16.874 millones de euros (contribución directa al PIB). Esto supone un incremento del 21,6% respecto al 2021. Adicionalmente, el sector generó 5.088 millones de euros por efecto arrastre debido a la demanda de bienes y servicios de otros sectores (contribución indirecta al PIB). Esto supone que la contribución económica total de este sector ascendió a 21.961 millones de euros, un 16,8% superior a 2021.

Principales motivos de esta evolución:

- Incremento de precios en el mercado de la electricidad, dado que aumentaron los márgenes de la mayoría de las tecnologías. El precio medio diario de OMIE en 2022 fue de 167,52 €/MWh, un 49,7% superior al de 2021, 111,93 €/MWh.
- Crecimiento de la capacidad instalada de generación en los sectores eólico y fotovoltaico (para venta a red y autoconsumo), 1.658 MW y 7.260 MW respectivamente.
- Desarrollo de actividades industriales asociadas a la energía eólica marina para la exportación, a pesar de la inexistencia de potencia de esta tecnología en España.

Factores que han frenado este crecimiento:

- Estrechamiento de los márgenes en el mercado del biodiesel, por la importación de terceros países favorecidos por la regulación del sector y las políticas comerciales poco exigentes de la Unión Europea.
- Escaso desarrollo de capacidad productiva adicional en los subsectores que no son eólica, fotovoltaica o autoconsumo, basados en explotar las instalaciones existentes.
- Reducción de márgenes en la cadena industrial derivados de una mayor competencia, entrando alguno de los principales agentes en crisis.
- Retraso en procesos regulatorios que frenaron el desarrollo de nuevas tecnologías, como los Planes de Ordenación del Espacio Marítimo, que no se aprobaron en 2022, afectando a la energía eólica marina y las energías del mar.

Cabe destacar que la energía eólica, la solar fotovoltaica y el autoconsumo representan el 73% de la contribución directa al PIB de las renovables en España.

Derivado de esta actividad, el sector empleó 80.322 profesionales (empleo directo), un incremento del 10,9% con respecto a 2021. Se estima que los empleados por efecto arrastre en otros sectores fueron 50.492 (empleo indirecto), lo que supone una contribución total de 130.815 profesionales.

Contribución a la generación de riqueza

La contribución directa del **Sector Renovable** al Producto Interior Bruto (PIB) fue 16.874 millones de euros[1], esto supone un incremento del 21,6% con respecto a 2021. La contribución directa del sector de las energías renovables representa el 1,27% del PIB de España.

El sector generó 5.088 millones de euros[2] de actividad adicional lo que supone una contribución económica total de 21.961 millones de euros[3], lo que supone que su efecto total en la economía española es del 1,65% (el gráfico 3.1 muestra la evolución en datos reales para anular el efecto de la inflación).

1. **14.970 millones de euros en términos reales, base 2015.**

2. **4.514 millones de euros en términos reales, base 2015.**

3. **19.484 millones de euros en términos reales, base 2015.**

Gráfico 3.1

Aportación directa, indirecta y total al PIB español del Sector de las Energías Renovables (datos reales) 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

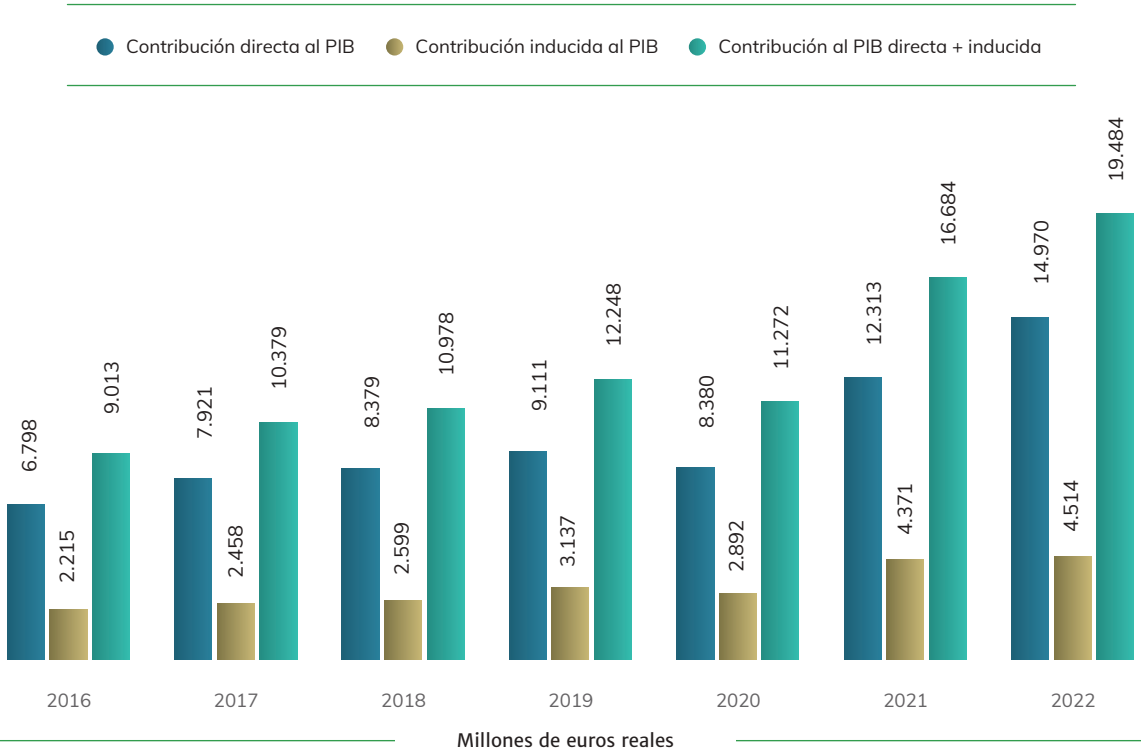


Gráfico 3.1.1

Aportación directa, indirecta y total al PIB español del Sector de las Energías Renovables (datos reales y corrientes) 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

Datos reales (base 2015)	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución directa al PIB	6.798	7.921	8.379	9.111	8.380	12.313	14.970
Contribución indirecta al PIB	2.215	2.458	2.599	3.137	2.892	4.371	4.514
Contribución al PIB Directa + indirecta	9.013	10.379	10.978	12.248	11.272	16.684	19.484
Datos corrientes	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
Contribución directa al PIB	6.820	8.049	8.621	9.510	8.854	13.309	16.874
Contribución indirecta al PIB	2.222	2.498	2.675	3.274	3.056	4.725	5.088
Contribución al PIB Directa + indirecta	9.042	10.548	11.295	12.784	11.909	18.034	21.961

Gráfico 3.1.2

Aportación al PIB español del Sector de las Energías Renovables desagregado por sectores (datos reales) 2016-2022

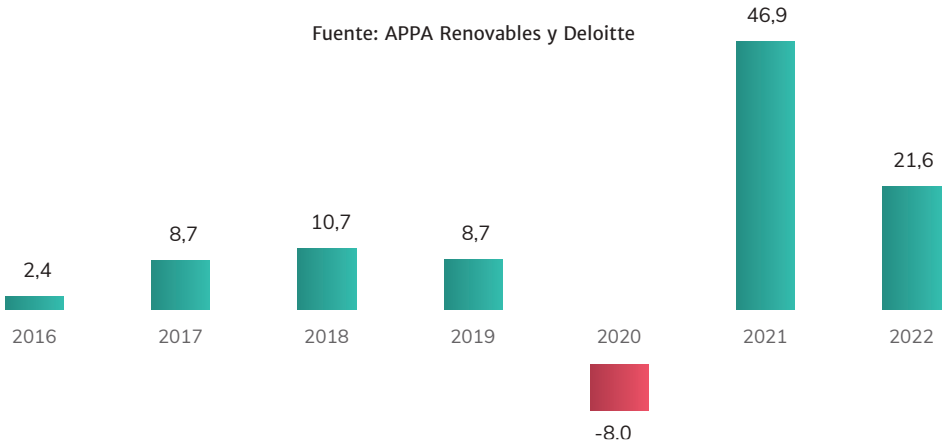
Fuente: APPA Renovables y Deloitte

Datos reales (base 2015)	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Biomasa	1.397	1.453	1.452	1.475	1.422	2.567	2.678
Eólica	2.451	3.419	3.648	4.087	3.117	5.541	5.895
Solar Fotovoltaica	2.746	2.905	3.065	4.009	4.435	5.103	6.398
Autoconsumo (solar FV)						729	1.958
Solar Termoeléctrica	1.395	1.440	1.416	1.434	1.260	1.459	1.251
Biocarburantes	586	752	801	765	637	600	522
Minihidráulica	322	301	487	366	290	563	642
Solar Térmica	59	54	53	55	55	46	52
Marina	13	13	13	14	14	14	14
Geotermia	44	42	42	43	42	43	45
Hidrógeno renovable						22	29
Contribución al PIB	**9.013**	**10.379**	**10.978**	**12.248**	**11.272**	**16.684**	**19.484**

Gráfico 3.2

Tasa de crecimiento del Sector de las Energías Renovables 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



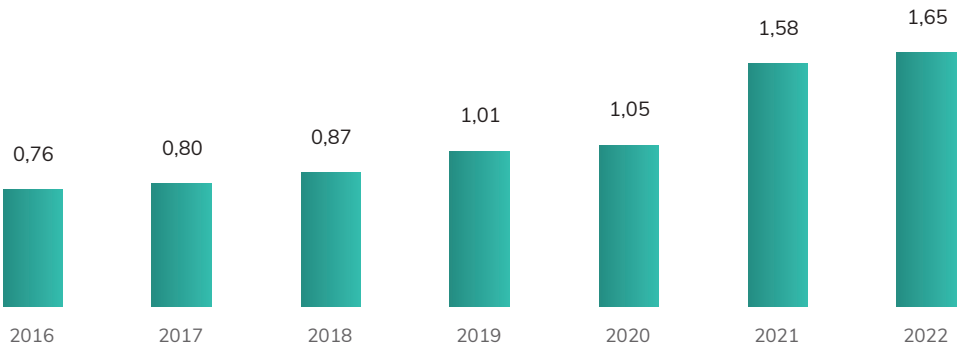
% en términos reales

El aumento de la contribución total al PIB del sector de las energías renovables en 2022 fue del 1,65%. Los motivos de este aumento en la contribución al PIB fueron el incremento de los precios en el mercado de la electricidad; el incremento de la capacidad instalada de generación en los sectores eólico, fotovoltaico (para venta a red y autoconsumo); y el desarrollo de actividades industriales asociadas a la energía eólica marina para la exportación.

Gráfico 3.3

Relevancia del Sector de las Energías Renovables en términos del PIB 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



Relevancia en %

Empleo generado

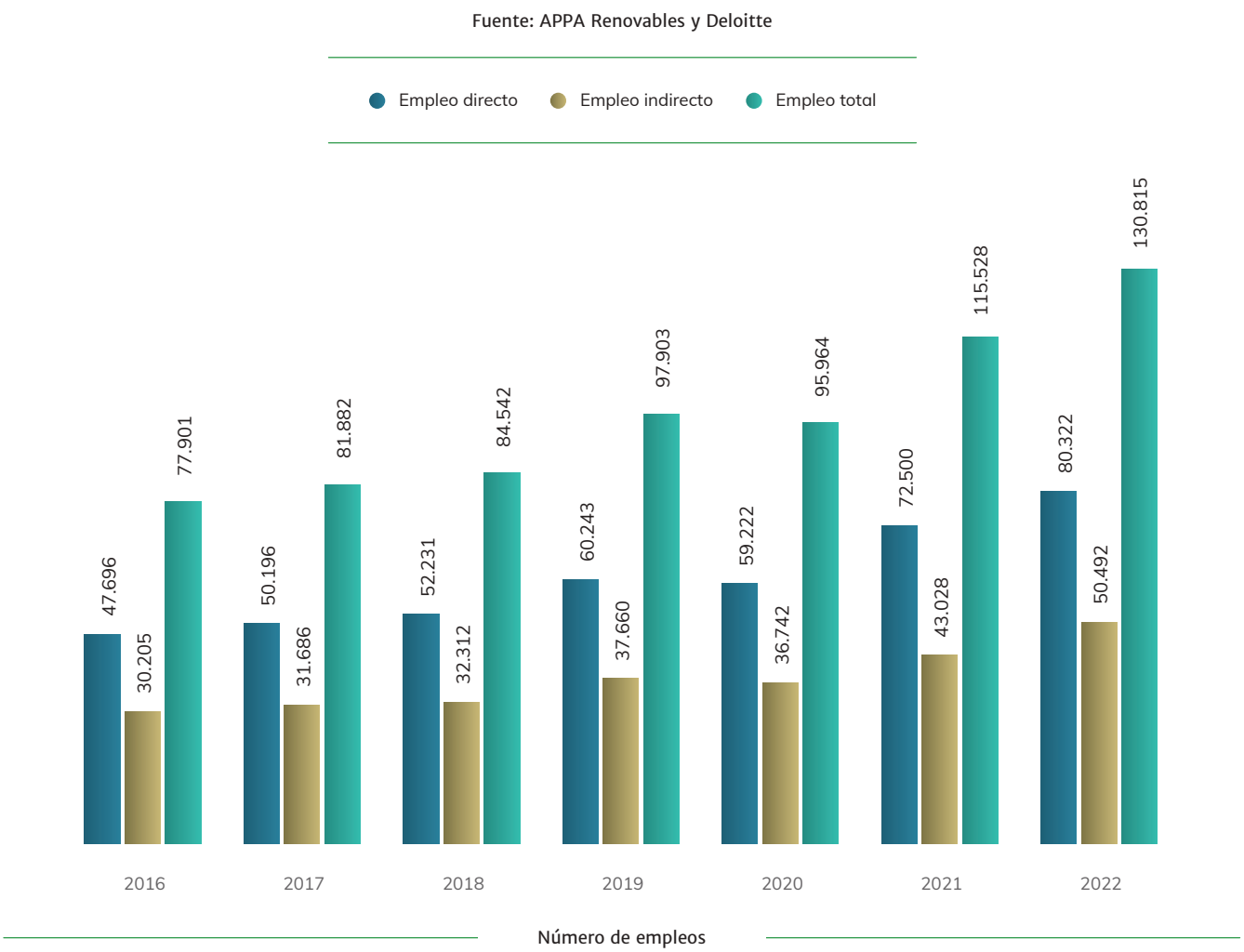
El sector cerró el año **2022 con 130.815 empleos**, de los cuales **80.322 puestos de trabajo fueron directos** y **50.492 indirectos,** debido al efecto arrastre que la industria tiene sobre el resto de la economía española. Esta contribución es superior a la del año 2021, el incremento alcanzado fue del 10,8% en el empleo directo y del 13,2% en el total (gráfico 3.4).

Por tecnologías, **el mayor incremento** en el empleo fue en la **solar fotovoltaica y el autoconsumo con más de diez mil setecientos puestos de trabajo nuevos creados en 2022**. La **energía eólica** regis-

Gráfico 3.4

Impacto directo e indirecto del sector de las energías renovables en el empleo en España 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



tró un incremento en el número de empleos de 4.793. Otras tecnologías que crecieron, pero a un ritmo menor fueron la **solar térmica** (11), **hidrógeno verde** (126) y **geotermia** (62). Por el contrario, la tecnología que más empleos perdió en 2022 fue la **biomasa, biogás y residuos renovables** (-220). Otras tecnologías que redujeron los puestos de trabajo fueron la **solar termoeléctrica** (-175), la **minihidráulica** (-11), los **biocarburantes** (-4) y las **energías del mar** (-6) (gráfico 3.5).

Gráfico 3.5

Impacto del sector de las energías renovables en el empleo en España (detalle por sectores) 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

Empleos	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Biomasa	33.419	32.833	32.326	31.905	30.623	29.891	29.671
Eólica	21.309	23.713	25.711	31.431	30.167	34.222	39.015
Solar Fotovoltaica	10.392	12.308	13.274	21.370	22.481	31.507	34.877
Autoconsumo (solar FV)						6.874	14.215
Solar Termoeléctrica	5.216	5.269	5.226	5.246	5.122	5.241	5.066
Biocarburantes	4.059	4.325	4.483	4.421	4.067	3.992	3.988
Minihidráulica	1.309	1.299	1.352	1.298	1.301	1.219	1.208
Solar Térmica	912	867	875	912	920	893	904
Marina	324	332	343	353	354	370	364
Geotermia	961	937	952	968	930	907	969
Hidrógeno renovable						411	537
Empleo total	**77.901**	**81.882**	**84.542**	**97.903**	**95.964**	**115.528**	**130.815**

Impacto en la balanza comercial

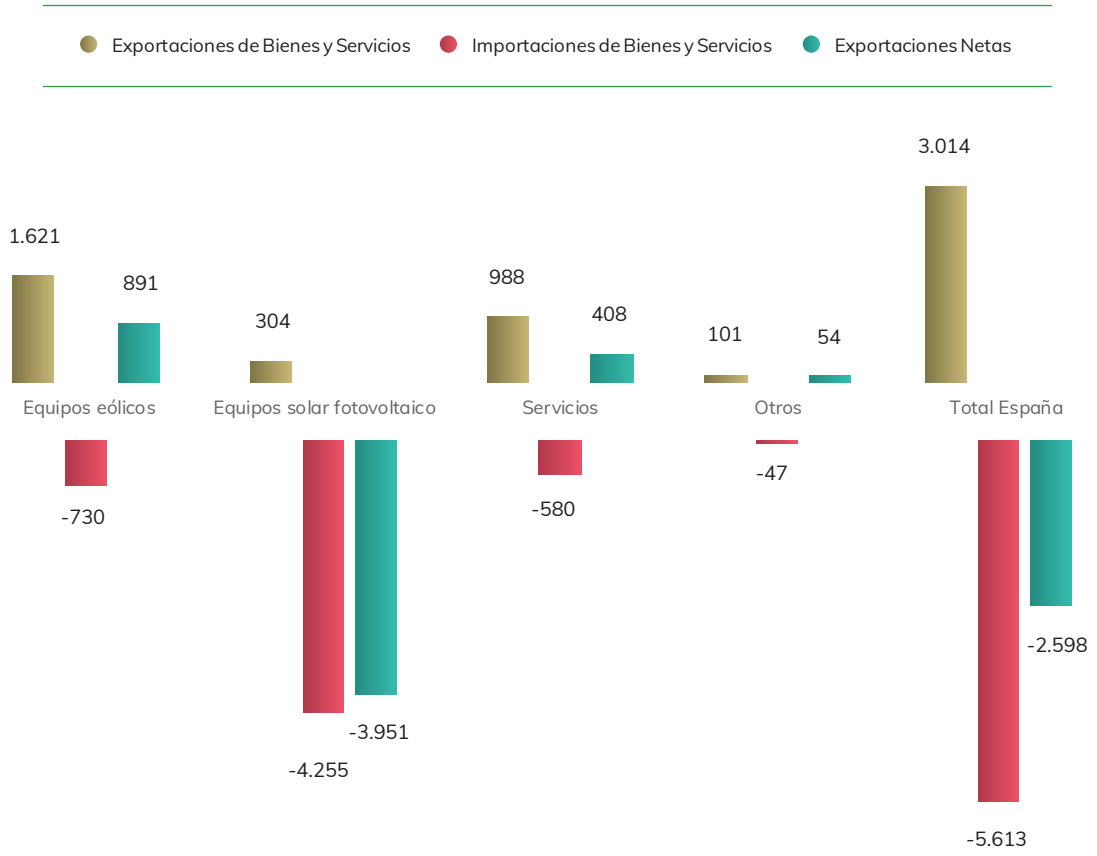
Los datos de 2022 fueron negativos con respecto a las exportaciones netas de bienes y servicios, **2.598 millones de euros,** motivado por el saldo importador de los equipos para generación solar fotovoltaica, 3.951 millones de euros (gráfico 3.6).

Este impacto en la balanza comercial se debe a una mayor competencia en el mercado internacional de los equipos de solar fotovoltaica y eólica.

Gráfico 3.6

Impacto de las energías renovables en las exportaciones, importaciones y exportaciones netas 2022

Fuente: PPA Renovables y Deloitte, a partir de información de DataComex, Ministerio de Indstria, Comercio y Turismo



Millones de € corrientes

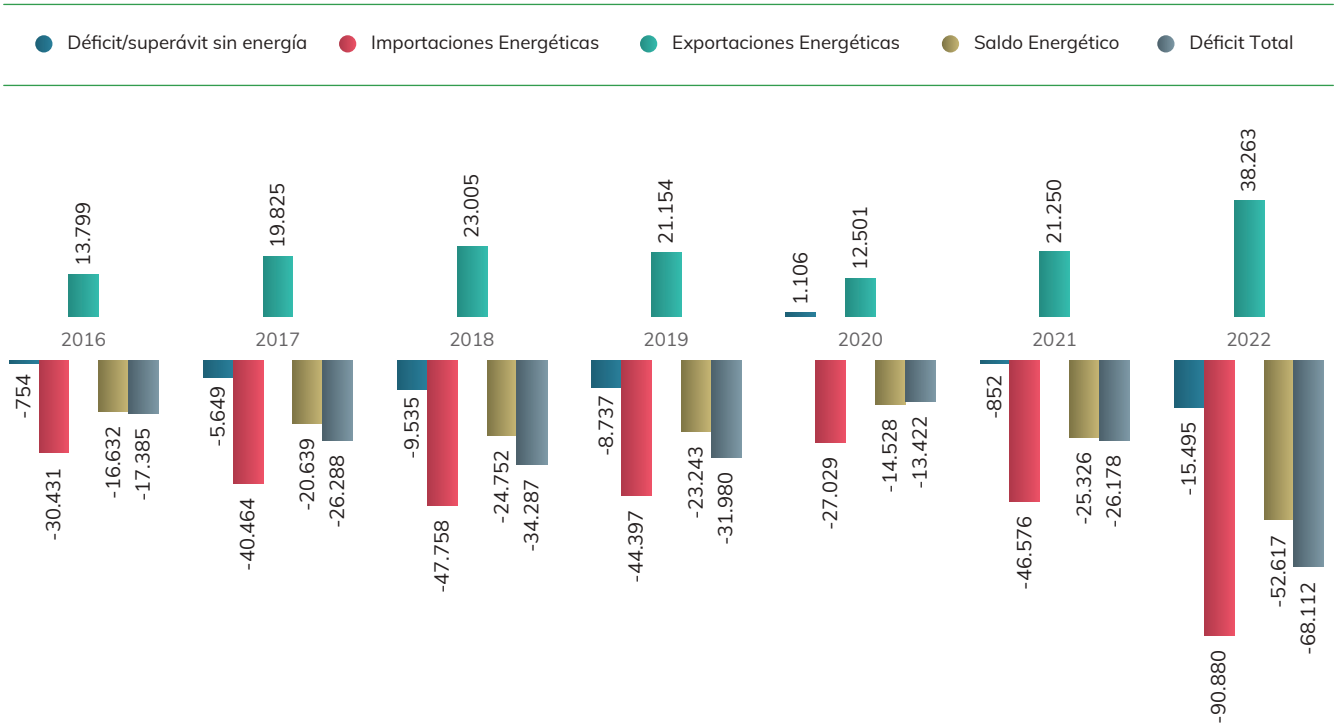
Sin embargo, el impacto principal de las energías renovables se debe al efecto que tiene su producción en la balanza comercial, **evitando la importación de combustibles fósiles de terceros países, este efecto fue de 15.230 millones de euros.**

El déficit del saldo exterior de productos energéticos en 2022 alcanzó los 52.617 millones de euros, debido al incremento del precio de los combustibles fósiles. El saldo total de comercio exterior de mercancías de España durante el año analizado también fue deficitario, 68.112 millones de euros. En el caso de que no hubiese energías renovables estos saldos negativos serían mayores por la cuantía de importaciones fósiles que el sector evita (gráfico 3.7).

Gráfico 3.7

Detalle del comercio exterior de mercancías de España 2016-2022

Fuente: Informes Mensuales de Comercio Exterior (diciembre de 2022), Ministerio de Industria, Comercio y Turismo



Millones de € corrientes

Impacto en la recaudación fiscal

El **impacto fiscal** de las energías renovables positivo para las arcas del Estado y ascendió a **1.235 millones de euros en 2022**, de los cuales 951 se pagaron en concepto de Impuesto sobre Sociedades y 284 por otros tributos, como el Impuesto de Actividades Económicas, Impuesto de Bienes Inmuebles, tasas y otros (gráfico 3.8).

En 2021 se suspendió la aplicación del **Impuesto sobre el Valor de la Producción de la Energía Eléctrica**, dicha suspensión estuvo vigente durante 2022.

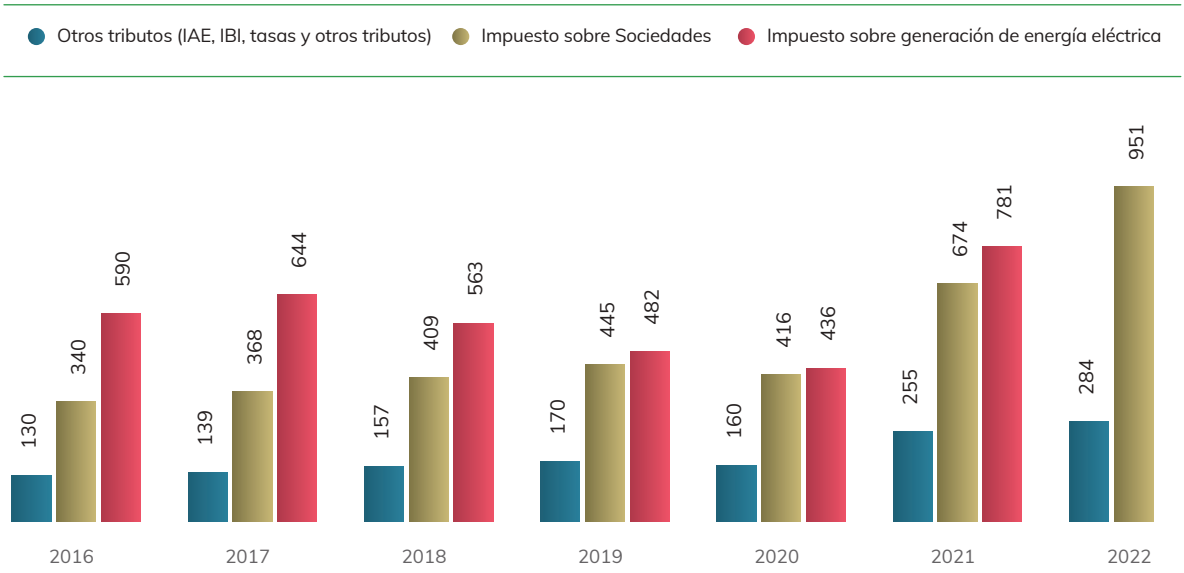
Contribución al I+D+i

La inversión de las empresas de energías renovables en investigación, desarrollo e innovación **(I+D+I)** supuso el **2,73% de su contribución directa al PIB nacional** español.

Gráfico 3.8

Impacto del sector de las energías renovables en la recaudación fiscal 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



Millones de € corrientes

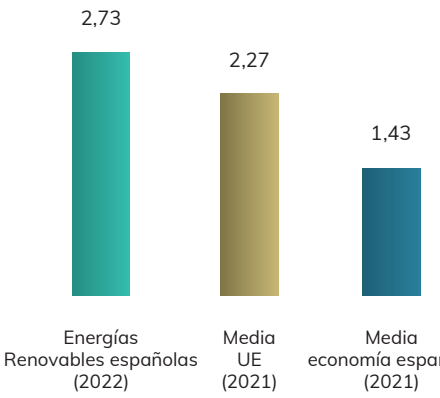
Las energías renovables fueron un año más un aporte importante a la economía española. Su participación en **I+D+I** fue muy superior a la media española (**1,43%**) y significativamente superior al de la media europea (**2,27%**), aunque queda todavía lejos del objetivo marcado por la Unión Europea para 2030, 3,00%.

Tecnologías como la eólica, la solar fotovoltaica, la solar termoeléctrica, la biomasa o la minihidráulica, con un alto grado de desarrollo, así como otras tecnologías menos desarrolladas actualmente, como la marina, la minieólica o la geotermia, centraron su actividad en **I+D+I**, para incrementar su **eficiencia** y **reducir costes** para ser más **competitivas.**

Gráfico 3.9

Esfuerzo en I+D+I respecto al PIB en 2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



Esfuerzo en %

4 Energías renovables: impacto económico y social por tecnologías en 2022

Energías renovables: impacto económico y social por tecnologías en 2022

En el presente capítulo se analiza el comportamiento de las aportaciones de las distintas tecnologías en términos de PIB, empleo o datos de generación y potencia instalada. De una forma detallada, las tecnologías que se analizan son las siguientes:

- Biocarburantes
- Biomasa, biogás y residuos renovables
- Energías del Mar
- Eólica
- Geotermia
- Hidrógeno renovable
- Minihidráulica
- Solar Fotovoltaica y Autoconsumo
- Solar Térmica
- Solar Termoeléctrica

4.1 Biocarburantes

Biocarburantes: Contribución a la riqueza

En 2022, los sectores del biodiésel[1] y del bioetanol contribuyeron conjuntamente al PIB con 588,5 millones de euros[2] de los que 363,6 millones[3] fueron aportación directa y 224,9 millones[4] aportación indirecta, lo que supone una disminución del 26,2%, dando continuidad a la tendencia decreciente iniciada en 2019 (gráficos 4.1.1 y 4.1.2).

1. **En este informe se entiende por biodiésel exclusivamente el éster metílico de ácidos grasos (FAME), no incluyéndose dentro del mismo el hidrobiodiésel.**

2. **522,1 millones de euros en reales base 2015.**

3. **322,6 millones de euros en reales base 2015.**

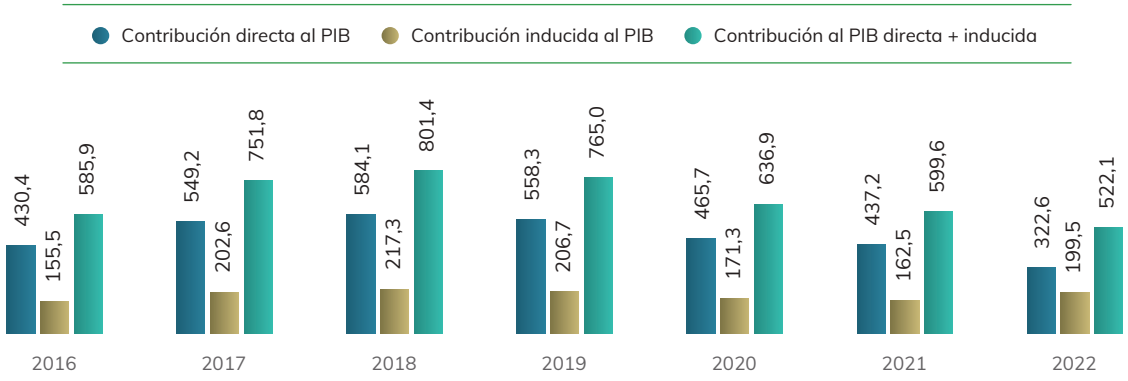
4. **199,5 millones de euros en reales base 2015.**

Gráfico 4.1.1

Aportación directa, indirecta y total al PIB de los sectores del biodiésel y del bioetanol (datos reales y corrientes) 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

Datos corrientes	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	431,8	558,1	601,0	582,8	492,0	472,5	363,6
Contribución Inducida al PIB	156,0	205,9	223,6	215,8	181,0	175,6	224,9
Contribución al PIB Directa + Inducida	587,8	764,0	824,6	798,5	673,0	648,1	588,5



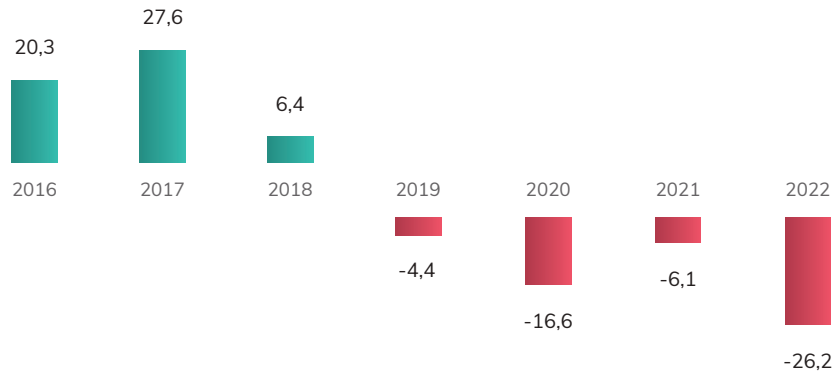
Millones de euros reales

Datos Reales base 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	430,4	549,2	584,1	558,3	465,7	437,2	322,6
Contribución Inducida al PIB	155,5	202,6	217,3	206,7	171,3	162,5	199,5
Contribución al PIB Directa + Inducida	585,9	751,8	801,4	765,0	636,9	599,6	522,1

Gráfico 4.1.2

Evolución de la tasa de crecimiento de la aportación directa al PIB de los sectores del biodiésel y del bioetanol 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



% en términos reales

En el desglose por tipo de biocarburante, se observa que la aportación total al PIB del subsector del biodiésel en 2022 fue de 420,4 millones de euros, lo que representa un descenso del 15,5% con respecto al año anterior, mientras que la contribución del subsector del bioetanol se situó en 101,6 millones de euros, una cifra un 0,6% inferior a la de 2021 (gráfico 4.1.3).

La menor aportación al PIB del subsector del biodiésel en 2022 fue consecuencia fundamentalmente de la caída de sus márgenes debido a la entrada masiva de importaciones a bajos precios, lo que provocó la disminución de las ventas de la industria española en el mercado nacional (-19%), por más que consiguió aumentar su producción (+7%) gracias al auge de las exportaciones (+35%).

El pequeño descenso de la contribución al PIB del subsector del bioetanol observado en 2022 fue consecuencia de la caída de la producción (-10%) debido a la disminución tanto de las exportaciones (-6%) como de las ventas de la industria española en el mercado nacional (-12%).

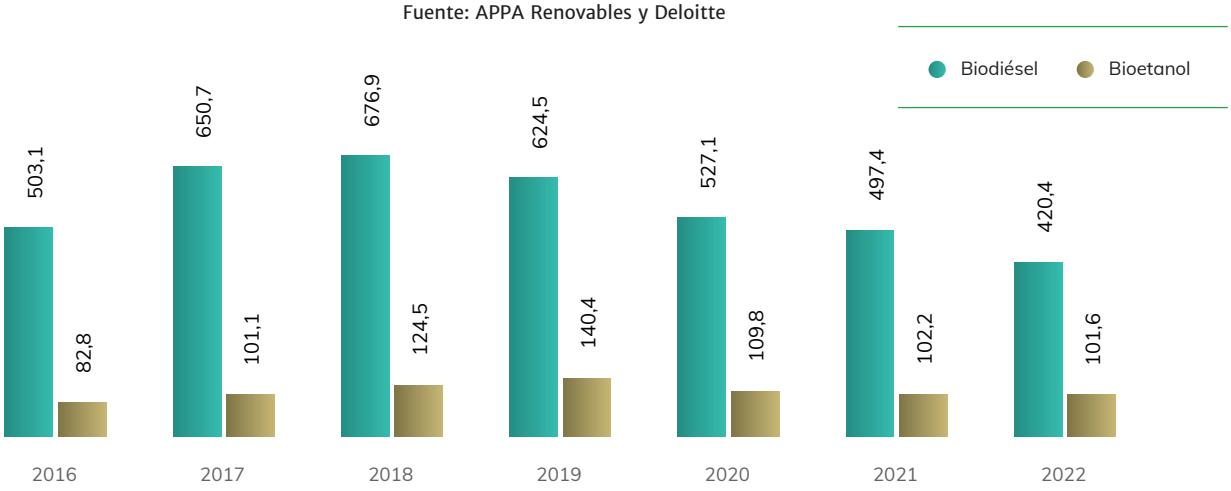
Pese al aumento del objetivo de la obligación de biocarburantes, que pasó del 9,5% en 2021 al 10,0% en 2022, su consumo total en España durante el año 2022 descendió en un 5%, hasta situarse en 1.637.000 toneladas (1.731.893 t en 2021), dando continuidad a una tendencia decreciente iniciada en el año 2020 a raíz de la eclosión del mecanismo del doble cómputo otorgado a algunos biocarburantes.

A este descenso del consumo de biocarburantes contribuyó principalmente el hidrobiodiésel (-162.685 t) y, en menor medida, el bioetanol (-20.407 t) y el biopropano (-8.005 t), mientras que el consumo de biodiésel aumentó (+96.203 t).

Gráfico
4.1.3

Aportación al PIB en datos reales (base 2015) por tipología de biocarburante 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



Los biocarburantes puestos físicamente en el mercado español en 2022 alcanzaron una cuota global en términos energéticos del 5,1% del consumo de gasolinas y gasóleos de automoción, lo que supone una disminución de 0,7 puntos porcentuales con respecto al año anterior. Aunque, de acuerdo con los datos del MITERD, esta cuota se habría elevado al 9,8% en términos contables, tras considerar el efecto tanto del doble cómputo como del traspaso interanual de certificados, ello no habría sido suficiente para cumplir de manera agregada el objetivo global obligatorio fijado para 2022 (10,0%).

La cuota real de consumo de biocarburantes en gasóleo se situó en 2022 en el 5,9% en términos energéticos, un nivel inferior al de los cuatro años anteriores (6,6% en 2021, 7,3% en 2020, 6,9% en 2019 y 6,7% en 2018). El biodiésel contribuyó a dicha cuota real con 5,1 puntos porcentuales, mientras que el hidrobiodiésel aportó los 0,8 puntos restantes.

La cuota real de consumo de bioetanol en gasolinas se situó en 2022 en el 1,9% en términos energéticos, la más reducida desde la puesta en marcha del actual mecanismo de fomento de los biocarburantes en 2009 (gráfico 4.1.4).

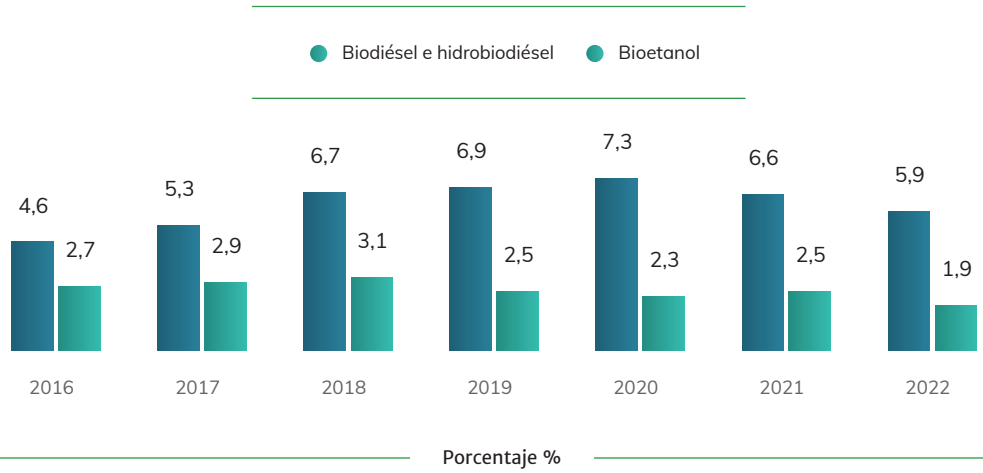
Situación del biodiésel

El consumo de biodiésel en España en 2022 ascendió a un total de 1.278.463 toneladas que, aunque supone un incremento con respecto al del año anterior (+8%), queda muy lejos de la demanda récord alcanzada en 2011 (1.611.113 t). La participación del biodiésel en el mercado español de

Gráfico 4.1.4

Cuota de mercado real en términos energéticos por tipología de biocarburante 2016-2022

Fuente: CNMC, MITERD y APPA Renovables



biocarburantes se situó en 2022 en el 78,1%, una cifra superior a su cuota del año anterior (68,3%).

Los productores españoles de biodiésel vieron reducirse en 2022 tanto sus ventas en España (-19%) como su cuota del mercado nacional, que descendió por séptimo año consecutivo hasta el 25,3% (desde el 33,7% en 2021, 46,8% en 2020, 57,4% en 2019, el 57,7% en 2018, el 62,4% en 2017, el 74,7% en 2016 y el 92,8% en 2015).

Además de incrementar su cuota del mercado nacional hasta el 74,7%, las ventas de biodiésel importado en España aumentaron en el conjunto del año en un 22% con respecto al ejercicio anterior.

La producción de las diecinueve (19) plantas españolas de biodiésel en 2022 se situó en 1.345.881 t, lo que supuso un incremento del 7% con respecto al año anterior, lo que situó el ratio de utilización de la capacidad instalada (3,4 millones de toneladas anuales) en el 40%.

Situación del bioetanol

El consumo de bioetanol en España en 2022 fue de 177.266 toneladas, lo que supuso un descenso del 10% con respecto al del año anterior. La participación del bioetanol en el mercado español de biocarburantes se situó en 2022 en el 10,8%, por debajo de la cuota alcanzada el año anterior (11,4%).

Además de disminuir sus ventas, la industria nacional de bioetanol también redujo en 2022 su cuota

del mercado doméstico hasta el 97,0%, debido al incremento de las importaciones (+70%).

La producción de las cuatro (4) plantas de bioetanol existentes en España en 2022 se situó en 393.448 t, lo que supuso una caída del 10% con respecto a la cifra récord del año anterior, lo que redujo el ratio de operación del sector sobre la capacidad instalada (383.009 t anuales) hasta el 103%, frente al 114% alcanzado el año anterior.

Empleos

El número total de empleos directos e indirectos generados por el sector del biodiésel y del bioetanol en España en 2022 fue de 3.988, lo que supuso un muy ligero descenso en relación con la cifra del año anterior (3.992). De ellos, 2.547 fueron empleos directos y 1.441 empleos indirectos. (Gráfico 4.1.5).

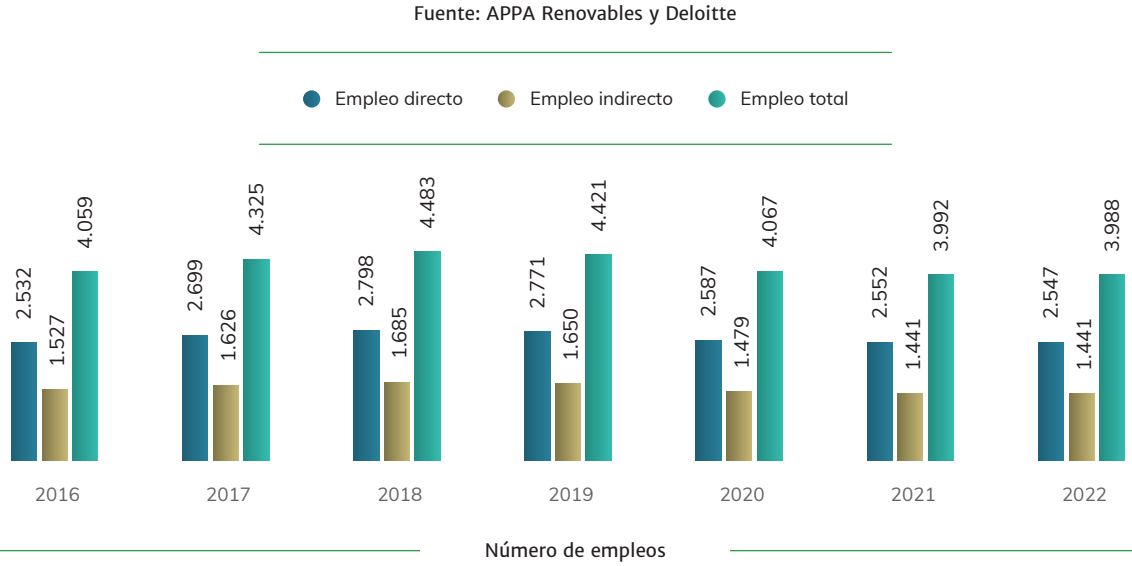
En el desglose por tipo de biocarburante, se observa que el empleo total en el subsector del biodiésel en 2022 fue de 2.551 puestos de trabajo, lo que representa un incremento del 0,4% con respecto a 2021, mientras que el empleo en el subsector del bioetanol se situó en 1.437, lo que supone una caída del 1,0% con respecto al año anterior.

La evolución del empleo en la industria española de biodiésel y bioetanol en 2022 fue resultado de las variaciones experimentadas en sus respectivas producciones y ventas durante el año.

Gráfico 4.1.5

Empleo directo e inducido de los sectores del biodiésel y del bioetanol 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



4.2 Biomasa, biogás y residuos renovables

Biomasa, biogás y residuos renovables

Nuestro país disfruta de un magnífico potencial para la utilización de recursos biomásicos de diversa índole. Su valorización energética proporciona una alternativa eficiente y sostenible a la necesidad de acometer una profunda transición energética, reorientando nuestro modelo productivo nacional hacia un modelo donde prime la bioeconomía y la economía circular.

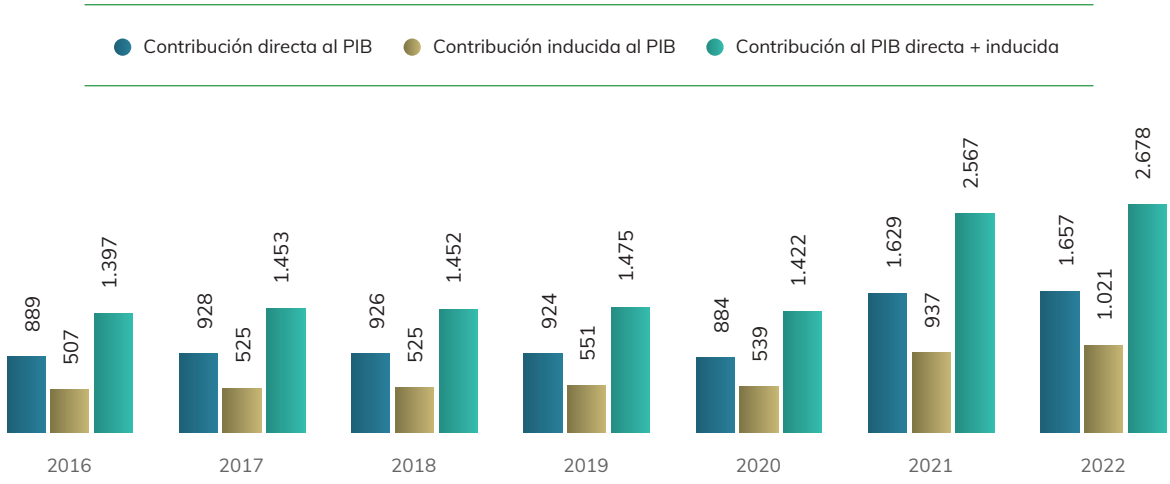
El tratamiento de los subproductos orgánicos de otras industrias como la agricultura, ganadería y forestal o los residuos permite mitigar las emisiones de gases que no solo provocan el cambio climático,

Gráfico 4.2.1

Aportación directa, indirecta y total al PIB español del sector biomásico (datos reales y corrientes) 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

Datos corrientes	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	892	943	953	965	934	1.761	1.868
Contribución Inducida al PIB	509	533	540	575	569	1.013	1.151
Contribución al PIB Directa + Inducida	1.401	1.476	1.494	1.540	1.503	2.774	3.019



Millones de euros reales

Datos Reales base 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	889	928	926	924	884	1.629	1.657
Contribución Inducida al PIB	507	525	525	551	539	937	1.021
Contribución al PIB Directa + Inducida	1.397	1.453	1.452	1.475	1.422	2.567	2.678

sino que también son dañinos para nuestra salud, a la vez que evitamos el deterioro de los ecosistemas y reducimos el riesgo de incendios. Una gestión sostenible de la biomasa con fines energéticos permitiría crear empleo de calidad y evitar, de forma sustancial, la enorme pérdida de biodiversidad y la desertificación que provocan los incendios.

Contribución a la generación de riqueza

La **contribución** de la **biomasa, biogás y residuos renovables para generación térmica y eléctrica**[1] al **PIB** en 2022 fue de **3.019 millones de euros**[2], lo que supuso un incremento del 4,3% respecto a 2021, debido al mayor precio de la electricidad, ya que no hubo incremento de la capacidad de producción.

De esta contribución al PIB, 1.868 millones de euros (1.657 millones de euros reales, base 2015) se corresponden con el impacto directo y los restantes 1.151 millones de euros (1.021 millones de euros reales, base 2015) al impacto indirecto del sector en otras áreas de actividad (gráfico 4.2.1).

Al analizar la tasa de crecimiento de la aportación directa al PIB del sector en los últimos años, 1,7%, se observa que se ha producido un importante incremento en 2021 y 2022 debido al aumento del precio del mercado eléctrico, comparado con años anteriores (gráfico 4.2.2).

1. **Dentro de la biomasa eléctrica se considera la producción de electricidad a partir de biomasa sólida, de biogás y de la fracción orgánica de los residuos municipales (también denominada: residuos renovables).**

2. **2.678 millones de euros en términos reales, base 2015.**

Gráfico 4.2.2

Evolución de la tasa de crecimiento de la aportación directa al PIB de la biomasa, biogás y residuos renovables 2016-2022

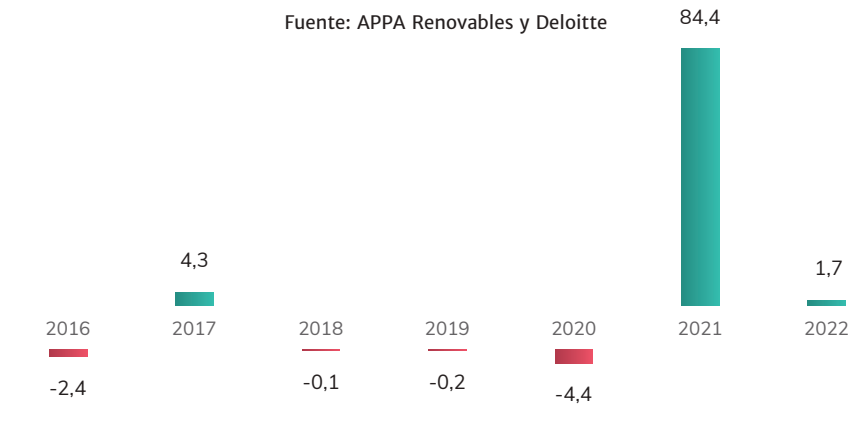
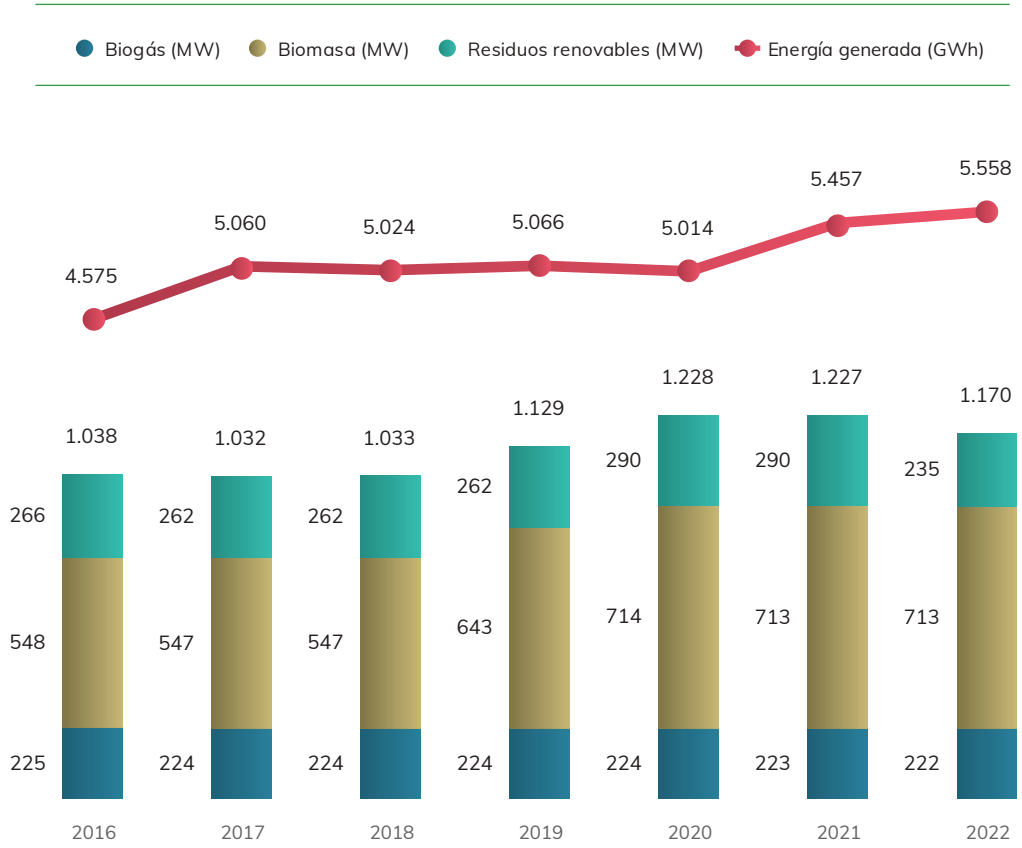


Gráfico 4.2.3

Estructura de la generación biomásica 2016-2022

Fuente: CNMC



MW y GWh

Generación eléctrica

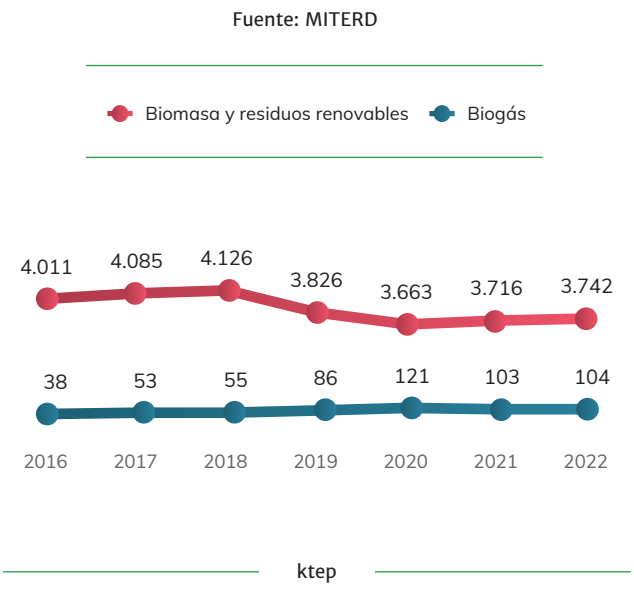
Tras el estancamiento de la potencia instalada de biomasa eléctrica de los últimos años, en 2022 se ha reducido la potencia en la generación con residuos renovables en 55 MW con respecto al ejercicio anterior, aunque por otra parte la producción aumento en 101 MWh (gráfico 4.2.3).

Usos térmicos

La producción térmica con biomasa, biogás y residuos renovables experimentó durante el año 2022 un incremento del 0,7% respecto al año precedente. Este aumento se debió, principalmente, al incremento de producción con biomasa y residuos renovables.

Por su parte, el biogás ha experimentado crecimientos continuos desde el año 2017. Los datos, facilitados por el IDAE y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, han reflejado en los dos últimos años un cambio metodológico que se aplica a todas las tecnologías (gráfico 4.2.4).

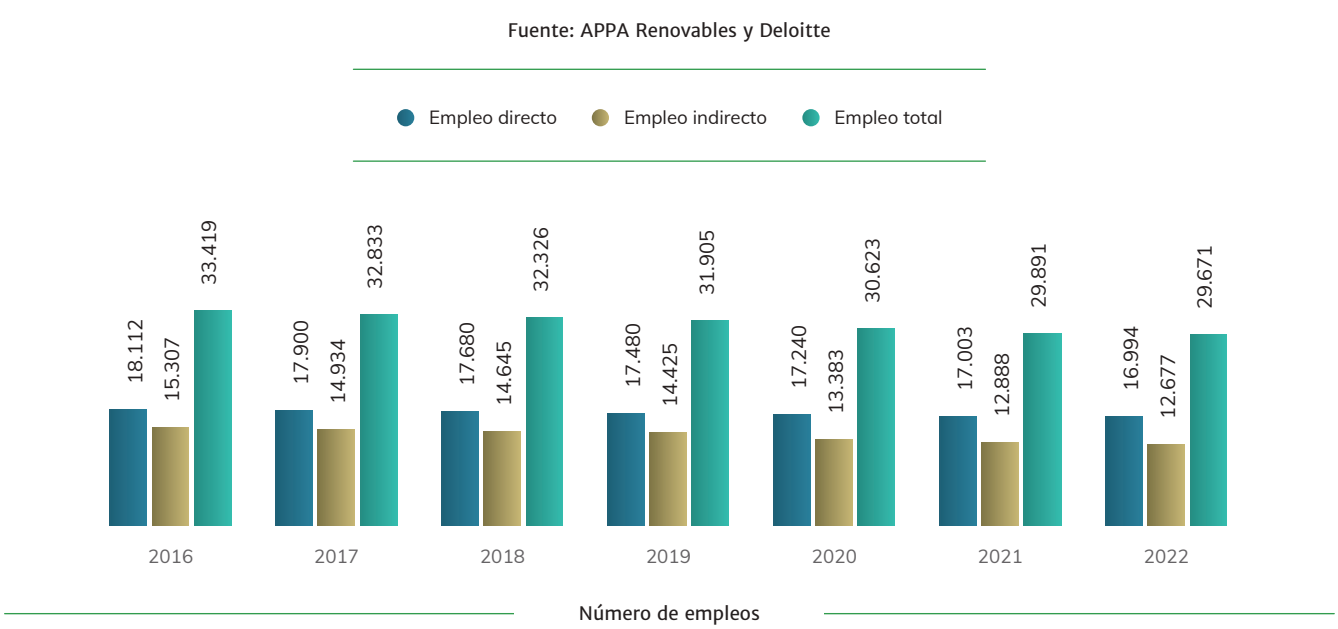
Gráfico 4.2.4 Evolución de la producción térmica de biomasa y biogás 2016-2022



Empleo

En el año 2022, el **número de empleos totales** generados por el sector de la biomasa para generación eléctrica fue de **29.671 puestos de trabajo**, de los cuales 16.994 fueron directos y 12,677 indirectos, generados por la demanda de bienes y servicios a otros sectores de actividad (gráfico 4.2.5).

Gráfico 4.2.5 Aportación de la biomasa, biogás y residuos renovables al empleo 2016-2022



4.3 Energías del mar

Energías renovables del mar

Se engloban bajo este título todas aquellas tecnologías que extraen el recurso energético en el ámbito marino, incluyendo **energías oceánicas,** basadas, entre otras, en olas, mareas y corrientes, incluyéndose dentro del capítulo de la energía eólica la **energía eólica marina**.

Las **energías del mar**, tal y como se las denomina el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030, engloban distintas tecnologías que extraen la energía contenida en el mar a través de las **olas, corrientes, mareas, gradiente térmico o gradiente salino.**

Al igual que en el escenario internacional, las tecnologías oceánicas más avanzadas en España pertenecen al ámbito de las olas y las corrientes fundamentalmente.

Como en cualquier otro sector incipiente, se vienen logrando numerosos hitos tecnológicos en su dilatado recorrido hacia el objetivo final: la generación de energía de origen oceánico que contribuya a alcanzar nuestros objetivos climáticos y energéticos tanto en el horizonte 2030 como 2050.

De igual manera, cabe destacar un objetivo industrial de país mediante el impulso al tejido tecnológico y empresarial nacional, que disfruta de altas capacidades para aprovechar la inmejorable oportunidad que nos brinda la Economía Azul.

Perspectivas para el sector

Gracias al gran esfuerzo tecnológico y empresarial que vienen desarrollando los agentes públicos y privados durante los últimos años, y por medio de diversos proyectos en los que han participado entidades españolas, se continúan superando retos, no sólo de fiabilidad y madurez tecnológica (TRLs) sino también en el ámbito logístico, administrativo y ambiental, que resultan aspectos fundamentales en la implementación exitosa de los futuros parques comerciales de olas y corrientes.

La progresiva reducción de costes de estas tecnologías renovables favorece las inversiones financieras en un sector como éste que requiere de participación privada para alcanzar, definitivamente, economías de escala que den paso a la comercialización. Hay que tener en cuenta que el sector se encuentra ante un mercado tecnológico fragmentado y altamente competitivo con más de 100 agentes a nivel mundial, la mayoría de ellos de perfiles tecnológicos y necesitados de crear alianzas estratégicas con grandes empresas que dispongan de mayores recursos financieros.

La excelente y completísima red de centros de ensayo de que disponemos en España ha jugado un papel fundamental hasta la fecha y todo indica que seguirá aportando un gran valor. Por un lado, facilitando y monitorizando los ensayos para conocer el comportamiento de los dispositivos en los distintos ámbitos y subsistemas (resistencia al medio marino, sistemas de frenado, protección y anclaje, power-take off, etc.). Y, por otro lado, aportando

todo su *know-how* y las lecciones aprendidas en este largo proceso para implementar mejoras y alcanzar la competitividad.

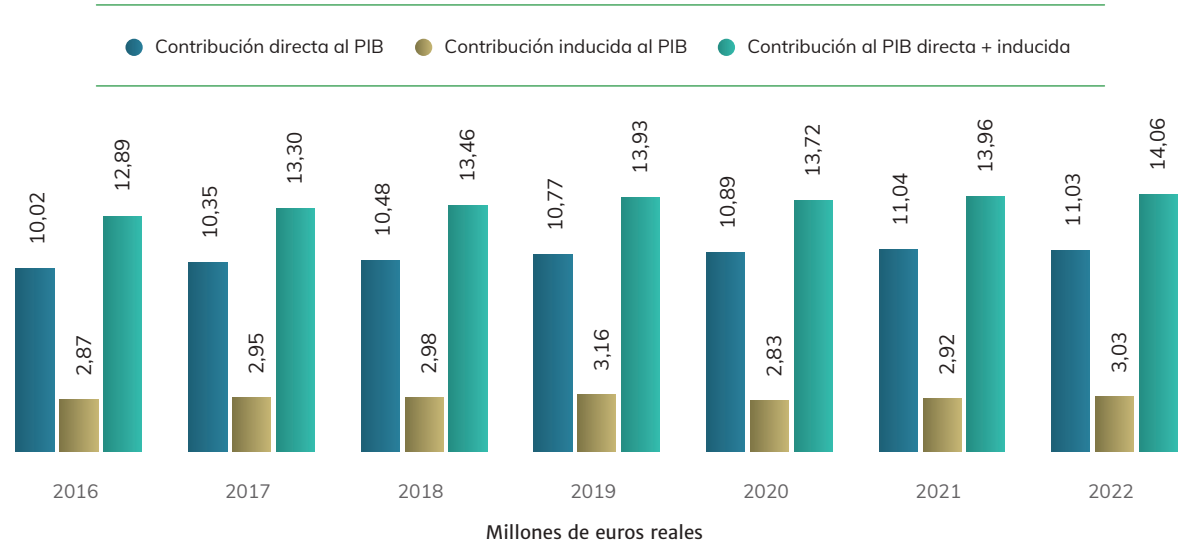
Todo ello se refleja en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC 2021-2030) que establece ya unos objetivos concretos para las Energías del Mar (25 MW en 2025 y 50 MW en 2030) y considera la energía eólica marina (flotante) como uno de los pilares del futuro *mix* energético del país. Aunque en 2023 se aprobaron los Planes de Ordenación del Espacio Marítimo hasta 2027, está pendiente el desarrollo de un marco regulatorio que incentive y facilite la instalación de estas tecnologías.

Gráfico 4.3.1

Aportación directa, indirecta y total al PIB de las energías del mar (datos reales y corrientes) 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

Datos corrientes	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	10,05	10,52	10,78	11,24	11,51	11,94	12,43
Contribución Inducida al PIB	2,88	3,00	3,07	3,30	2,99	3,16	3,42
Contribución al PIB Directa + Inducida	12,93	13,51	13,84	14,54	14,50	15,09	15,85



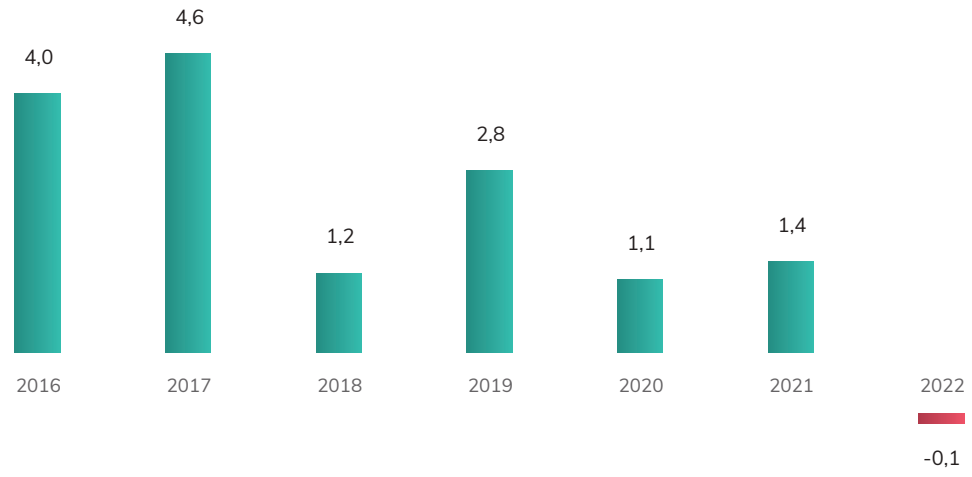
Millones de euros reales

Datos Reales base 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	10,02	10,35	10,48	10,77	10,89	11,04	11,03
Contribución Inducida al PIB	2,87	2,95	2,98	3,16	2,83	2,92	3,03
Contribución al PIB Directa + Inducida	12,89	13,30	13,46	13,93	13,72	13,96	14,06

Gráfico
4.3.2

Evolución de la tasa de crecimiento de la aportación directa al PIB de las energías del mar 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



% en términos reales

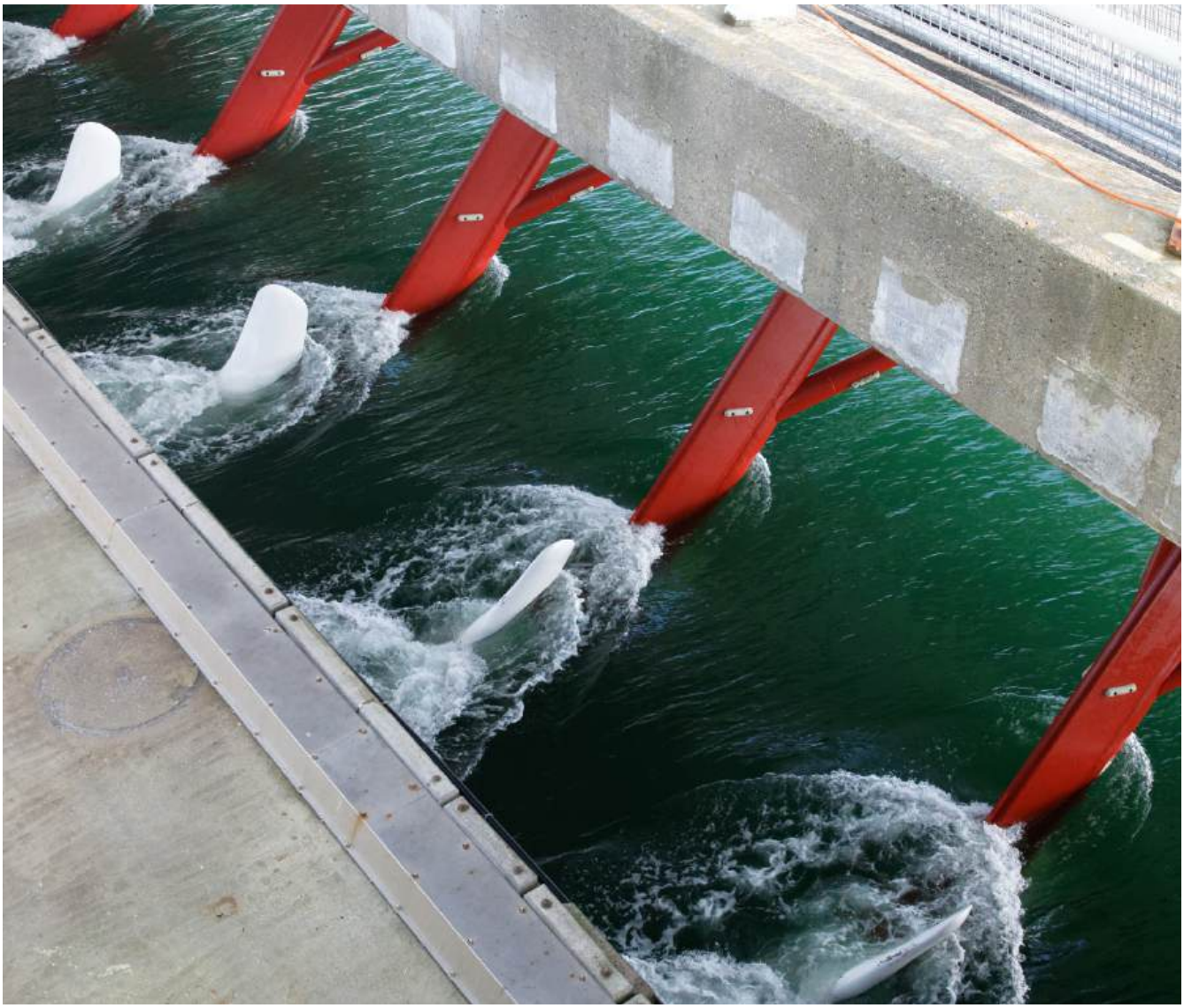
Como puede observarse en los datos cuantitativos del presente estudio, la aportación al PIB nacional del sector de las **energías oceánicas** en 2022 fue de **15,8 millones de euros**[1], 12,4 millones de euros correspondieron a la contribución directa y 3,4 millones de euros fueron por la contribución indirecta en otros sectores de actividad.

En términos reales, **la cifra de aportación directa es muy similar al ejercicio anterior y ha supuesto un leve decrecimiento del 0,1% respecto al año precedente,** este estancamiento se debe en gran parte a la falta de apoyo institucional para el desarrollo de estas tecnologías, en las que España cuenta con ventajas competitivas evidentes.

Tal y como estiman todos los informes de los organismos internacionales, el sector de las energías renovables del mar crecerá considerablemente a medio y largo plazo, por lo que es evidente que producirá un aumento en su aportación a la economía española, así como el desarrollo de un sector industrial sólido que aproveche las ventajas con las que cuenta España para estas tecnologías.

En concordancia con el excelente recurso energético de que dispone el litoral español, principalmente en la cornisa cantábrica y en Canarias, el tejido tecnológico español se ha centrado especialmente en la tecnología de las olas (undimotriz). Como consecuencia de esta labor, España cuenta con la primera planta comercial de energía de las olas en la Europa continental. De igual manera, contamos

1. **14,1 millones de euros en términos reales, euros de 2015.**



con varios dispositivos de tecnología española que están en fase de demostración en los distintos centros de ensayos que ya están operativos a lo largo de nuestra geografía (BIMEP, CEHIPAR, CENER, IHC, MCTS "El Bocal" y PLOCAN).

A pesar de que el recurso proveniente de la energía de las corrientes no es tan abundante en España, existen dispositivos avanzados diseñados y ensamblados en nuestro país, principalmente para exportar tecnología al mercado internacional donde se está cerca de llegar a la fase comercial con proyectos muy prometedores en Reino Unido, Irlanda, Canadá o Francia.

Empleos

El **sector de las energías del mar** tiene un **alto componente tecnológico e innovador**, siendo la mayoría del empleo que se genera de carácter científico-tecnológico y enfocado, principalmente, a actividades de I+D+i.

En 2022, el sector de las **energías del mar** empleó a **un total de 364 profesionales** De esta cifra, 243 empleos fueron directos y 121 indirectos, lo que supone una pequeña reducción del 1,7% respecto a 2021.

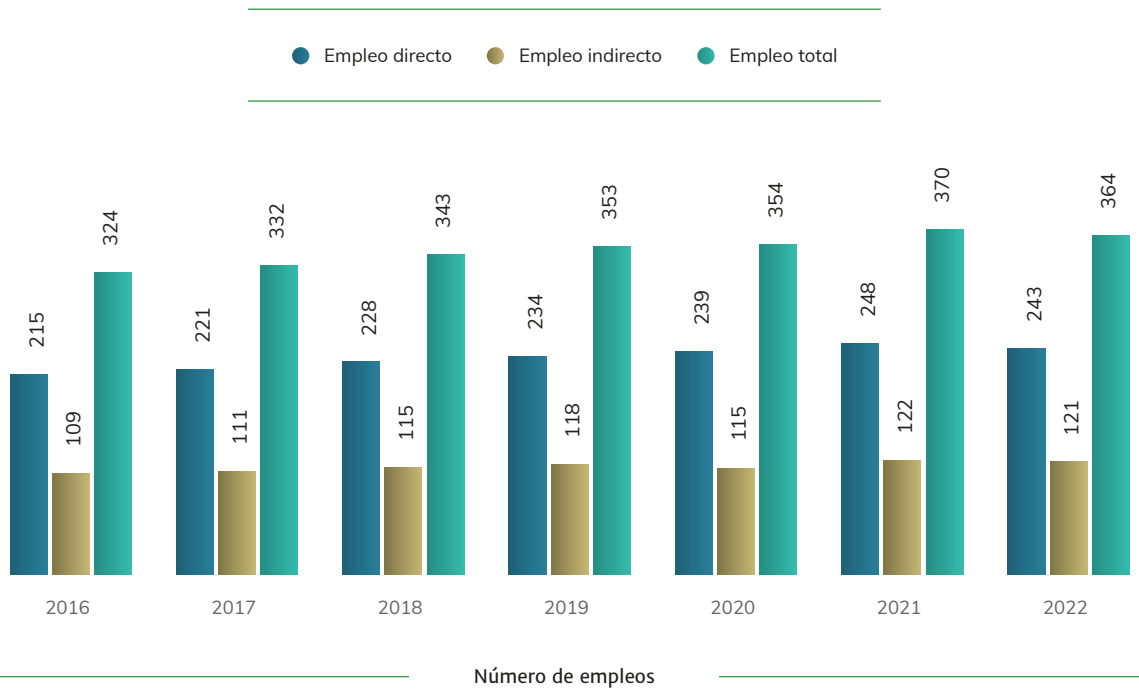
En la serie analizada, se aprecia que **el sector de las energías del mar se ha estabilizado** por encima de los 300 empleos: a pesar del alto potencial que este sector tiene en España, tanto para la generación como para la exportación, se encuentra estancado al no contar con un apoyo oficial adecuado.

Es condición necesaria desarrollar un marco regulatorio racional y estable, para conseguir el despegue del **sector de las energías renovables marinas, ya que cuenta con un gran potencial para crear riqueza, reducir la dependencia energética y crear empleos altamente cualificados.**

Gráfico 4.3.3

Aportación de las energía del mar al empleo 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



4.4 Eólica

Eólica: contribución a la generación de riqueza

La aportación total al **PIB** del **sector eólico** en el año 2022 fue de **6.645 millones de euros**[1], de los que 4.477 millones de euros correspondieron a la contribución directa y 2.168 millones de euros fueron la aportación indirecta.

El sector eólico **aumentó su contribución** total al PIB un **5,1%** en 2022. Este crecimiento se debió principalmente al incremento de precios que se produjo en el mercado eléctrico, una mayor potencia instalada y el desarrollo de actividades en la cadena industrial de la energía eólica marina.

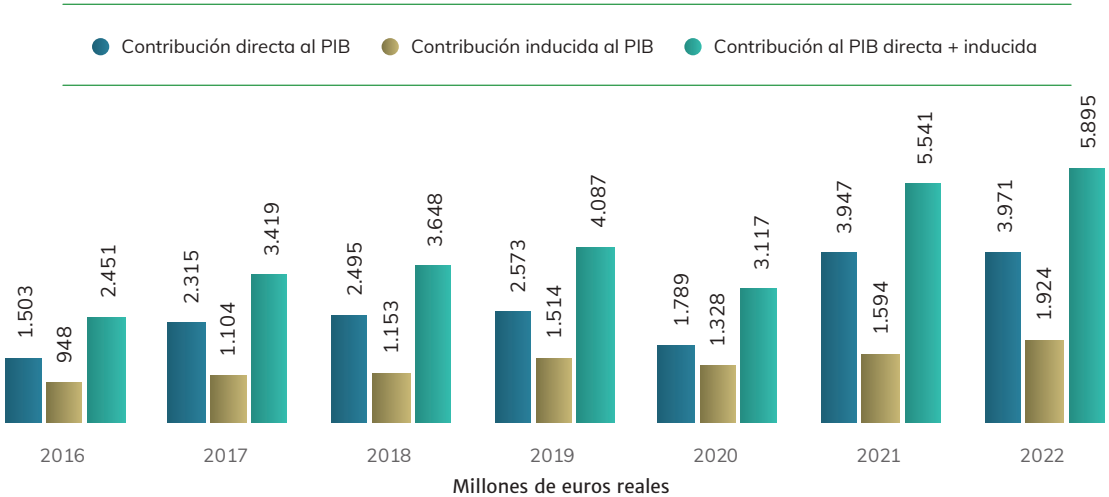
1. **5.896 millones de euros en términos reales, base 2015.**

Gráfico 4.4.1

Aportación directa, indirecta y total al PIB de la energía eólica (datos reales y corrientes) 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

Datos corrientes	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	1.508	2.353	2.567	2.686	1.890	4.267	4.476
Contribución Inducida al PIB	951	1.122	1.186	1.580	1.403	1.722	2.168
Contribución al PIB Directa + Inducida	2.458	3.474	3.753	4.266	3.293	5.989	6.645



Datos Reales base 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	1.503	2.315	2.495	2.573	1.789	3.947	3.971
Contribución Inducida al PIB	948	1.104	1.153	1.514	1.328	1.594	1.924
Contribución al PIB Directa + Inducida	2.451	3.419	3.648	4.087	3.117	5.541	5.895

Aunque España no dispone de una plataforma continental suficientemente ancha, por lo que prácticamente no puede desarrollar proyectos de eólica marina de cimentación fija, hay muchas empresas españolas que ya están compitiendo con éxito a nivel internacional, participando en su promoción y, especialmente, en la construcción de grandes piezas y dispositivos asociados a las estructuras de apoyo a los parques marinos gracias a la experiencia y las capacidades que ofrece nuestra cadena de suministro. Por otra parte, España está adquiriendo un protagonismo importante en el desarrollo de la tecnología de la eólica marina flotante.

Por el contrario, los productores de equipos vieron reducidos sus márgenes debido a la competencia internacional que ofrecen precios muy competitivos. Además, se produjeron retrasos en la legalización y ejecución de nuevos proyectos.

El Real Decreto-ley 6/2022, de 29 de marzo, por el que se adoptan medidas urgentes en el marco del Plan Nacional de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la guerra en Ucrania establecía el desarrollo de los concursos para el acceso a la capacidad de acceso y conexión a red a partir del mecanismo de concurso. A pesar de que se publicó un borrador para regular el detalle de estos procedimientos, no se celebraron los concursos que habían sido anunciados.

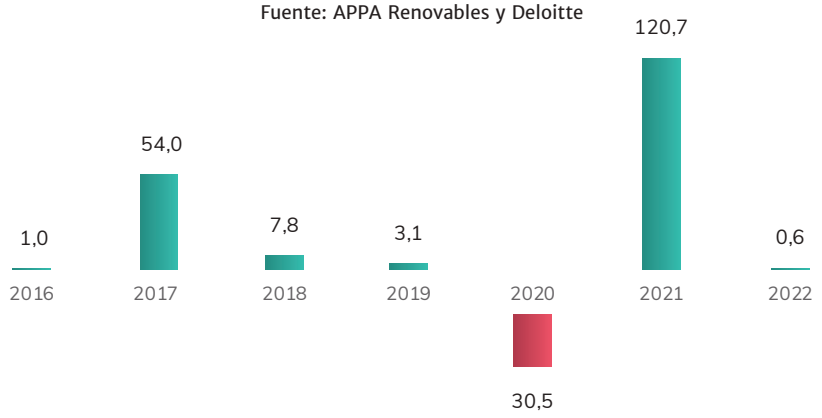
En **términos reales**, la **tasa de crecimiento de la contribución directa del sector eólico** en España en 2022 de **5,1%** con respecto al año anterior, sin embargo, la contribución directa aumentó únicamente un 0,6% debido a la caída de la aportación de los fabricantes de equipos.

En el año 2022 se instalaron 1.658 MW de nueva potencia eólica en España, alcanzando la potencia

Gráfico 4.4.2

Evolución de la tasa de crecimiento de la aportación directa al PIB de la energía eólica 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



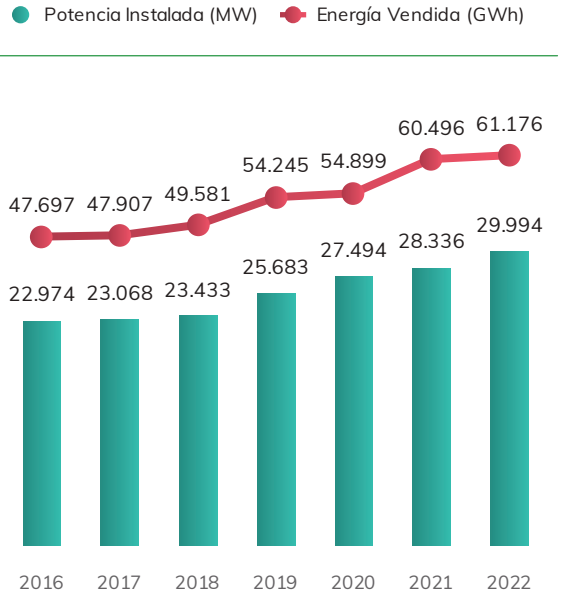
% en términos reales

total, 29.994 MW. La energía generada por esta tecnología durante el ejercicio fue de 61,2 TWh, cubriendo el 22,1% de la producción total del sistema eléctrico. Las comunidades autónomas con mayor potencia eólica instalada son: (i) Castilla y León con 6.617 MW, (ii) Aragón con 5.028 MW, y (iii) Castilla-La Mancha con 4.706 MW.

Gráfico 4.4.3

Evolución de la potencia instalada y energía generada del sector eólico 2016-2022

Fuente: Red Eléctrica de España



Empleo

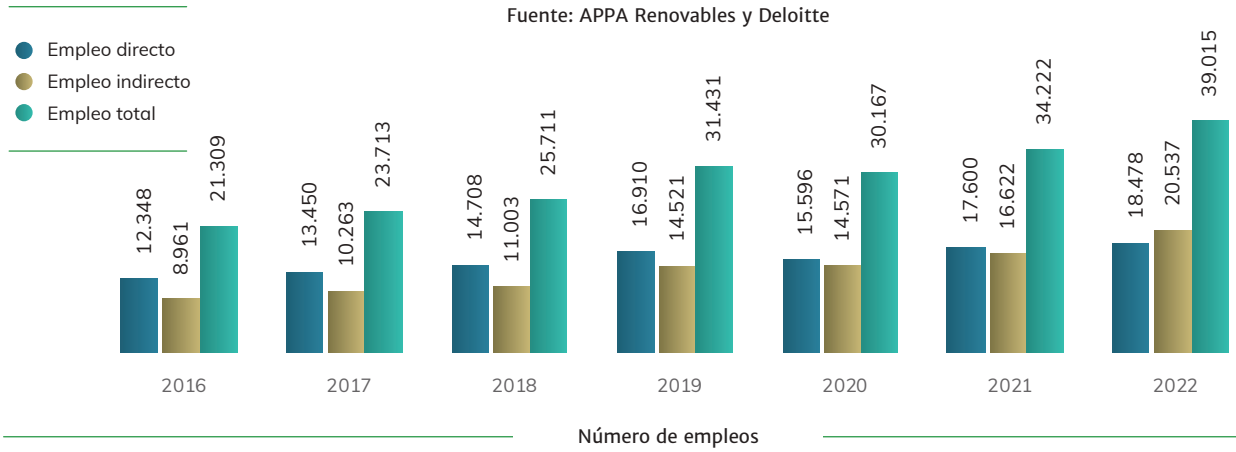
En el año 2022, el **número de empleos totales** generados por el sector eólico en nuestro país fue de **36.764 puestos de trabajo**, de los cuales 18.279 fueron directos y 18.485 indirectos, derivados de la demanda de bienes y servicios a otros sectores de actividad.

En 2022, el empleo asociado a la tecnología eólica aumentó en 3.983 puestos de trabajo.

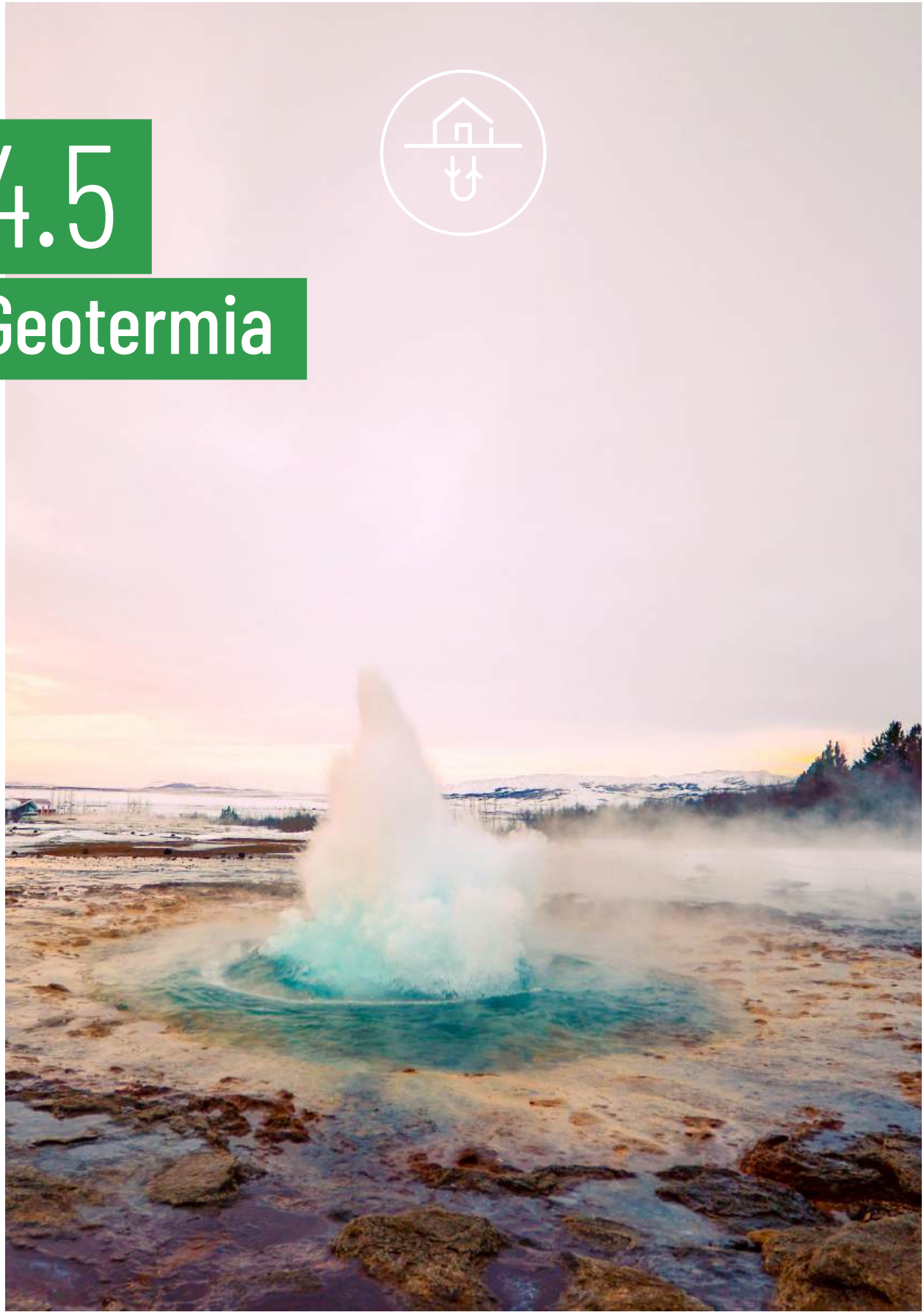
Gráfico 4.4.4

Aportación de la energía eólica al empleo 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



4.5 Geotermia



Geotermia

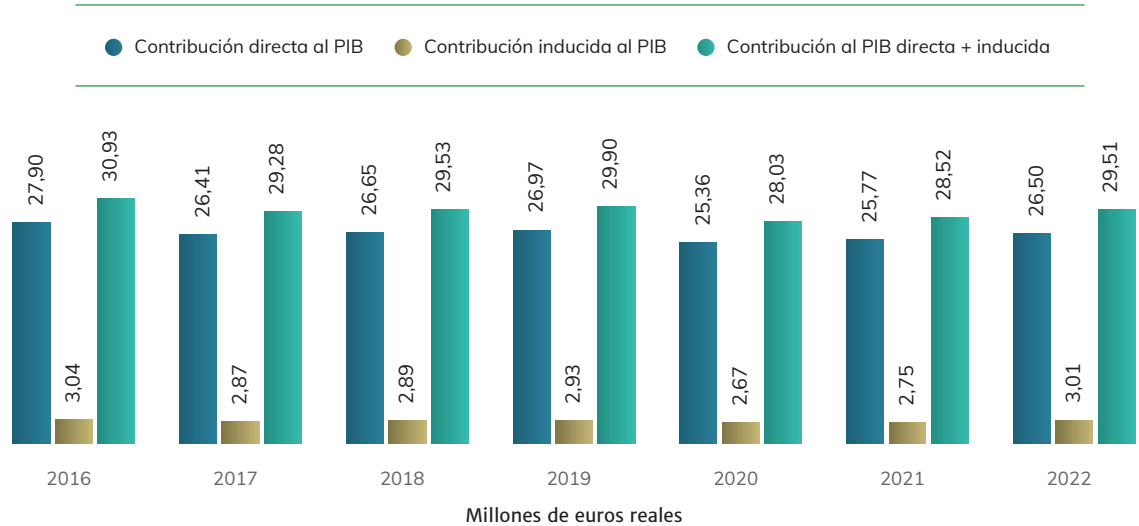
En 2022, la energía geotérmica en España ha continuado avanzando, fundamentalmente en sus usos térmicos, tanto a escala doméstica como a escala industrial, con instalaciones de producción de calor, frío y agua caliente sanitaria mediante sistemas de geointercambio (bombas de calor asociadas a un intercambiador geotérmico en el subsuelo). Se estima que la capacidad instalada total en nuestro país está por encima de los 350 MWt y que el mercado sigue evolucionando. Regiones como Galicia, Cataluña, Madrid y País Vasco han demostrado estar en la vanguardia del mercado de la geotermia somera durante el año analizado.

Gráfico 4.5.1

Aportación directa, indirecta y total al PIB de la energía geotérmica de baja entalpía (datos reales y corrientes) 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

Datos corrientes	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	27,99	26,84	27,42	28,16	26,79	27,85	29,87
Contribución Inducida al PIB	3,05	2,91	2,97	3,06	2,82	2,97	3,39
Contribución al PIB Directa + Inducida	31,03	29,75	30,39	31,21	29,62	30,82	33,26



Datos Reales base 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	27,90	26,41	26,65	26,97	25,36	25,77	26,50
Contribución Inducida al PIB	3,04	2,87	2,89	2,93	2,67	2,75	3,01
Contribución al PIB Directa + Inducida	30,93	29,28	29,53	29,90	28,03	28,52	29,51

Los sistemas de intercambio geotérmico para climatización se posicionan como la mejor técnica disponible para climatización de edificios (tanto de viviendas como servicios) y cuentan con capacidad para ser esenciales en la descarbonización de la edificación y en el suministro y la demanda energética de las ciudades, que son sumideros energéticos con altas emisiones, en su camino hacia una transición energética sostenible.

En lo que respecta a generación eléctrica, a pesar de que la geotermia no se contempla en las subastas eléctricas, existe un interés creciente en impulsar proyectos de energía geotérmica como fuente de electricidad, fundamentalmente en las Islas Canarias (por una combinación de alto potencial geotérmico y precios de generación de electricidad superiores a los de la Península) y también se vislumbran iniciativas en la península.

Geotermia de baja entalpía Contribución a la generación de riqueza

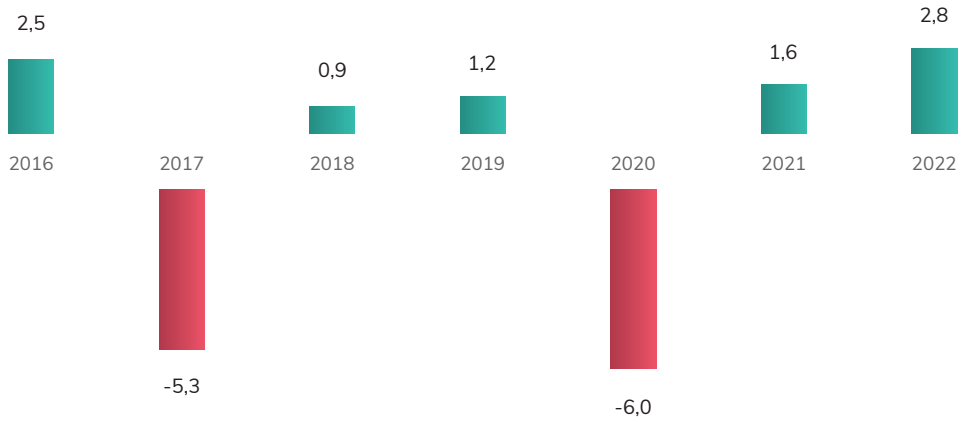
El sector de la **energía geotérmica de baja entalpía** -para usos en climatización (generación de calefacción y refrigeración) y producción de agua caliente sanitaria en los edificios- **aportó en 2022** al **PIB** español **33,3 millones de euros**[1], de los

1. **29,5 millones de euros en términos reales, base 2015.**

Gráfico 4.5.2

Evolución de la tasa de crecimiento de la aportación directa al PIB de energía geotérmica de baja entalpía 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



% en términos reales

cuales 29,9 millones de euros corresponden a la contribución directa y 3,4 millones de euros a la contribución indirecta. Estos datos representan una tendencia prácticamente estable derivada de pequeños incrementos en la capacidad de producción.

En términos reales, al valorar la contribución directa del sector al PIB, observamos que se ha producido una aumento de la actividad del sector del 2,8% respecto a los valores de 2021.

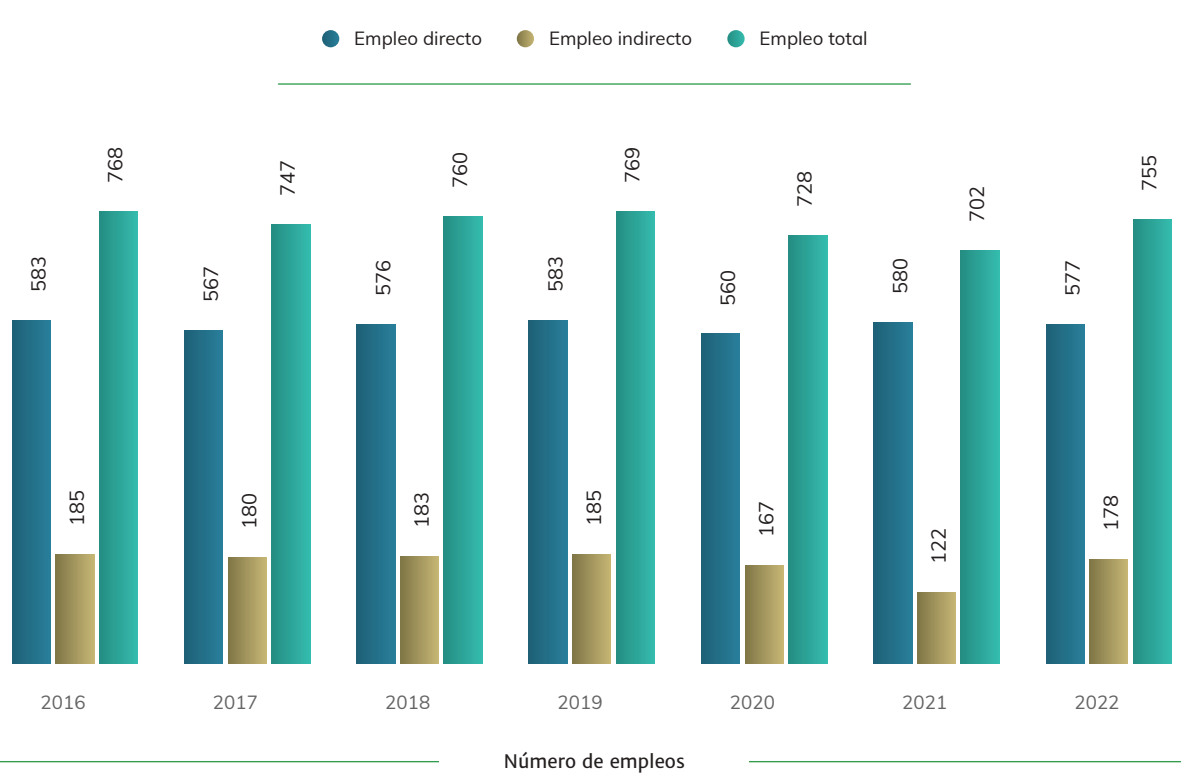
Empleo

En el año 2022, el **número de empleos totales** generados por el sector de la energía **geotérmica de baja entalpía** fue de **755 puestos de trabajo**, concentrados particularmente en empleos de operación y mantenimiento de las instalaciones ya existentes. De éstos, 577 se correspondieron con empleos directos y 178 con empleos indirectos. Estos datos representan un leve ascenso respecto al año anterior.

Gráfico 4.5.3

Aportación de la geotermia de baja entalpía al empleo 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



Geotermia de alta entalpía Contribución a la generación de riqueza

Aunque el sector vinculado con la generación de energía geotérmica para usos eléctricos se encuentra fundamentalmente enfocado en actividades relacionadas con la exploración del recurso, análisis de riesgos, I+D+i, etc., en **2022**, el sector de la **geotermia de alta entalpía** aportó al **PIB** de España un total de **15,5 millones de euros**[2]. Prácticamente toda esta aportación fue directa,14,1 millones de euros. La aportación de esta tecnología al PIB se ha mantenido estable con respecto a los años anteriores.

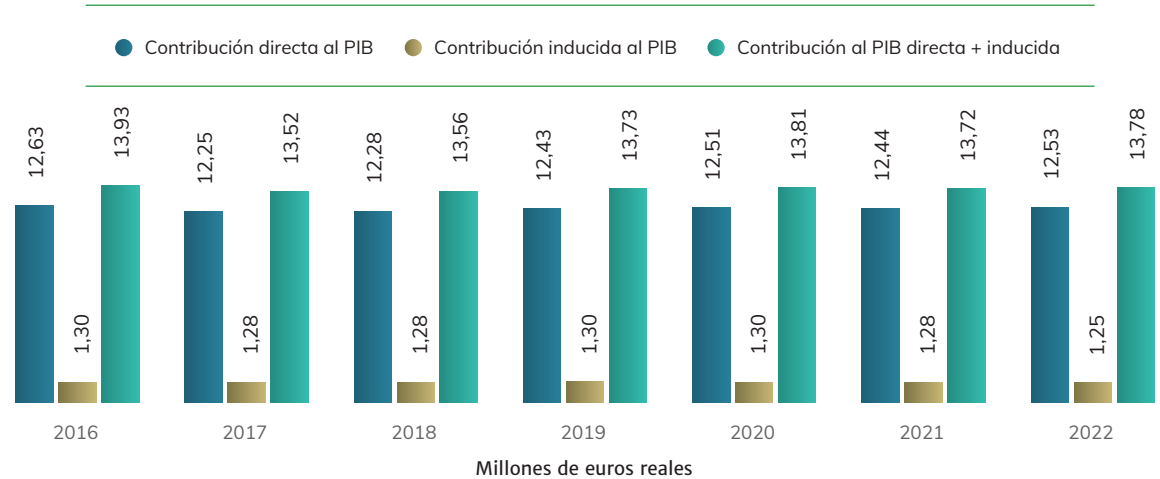
2. **13,8 millones de euros en términos reales, base 2015.**

Gráfico 4.5.4

Aportación directa, indirecta y total al PIB de la energía geotérmica de alta entalpía (datos reales y corrientes) 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

Datos corrientes	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	12,67	12,44	12,63	12,97	13,22	13,45	14,12
Contribución Inducida al PIB	1,30	1,30	1,32	1,36	1,37	1,38	1,41
Contribución al PIB Directa + Inducida	12,93	12,70	12,89	13,26	13,51	14,83	15,53

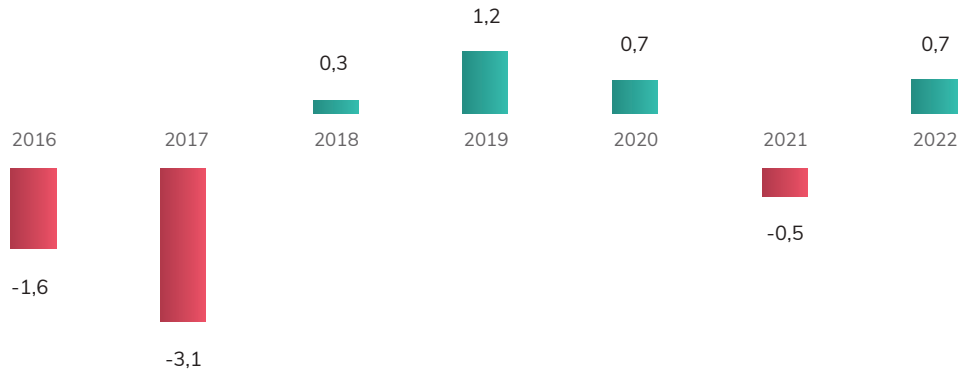


Datos Reales base 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	12,63	12,25	12,28	12,43	12,51	12,44	12,53
Contribución Inducida al PIB	1,30	1,28	1,28	1,30	1,30	1,28	1,25
Contribución al PIB Directa + Inducida	13,93	13,52	13,56	13,73	13,81	13,72	13,78

Gráfico 4.5.5

Evolución de la tasa de crecimiento de la aportación directa al PIB de energía geotérmica de alta entalpía 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



% en términos reales

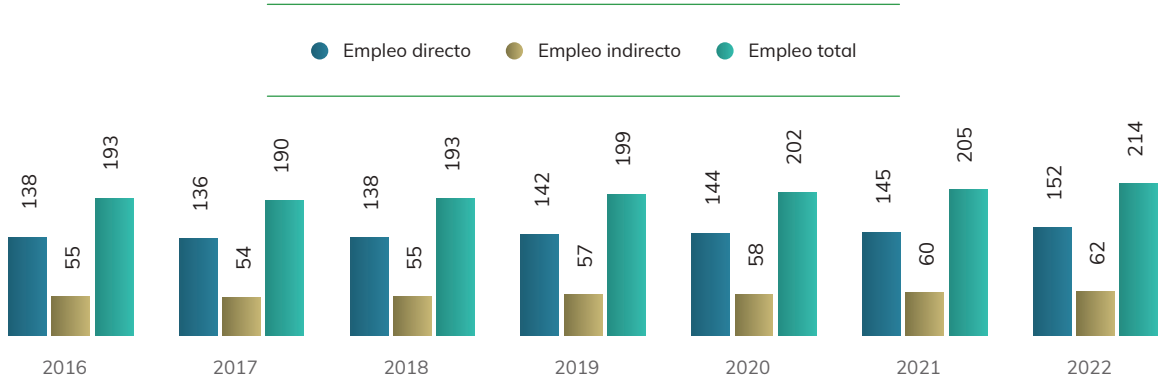
Empleo

El sector de la geotermia para usos eléctricos empleó a **214 profesionales** en **2022**, una cifra que se ha mantenido prácticamente **estable** con respecto al año anterior. Del número total de empleos generados, 152 corresponden a empleos directos y los 62 restantes corresponden a empleos indirectos.

Gráfico 4.5.6

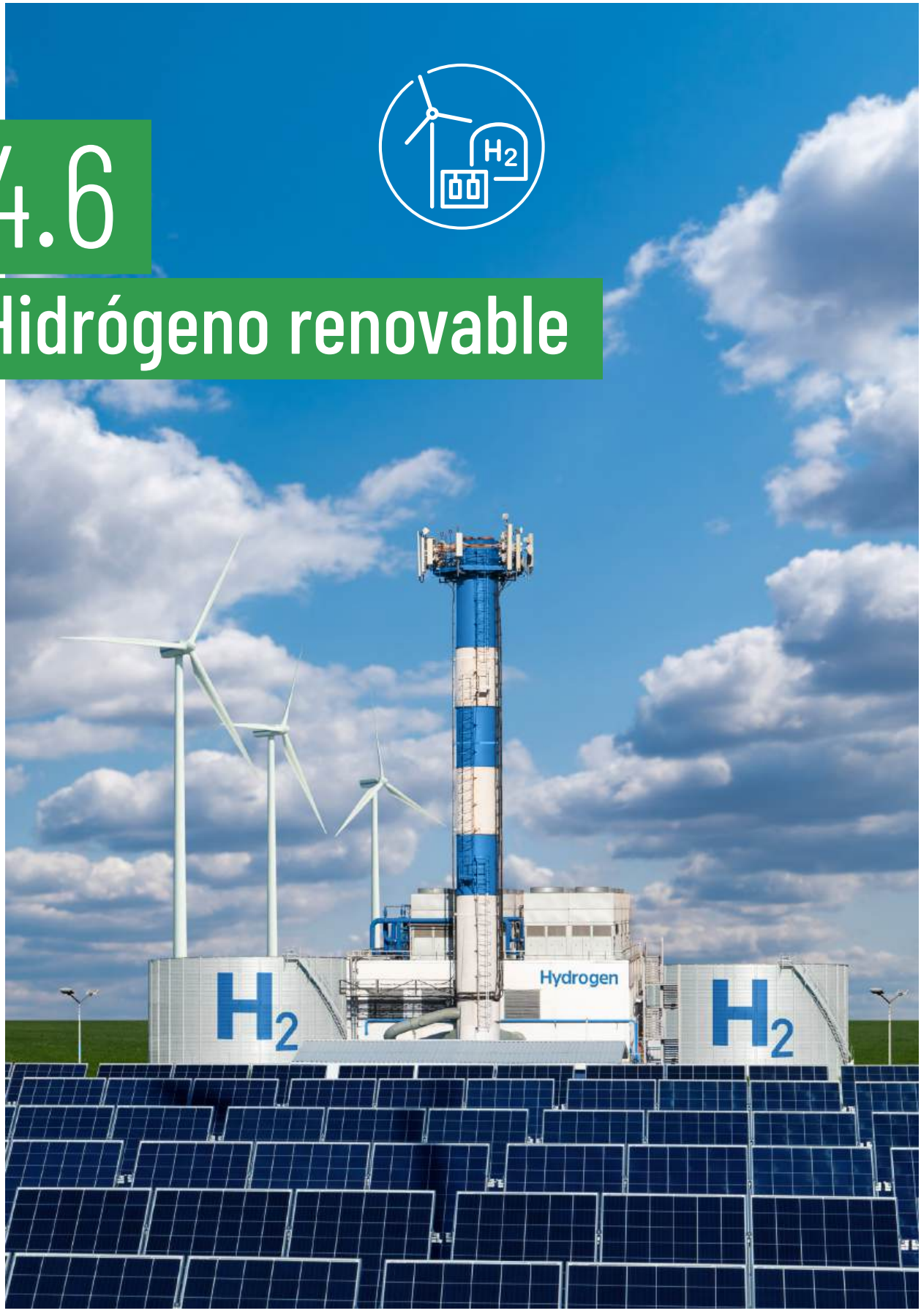
Aportación de la geotermia de alta entalpía al empleo 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



Número de empleos

4.6 Hidrógeno renovable



Hidrógeno renovable

El hidrógeno renovable hace referencia al que es producido utilizando exclusivamente fuentes de energía renovable, como la energía solar fotovoltaica, eólica, hidroeléctrica o geotérmica, en lugar de fuentes de energía no renovable, como los combustibles fósiles. La producción de hidrógeno a partir de fuentes renovables es una parte importante de la transición hacia una economía más limpia y sostenible, ya que el hidrógeno se puede utilizar como vector energético, y como un sistema de almacenamiento de energía que puede transformarse, posteriormente, en calor o electricidad.

Hay varias formas de producir hidrógeno renovable:

- Electrólisis del agua: Es el método más común para producir hidrógeno renovable. Implica pasar una corriente eléctrica a través del agua, lo que divide las moléculas de agua (H_2O) en hidrógeno (H_2) y oxígeno (O_2). Si la electricidad utilizada en este proceso proviene de fuentes renovables, como la energía solar o eólica, el hidrógeno resultante se considera renovable.

- Gasificación de biomasa: La biomasa, como madera, residuos agrícolas o forestales, se somete a un proceso de gasificación en el que se produce hidrógeno, monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO_2) y otros gases. El hidrógeno generado se considera renovable si la biomasa se cultiva y maneja de manera sostenible, o si se trata de residuos agrícolas o forestales.

- Fotólisis: En este proceso, se utiliza la luz solar para dividir directamente el agua en hidrógeno y oxígeno. Aunque es una tecnología prometedora, todavía está en desarrollo y presenta desafíos técnicos.

- Bioprocesos: Algunas bacterias y microorganismos pueden producir hidrógeno como subproducto de su metabolismo. Los biorreactores se utilizan para cultivar estos microorganismos, y recolectar el hidrógeno que producen.

El hidrogeno renovable se plantea como una alternativa no contaminante para el suministro a la industria, especialmente para aquellos procesos que requieren altas temperaturas, y una solución adecuada para la movilidad sostenible.

En la actualidad, el hidrógeno se utiliza como materia prima en la producción de amoniaco, metanol, productos petroquímicos y otros productos químicos. El uso de hidrógeno renovable en estas aplicaciones contribuye a reducir la huella de carbono de estos procesos.

Los vehículos de pila de combustible utilizan hidrógeno como combustible, produciendo electricidad a bordo para alimentar un motor eléctrico. Es una alternativa a los vehículos con motor de combustión interna que contribuirá a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector del transporte. Adicionalmente, el hidrógeno renovable se puede utilizar en plantas eléctricas de ciclo combinado o en células de combustible para generar electricidad.

La Hoja de Ruta del Hidrógeno en España prevé la instalación de al menos 4 GW de electrolizadores en España para 2030. La Fase I del Censo de Proyectos de la Asociación Española del Hidrógeno (AeH2) ha logrado recabar datos de 123 proyectos, que cubren toda la cadena de valor del hidrógeno, proporcionados por 46 entidades[1].

En la actualidad, importantes empresas españolas cuentan con proyectos en este sector, así como equipos dedicados a esta actividad.

1. **Fuente: AeH2 Asociación Española del Hidrógeno.**

Contribución a la generación de riqueza

La contribución al PIB de España de la economía del hidrógeno renovable en 2022 fue 33 millones de euros[2]. La contribución directa fue de 19 millones de euros y la indirecta de 15 millones de euros.

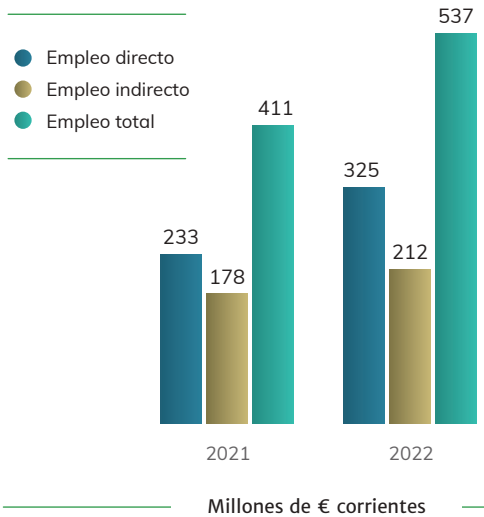
Empleo

En 2022, el **empleo generado por la industria del hidrógeno renovable fue de 537 profesionales,** de los que 325 fueron empleos directos y 212 empleos indirectos.

2. **27 millones de euros en términos reales, base 2015.**

Gráfico 4.6.2 Aportación de la economía del hidrógeno al empleo

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

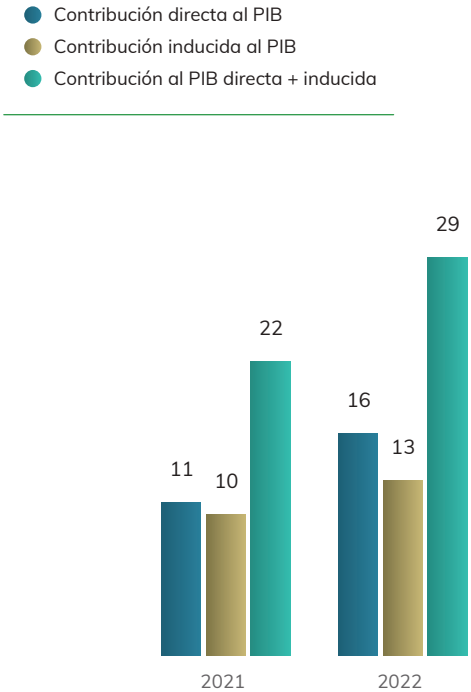


Millones de € corrientes

Gráfico 4.6.1 Aportación directa, indirecta y total al PIB de la economía del hidrógeno renovable (datos reales y corrientes)

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

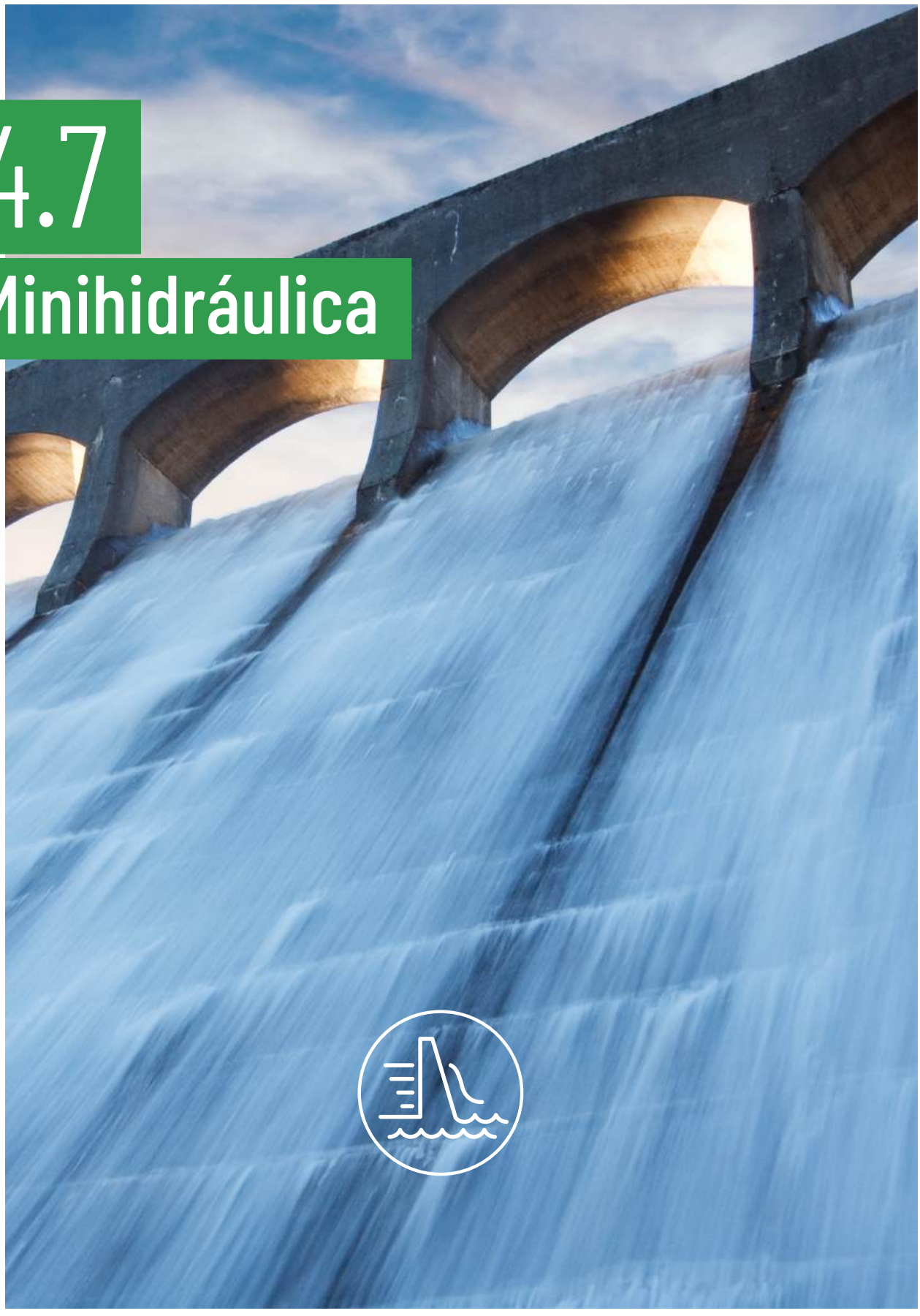
Datos corrientes	2021	2022
Contribución Directa al PIB	12	19
Contribución Inducida al PIB	11	15
Contribución al PIB Directa + Inducida	24	33



Millones de euros reales

Reales base 2015	2021	2022
Contribución Directa al PIB	11	16
Contribución Inducida al PIB	10	13
Contribución al PIB Directa + Inducida	22	29

4.7 Minihidráulica



Minihidráulica, contribución a la generación de riqueza

Durante el año 2022, la **energía minihidráulica** generó un 21,4% de electricidad menos que en el año anterior, debido a la menor disponibilidad de recurso. Sin embargo, el incremento de los precios de la electricidad en el mercado mayorista hizo mejorar los márgenes del negocio. En este año, la energía minihidráulica aportó **724 millones de euros**[1] **al PIB**. De ellos, **570 millones de euros** se correspondieron a aportación directa y 154,2 millones de euros fueron aportación indirecta.

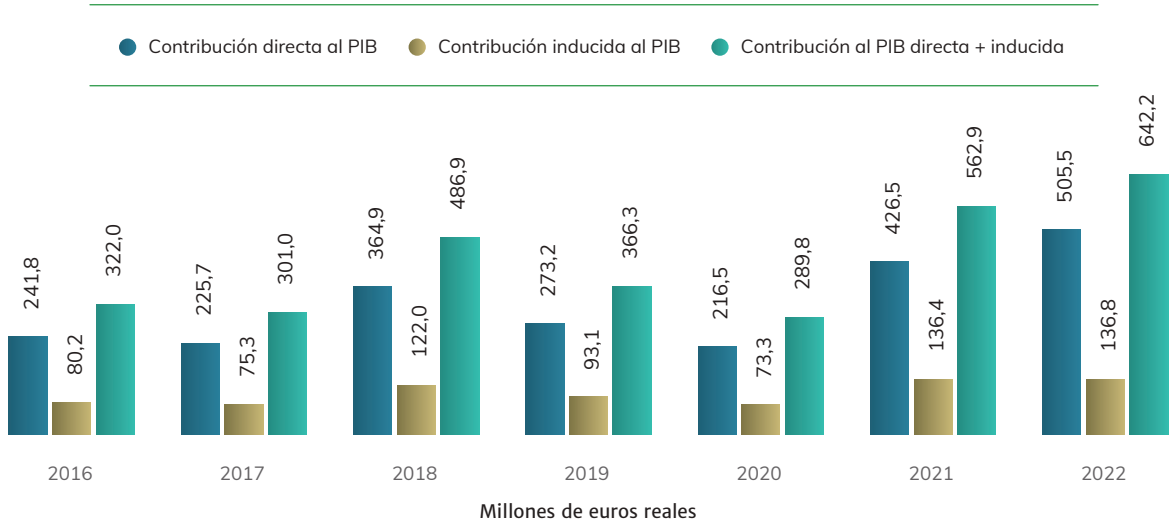
1. **642 millones de euros en términos reales, base 2015.**

Gráfico 4.7.1

Aportación directa, indirecta y total al PIB de la minihidráulica (datos reales y corrientes) 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

Datos corrientes	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	242,6	229,4	375,4	285,2	228,7	461,0	569,7
Contribución Inducida al PIB	80,4	76,5	125,6	97,2	77,5	147,4	154,2
Contribución al PIB Directa + Inducida	323,0	305,9	501,0	382,4	306,2	608,4	723,9

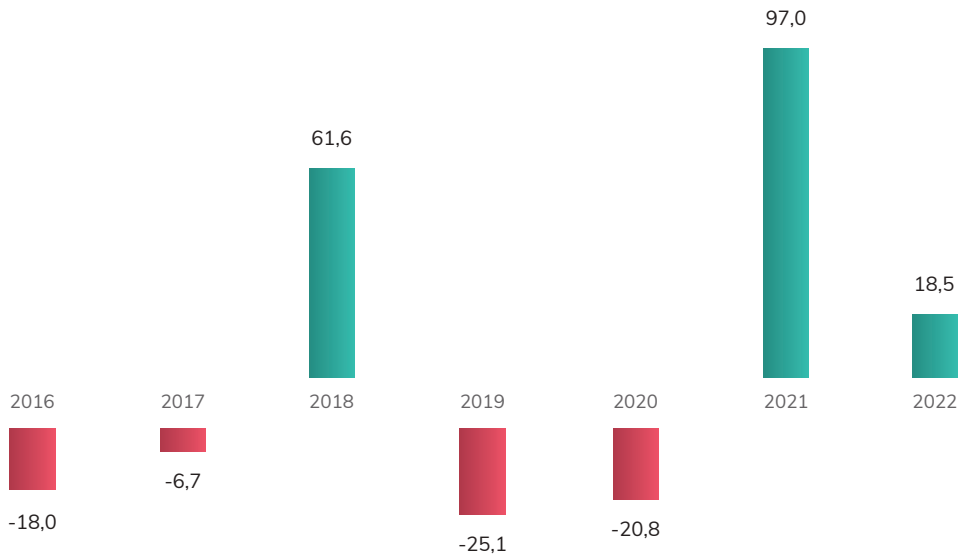


Datos Reales base 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	241,8	225,7	364,9	273,2	216,5	426,5	505,5
Contribución Inducida al PIB	80,2	75,3	122,0	93,1	73,3	136,4	136,8
Contribución al PIB Directa + Inducida	322,0	301,0	486,9	366,3	289,8	562,9	642,2

Gráfico 4.7.2

Evolución de la tasa de crecimiento de la aportación directa al PIB de la minihidráulica 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



% en términos reales

En términos reales, la aportación directa del **sector minihidráulico** al PIB experimentó un incremento **del 18,5%** respecto a 2021.

Debido a las características de esta tecnología, y dado el marco regulatorio que dificulta la instalación de nueva potencia, desde 2019 no hay cambios significativos en la potencia instalada. Por ello, la contribución a la generación de riqueza de este sector depende de la disponibilidad de recurso que haya en cada ejercicio (con grandes variaciones debido a la hidraulicidad de cada año), y al precio de la electricidad en el mercado mayorista.

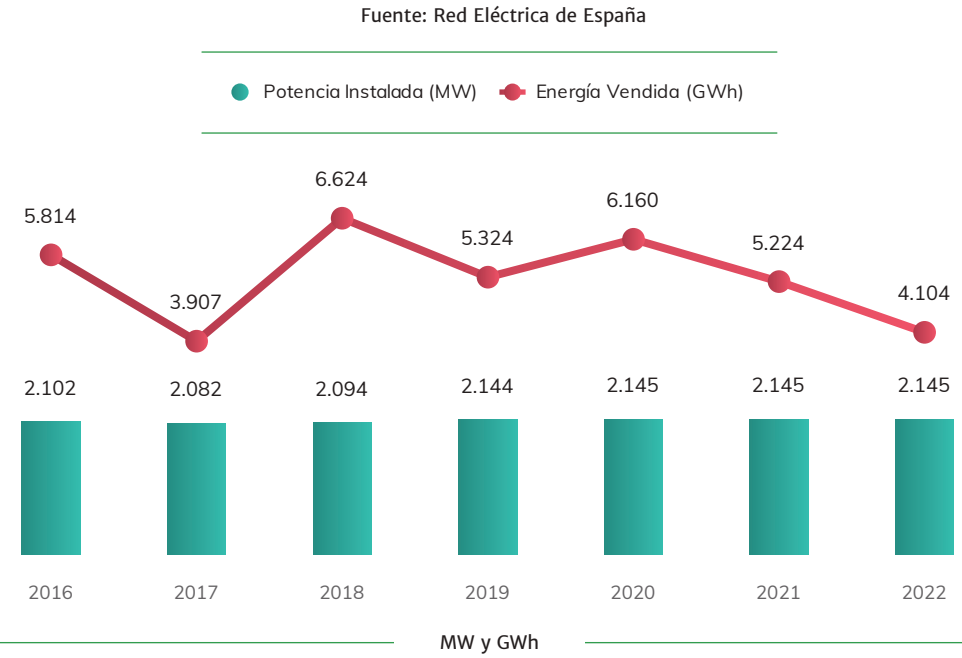
En 2022 la producción de la minihidráulica fue 1,1 TWh inferior a la de 2021 (por la situación de sequía que sufrió nuestro país). Sin embargo, los márgenes de los operadores se incrementaron por que el precio de mercado eléctrico aumento un 49,8%[2].

Tras el incremento de potencia minihidráulica experimentada en el año 2019, 2022 volvió a ser un año de estancamiento para los proyectos de esta tecnología. La suma de **potencia minihidráulica en nuestro país es la misma que en los años precedentes, 2.145 MW.**

2. **Evolución del Mercado Diario de OMIE: de 111,93 €/MWh en 2021 a 167,62 €/MWh en 2022.**

Gráfico 4.7.3

Evolución de la potencia instalada y energía generada de la minihidráulica 2016-2022



Empleos

Debido a la **falta de nuevos proyectos y la automatización de algunas instalaciones** minihidráulicas, el sector ha experimentado en los últimos años una **paulatina pérdida de empleos**. Para evitarlo, es necesario modificar las condiciones que actualmente gravan las concesiones, activar planes de renovación e impulsar nuevas centrales minihidráulicas.

En 2022, el número de **profesionales del sector** de la minihidráulica fue **1.208**, lo que supone una disminución de 11 en comparación con 2021. Del total de puestos de trabajo, 839 correspondieron a empleos directos y 369 a empleos indirectos.

Lejos de las metas marcadas

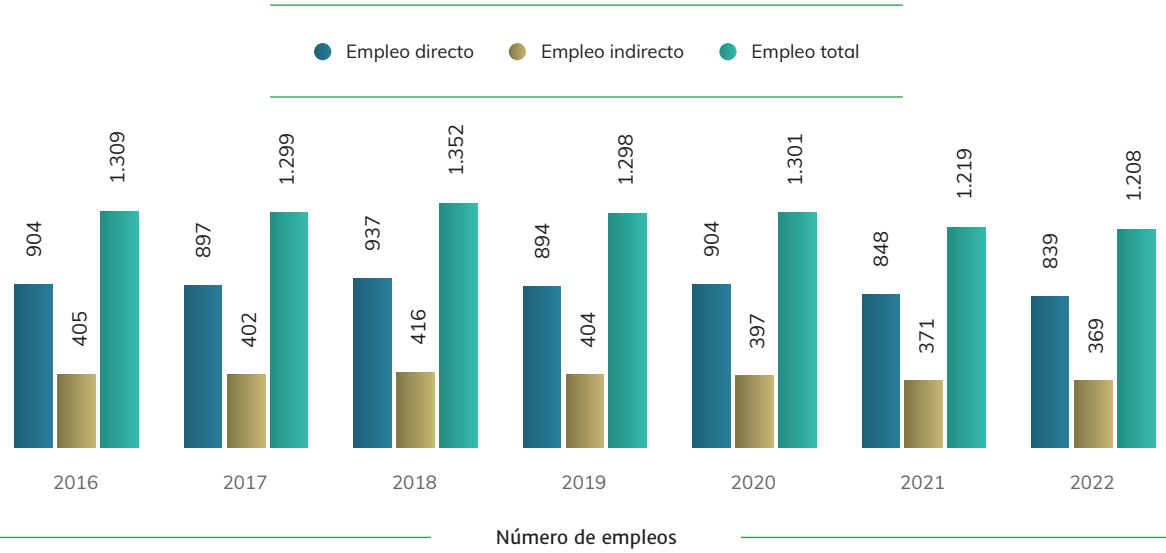
La tecnología minihidráulica fue pionera en el sector renovable nacional, contando algunas de las instalaciones en operación con más de cien años de funcionamiento ininterrumpido. A pesar de este papel clave en la generación sostenible, el sector minihidráulico no ha contado con el apoyo necesario para su correcto desarrollo. Las metas marcadas en el pasado no han sido alcanzadas, por lo que estamos muy lejos de poder aprovechar todo el potencial de esta tecnología.

En los últimos seis años únicamente se han instalado 63 MW de minihidráulica, habiéndose producido

Gráfico
4.7.4

Aportación de la minihidráulica al empleo 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



en la última década un estancamiento evidente de la tecnología.

La causa del **estancamiento** del sector, que se alarga ya **más de una década**, hay que buscarla en las **barreras administrativas existentes** que han frenado el desarrollo de la minihidráulica en España. A esta parálisis de los nuevos proyectos, hay que añadir que los **requerimientos medioambientales** son **extremadamente restrictivos** para la minihidráulica y **no se consideran adecuadamente los beneficios** que genera esta fuente de energía limpia y autóctona.

Un ejemplo de los requerimientos restrictivos son los nuevos planes hidrológicos de cuenca, que incorporan cada vez más requisitos medioambientales, y crecientes dificultades para la implantación de minicentrales, llegando incluso a prohibir la instalación de "obstáculos transversales" en el cauce de los ríos, lo que constituye una prohibición *de facto* a la instalación de nuevas minicentrales.

La convocatoria de **nuevas subastas específicas de potencia para esta tecnología** y el mantenimiento de algunos apoyos **aumentaría** de forma notable la **capacidad minihidráulica**. También sería muy positiva la introducción de cambios procedimentales y administrativos para el desarrollo de nuevos proyectos. De igual manera, es necesario que se apliquen medidas que incentiven la rehabilitación, modernización y/o sustitución de instalaciones y equipos.

4.8 Solar fotovoltaica

Solar fotovoltaica

La tecnología **solar fotovoltaica** se ha convertido en pocos años en una de las energías más competitivas. La caída de costes y las innovaciones tecnológicas que se han producido durante los últimos años han propiciado el impulso de desarrollo de la capacidad solar en España y en todo el planeta. El coste de producir energía eléctrica con un sistema fotovoltaica es inferior al de las energías fósiles y la energía nuclear.

En estos momentos, y en muchas situaciones, es **más rentable la producción y consumo** de energía eléctrica de origen fotovoltaico **que su adquisición a la red**. A nivel nacional, el futuro de la tecnología solar fotovoltaica pasa por el desarrollo de la generación distribuida, el autoconsumo, el desarrollo de las comunidades energéticas y la integración de esta tecnología en la edificación.

El aumento **de inversiones en solar fotovoltaica** es crucial para acelerar el crecimiento de las instalaciones en las próximas décadas, para ello es importante acondicionar las redes eléctricas.

Sin duda la tecnología **solar fotovoltaica** ya está en disposición de ocupar un **papel preponderante** en el **nuevo modelo energético,** debido a diferentes parámetros relacionados con su rentabilidad, perfiles de inversor, flexibilidad en su ubicación y beneficios medioambientales.

Cabe destacar, además, que la eficiencia de los módulos fotovoltaicos, gracias al esfuerzo de I+D, está en continua evolución. En particular, la eficiencia de las células de silicio monocristalino es cada vez mayor. La tecnología de paneles fotovoltaicos, especialmente en los últimos años, está mejorando de forma continua, con el fin de tener el módulo más eficiente y que aproveche al máximo el recurso solar, y desarrollándose nuevas tecnologías que combinan una reducción de precios con mayores rendimientos y nuevos usos.

Todavía hay trabajo por realizar en la eliminación de obstáculos que imposibilitan el desarrollo de la energía fotovoltaica. Algunos de los procedimientos legales y administrativos son muy dilatados en el tiempo y costosos, a esto se une una legislación inestable que pone en peligro el crecimiento del sector fotovoltaico nacional. Asimismo, aunque existen programas de incentivos y subvenciones para la instalación de este tipo de proyectos, su gestión es muy dilatada en el tiempo, lo que unido a la complejidad de su justificación puede llevar a que los promotores retrasen proyectos que serían rentables incluso si no existiera la ayuda.

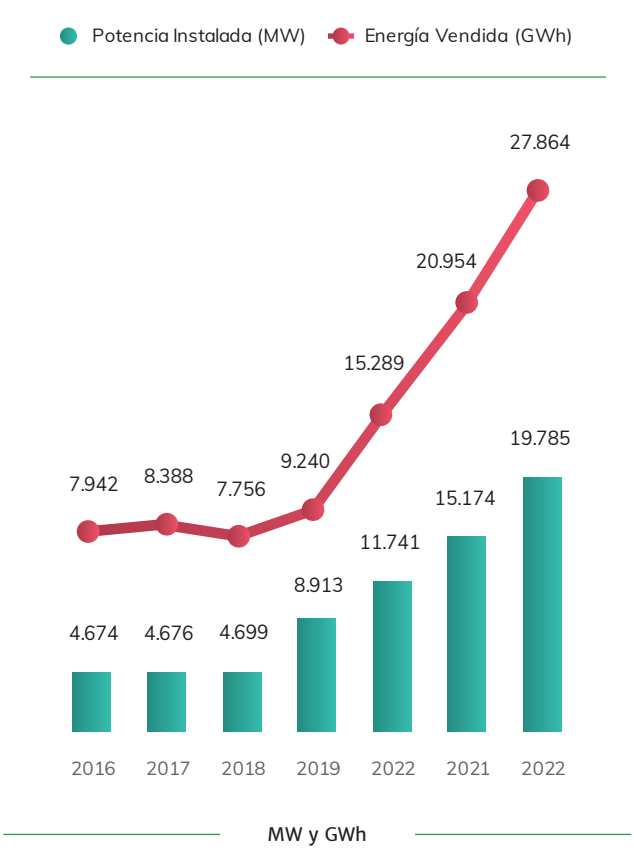
El fuerte incremento de potencia de 2022 y el experimentado en los años anteriores ha elevado **la potencia instalada a 19,8 GW** lo que supone un **aumento neto de 4.611 MW**[1] un 30,4% mayor que la potencia del año anterior.

Adicionalmente, la **producción fotovoltaica sufrió un importante incremento alcanzando 27,9 TWh**[1]**,** un 33,0% superior a la de 2021, lo que representó el 10,1% del total de la generación del sistema.

1. **Fuente: Red Eléctrica de España.**

Gráfico 4.8.1 Evolución de la potencia instalada y energía generada por la solar fotovoltaica 2016-2022

Fuente: Red Eléctrica de España



Las Comunidades Autónomas que más potencia fotovoltaica instalaron en 2022, según los datos de Red Eléctrica de España, fueron Extremadura con 5.347 MW, Andalucía, con 4.163 MW y Castilla La Mancha, con 4.048 MW. Estas tres Comunidades Autónomas sumaron el 68,5% de toda la potencia fotovoltaica instalada en España durante 2022. En términos de generación, estas tres Comunidades Autónomas produjeron 8.944 GWh que supuso un 58,5% de la generación fotovoltaica total.

En el dato de la potencia instalada (MW), se incluye también la potencia instalada en autoconsumo, sin embargo, no se incluyen las instalaciones aisladas de la red, así como otras instalaciones fotovoltaicas que, en su caso, pudieran no haber sido registradas en el correspondiente registro.

Debido a la relevancia que ha alcanzado en España el autoconsumo utilizando tecnología solar fotovoltaica, a partir de este ejercicio se presentan también desagregados los datos de esta solución energética sostenible.

Contribución a la generación de riqueza

El aumento de la potencia instalada y el elevado incremento del precio de la electricidad que se produjo en 2022[2], debido a la crisis energética internacional, hicieron que el **sector solar fotovoltaico** tuviese una **contribución al PIB en 2022 de 9.629 millones de euros[3]. Esto supone un incremento en términos reales del 45,7%**.

La contribución directa fue de 8.384 millones de euros (corrientes) y la indirecta que hace referencia a la demanda de bienes y servicios de otros sectores de actividad fue de 1.244 millones de euros (gráfico 4.8.2).

2. **Evolución del Mercado Diario de OMIE: de 111,93 €/MWh en 2021 a 167,62 €/MWh en 2022, aumento de un 49,8%.**

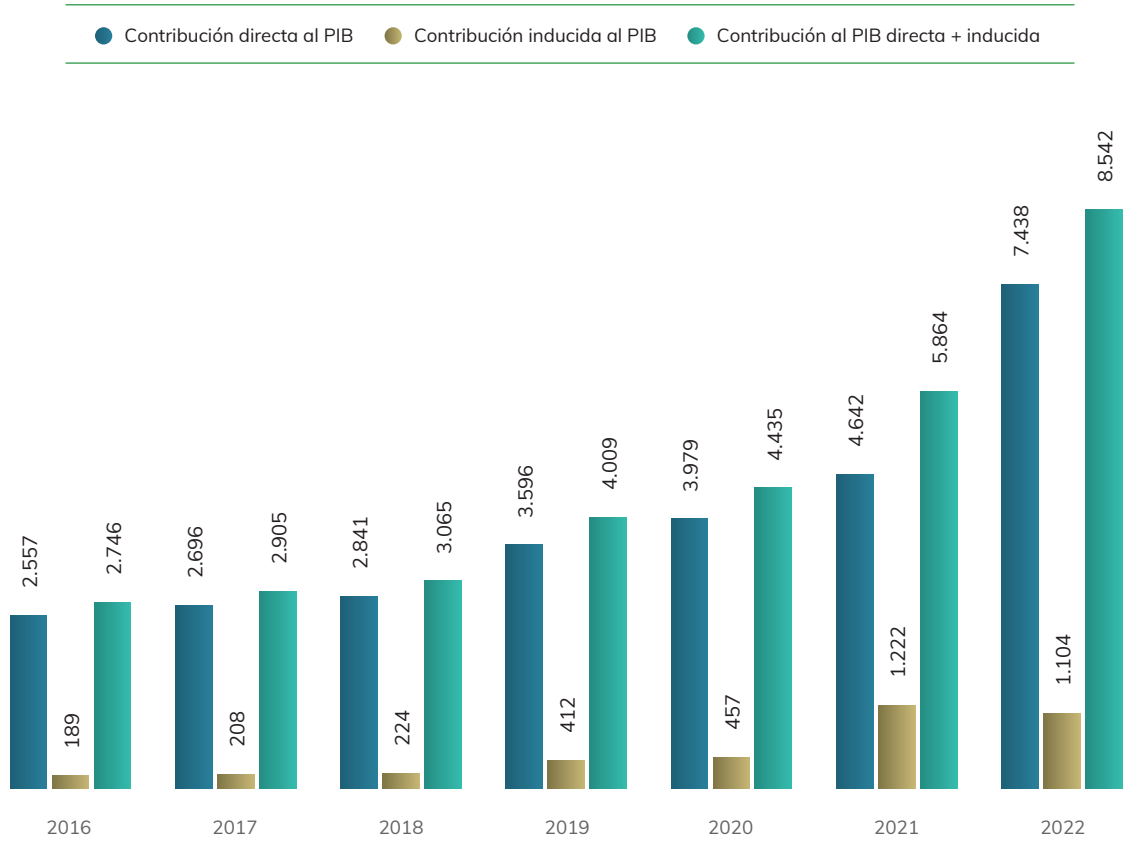
3. **8.542 millones de euros en términos reales, base 2015.**

Gráfico
4.8.2

Aportación directa, indirecta y total al PIB de la solar fotovoltaica (datos corrientes y reales) 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

Datos corrientes	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	2.565	2.740	2.923	3.754	4.204	5.018	8.384
Contribución Inducida al PIB	190	212	230	431	483	1.321	1.244
Contribución al PIB Directa + Inducida	2.755	2.952	3.153	4.184	4.686	6.339	9.629



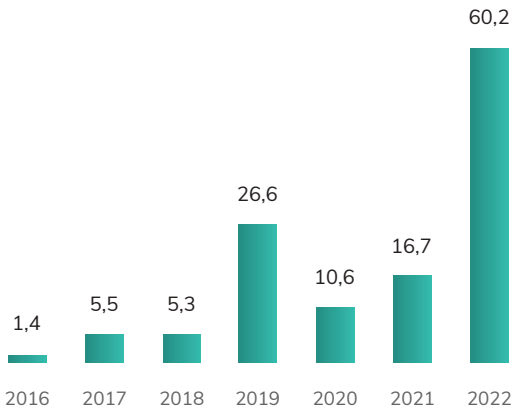
Millones de euros reales

Datos Reales base 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	2.557	2.696	2.841	3.596	3.979	4.642	7.438
Contribución Inducida al PIB	189	208	224	412	457	1.222	1.104
Contribución al PIB Directa + Inducida	2.746	2.905	3.065	4.009	4.435	5.864	8.542

Gráfico 4.8.3

Evolución de la tasa de crecimiento de la aportación directa al PIB de la energía solar fotovoltaica

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



% en términos reales

El incremento de la aportación directa al PIB directo al PIB nacional de la solar fotovoltaica en 2022, con respecto al año, anterior fue del **39,8%,** debido a dos motivos el aumento de la potencia instalada y el elevado precio de la electricidad en el mercado (gráfico 4.8.3).

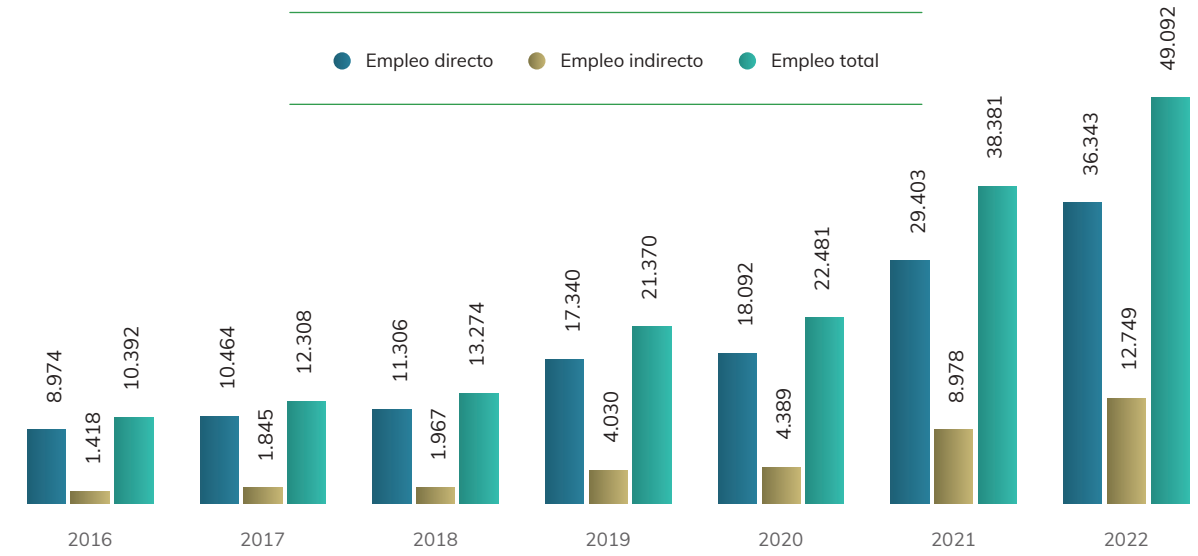
Empleo

En lo que respecta al **empleo generado,** la tecnología solar fotovoltaica registró en 2022 un total de **49.092 puestos de trabajo,** de los que 36.343 lo fueron de forma directa y 12.749 correspondieron a empleos indirectos (gráfico 4.8.4).

Gráfico 4.8.4

Aportación de la solar fotovoltaica al empleo 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



Número de empleos

Solar fotovoltaica para venta a red

Contribución a la generación de riqueza

El aumento de la potencia instalada y el elevado incremento del precio de la electricidad que se produjo en 2022[4], debido a la crisis energética internacional, hicieron que el **sector solar fotovoltaico para venta a red** tuviese una **contribución al PIB en 2022 de 7.212 millones de euros[5]. Esto supone un incremento en términos reales del 25,4%**.

La contribución directa fue de 6.219 millones de euros (corrientes) y la indirecta que hace referencia a la demanda de bienes y servicios de otros sectores de actividad fue de 993 millones de euros.

4. **Evolución del Mercado Diario de OMIE: de 111,93 €/MWh en 2021 a 167,62 €/MWh en 2022, aumento de un 49,8%.**

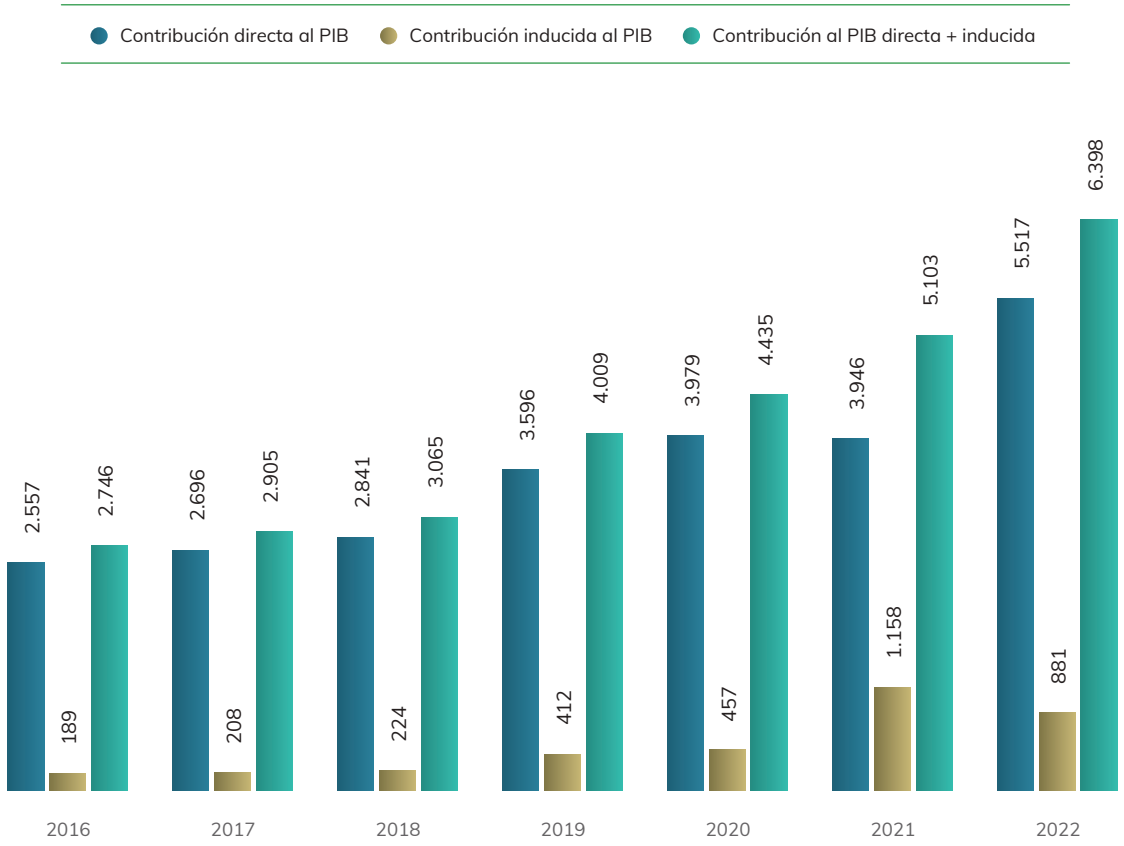
5. **6.398 millones de euros en términos reales, base 2015.**

Gráfico 4.8.5

Aportación directa, indirecta y total al PIB de la solar fotovoltaica para venta a red (datos corrientes y reales) 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

Datos corrientes	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	2.565	2.740	2.923	3.754	4.204	4.265	6.219
Contribución Inducida al PIB	190	212	230	431	483	1.251	993
Contribución al PIB Directa + Inducida	2.755	2.952	3.153	4.184	4.686	5.516	7.212

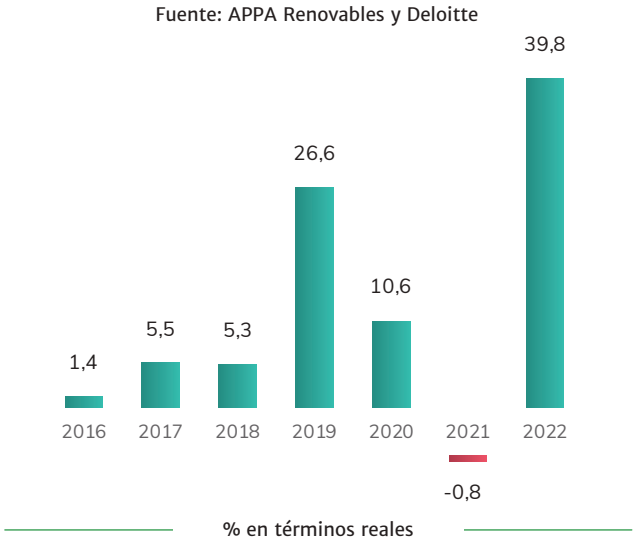


Millones de euros reales

Datos Reales base 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	2.557	2.696	2.841	3.596	3.979	3.946	5.517
Contribución Inducida al PIB	189	208	224	412	457	1.158	881
Contribución al PIB Directa + Inducida	2.746	2.905	3.065	4.009	4.435	5.103	6.398

El incremento de la aportación directa al PIB directo al PIB nacional de la solar fotovoltaica en 2022, con respecto al año, anterior fue del **39,8%,** debido a dos motivos el aumento de la potencia instalada y el elevado precio de la electricidad en el mercado (gráfico 4.8.6).

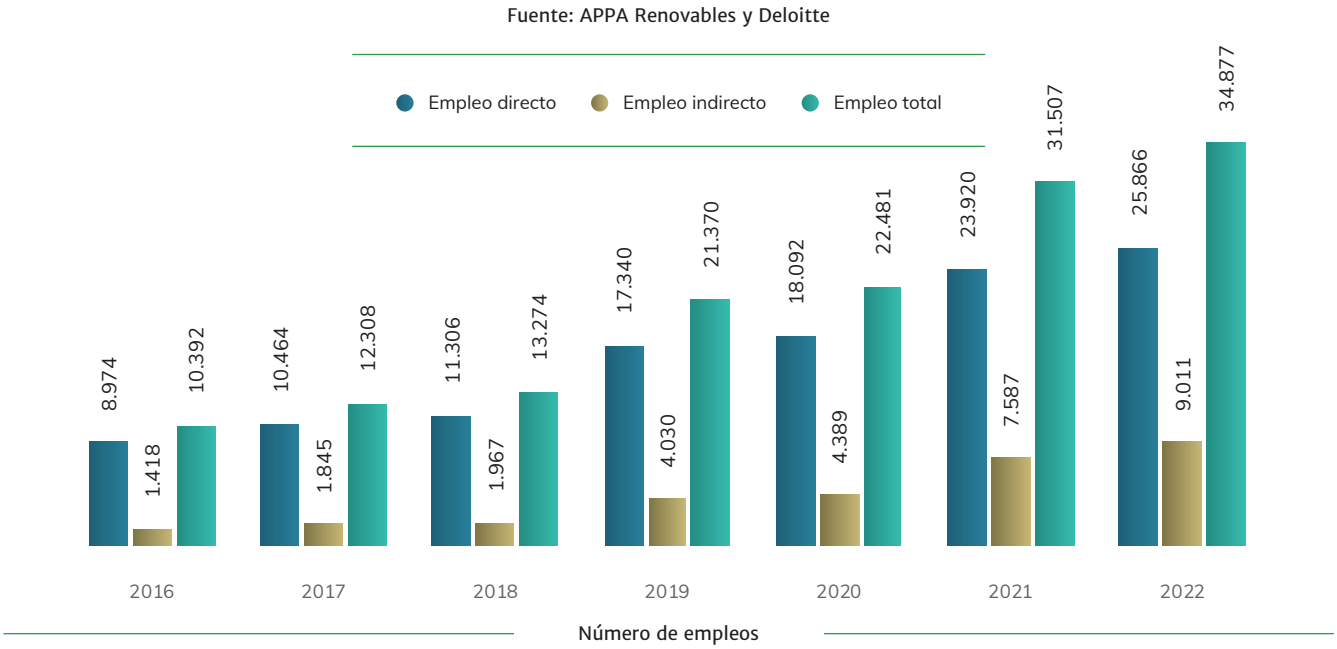
Gráfico 4.8.6 Evolución de la tasa de crecimiento de la aportación directa al PIB de la energía solar fotovoltaica



Empleo

En lo que respecta al **empleo generado,** la tecnología solar fotovoltaica registró en 2022 un total de **34.877 puestos de trabajo**, de los que 25.866 lo fueron de forma directa y 9.011 correspondieron a empleos indirectos (gráfico 4.8.7).

Gráfico 4.8.7 Aportación de la solar fotovoltaica para venta a red al empleo 2016-2022



Solar fotovoltaica para autoconsumo

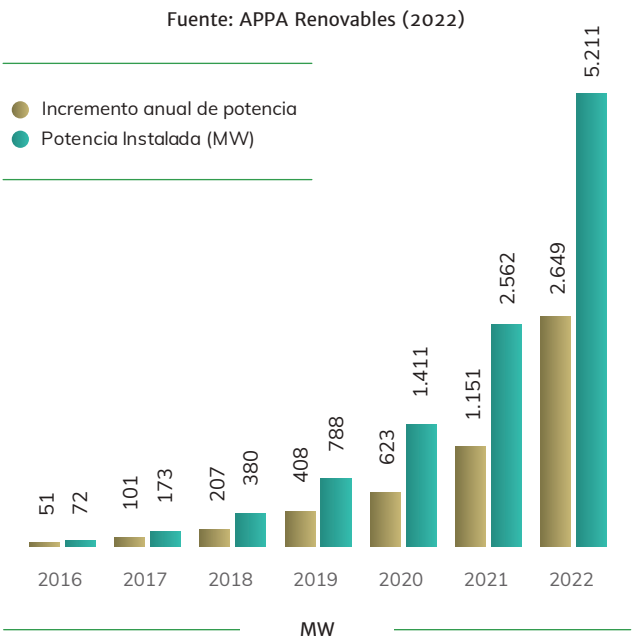
El autoconsumo basado en generación solar fotovoltaica es un sistema en el cual un usuario genera su propia electricidad a partir de paneles solares fotovoltaicos instalados en su propiedad, y utiliza esta energía para satisfacer sus necesidades eléctricas (pudiendo o no verter a red un pequeño porcentaje de excedentes). Este enfoque permite a los consumidores ser más autosuficientes, reducir sus facturas eléctricas y contribuir a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero al utilizar una fuente de energía limpia y renovable, que además evita las pérdidas de transporte y distribución de electricidad a través de la red.

Durante el día, los paneles solares generan electricidad a medida que reciben luz solar. Esta electricidad se utiliza primero para alimentar los dispositivos y equipos eléctricos en el hogar o negocio. Si el sistema produce más electricidad de la que se necesita en ese momento, el exceso se puede exportar a la red eléctrica (o, en determinados casos, podría venderse directamente a terceros, a través de un PPA o contrato de compraventa de electricidad).

Por la noche o en días nublados, cuando los paneles solares no están generando suficiente energía, la electricidad se puede adquirir de la red eléctrica, o en el caso en el que hayan instalado baterías, también se puede utilizar la energía almacenada.

La reducción significativa del coste de los paneles solares en los últimos años ha hecho que esta sea una tecnología eficaz y sostenible para reducir el coste del suministro energético, evitar la emisión de gases de efecto invernadero y aumentar la independencia energética. Las tasas de rentabilidad de estas instalaciones en España son altas. Además, existen incentivos públicos que fomentan el desarrollo de estos proyectos, como subvenciones directas o reducciones en el IBI en edificios que cuenten con energía solar fotovoltaica.

Gráfico 4.8.8 Evolución de potencia solar fotovoltaica instalada para autoconsumo



De acuerdo con el I Informe Anual del Autoconsumo Fotovoltaico[6], la potencia instalada de generación solar fotovoltaica en 2022 era de 5.211 MW, de los que 2.649 MW se instalaron en 2022 (gráfico 4.8.8).

6. **Fuente: APPA (2022)- I Informe Anual del Autoconsumo Fotovoltaico.**

Contribución a la generación de riqueza

El desarrollo a gran escala de la generación solar fotovoltaica para autoconsumo tuvo una **contribución al PIB en 2022 de 2.417 millones de euros**[7] [8], 2.165 millones de euros de contribución directa y 251 millones de euros de indirecta (gráfico 4.8.9).

Empleo

En lo que respecta al **empleo generado por el autoconsumo** en 2022, éste alcanzó **14.215 profesionales**[9] de los que 10.477 fueron empleos directos y 3.738 empleos indirectos (gráfico 4.8.10).

7. **Estas cuantías se encuentran incluidas en total sectorial del Gráfico 4.8.2.**

8. **2.144 millones de euros en términos reales, base 2015.**

9. **Estas cuantías se encuentran incluidas en total sectorial del Gráfico 4.8.4.**

Gráfico 4.8.10 Aportación del autoconsumo al empleo 2021-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

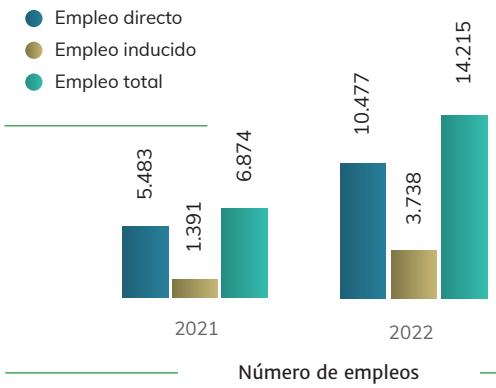
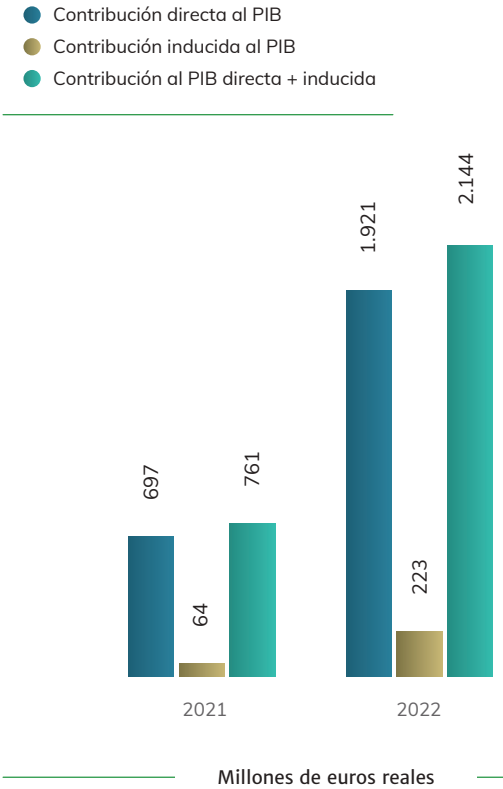


Gráfico 4.8.9 Aportación directa, indirecta y total al PIB del autoconsumo (datos reales y corrientes)

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

Datos corrientes	2021	2022
Contribución Directa al PIB	753	2.165
Contribución Inducida al PIB	69	251
Contribución al PIB Directa + Inducida	822	2.417



Reales base 2015	2021	2022
Contribución Directa al PIB	697	1.921
Contribución Inducida al PIB	64	223
Contribución al PIB Directa + Inducida	761	2.144

4.9 Solar térmica

Solar térmica: contribución a la generación de riqueza

La **contribución** total al **PIB** del **sector solar térmico** alcanzó los **59,1 millones de euros**[1], lo que en términos reales supuso un incremento del 14,3% con respecto a 2021. 39,3 millones de euros fueron contribución directa al PIB y 19,8 millones de euros indirecta.

El crecimiento de la contribución directa al PIB en 2022 fue del 17,2%.

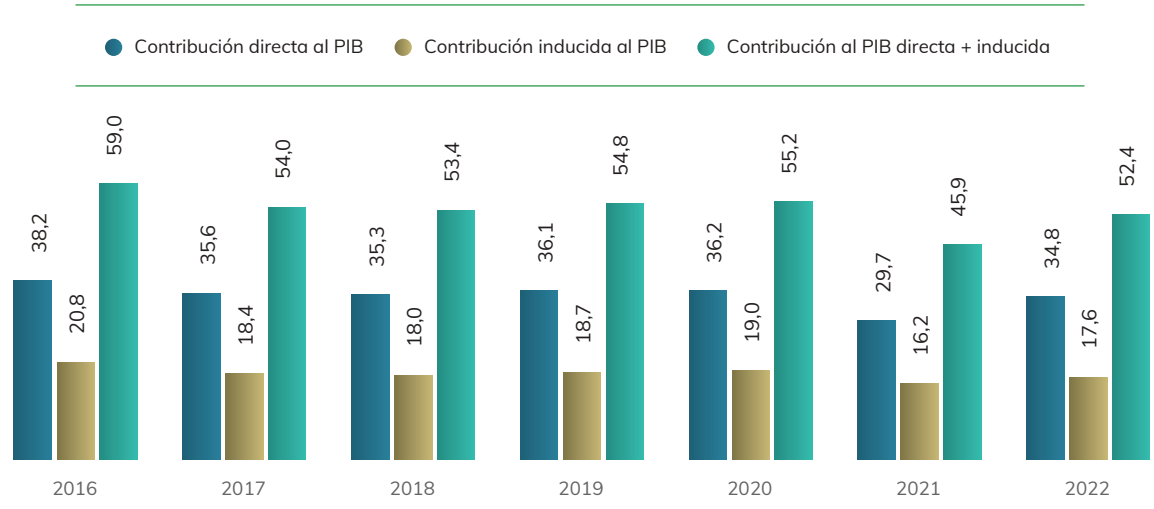
1. **52,4 millones de euros en términos reales, base 2015.**

Gráfico 4.7.1

Aportación directa, indirecta y total al PIB de la energía solar térmica (datos reales y corrientes) 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

Datos corrientes	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	38,3	36,2	36,4	37,7	38,2	32,1	39,3
Contribución Inducida al PIB	20,9	18,7	18,5	19,5	20,1	17,5	19,8
Contribución al PIB Directa + Inducida	59,2	54,9	54,9	57,2	58,4	49,6	59,1



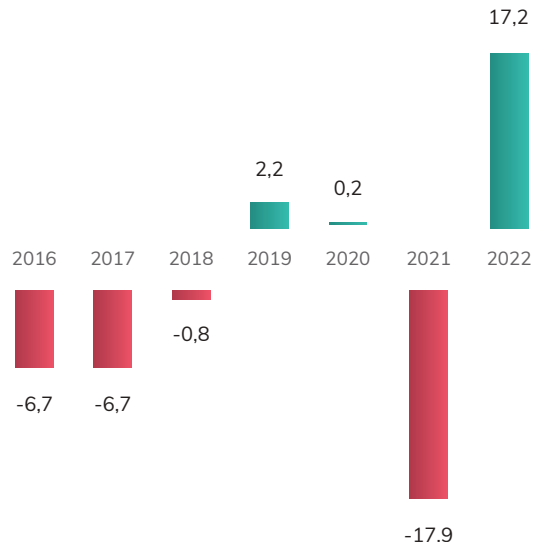
Millones de euros reales

Datos Reales base 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	38,2	35,6	35,3	36,1	36,2	29,7	34,8
Contribución Inducida al PIB	20,8	18,4	18,0	18,7	19,0	16,2	17,6
Contribución al PIB Directa + Inducida	59,0	54,0	53,4	54,8	55,2	45,9	52,4

Gráfico 4.9.2

Evolución de la tasa de crecimiento de la aportación directa al PIB de la energía solar térmica

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

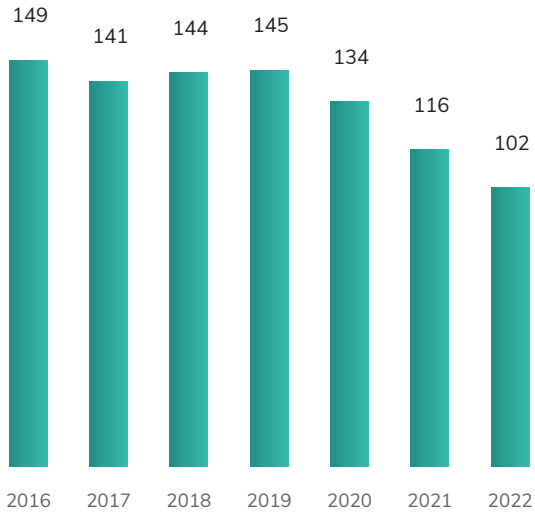


% en términos reales

Gráfico 4.9.3

Evolución de la instalación anual de potencia nueva de energía solar térmica en España

Fuente: Asociación Solar de la Industria Térmica



MWth

Durante el **ejercicio 2022** se han **instalado** en España un total de **102 MWth** (145.122 m²), lo que significa una **reducción** del **11,9 %** respecto al año anterior. En este dato se incluyen todos los proyectos instalados en territorio nacional, independientemente del lugar de procedencia de la tecnología.

Contabilizando el dato de 2022, **la potencia instalada acumulada** en nuestro país se sitúa en **3,5 GWth** o, lo que es lo mismo, una superficie total, instalada y en operación, de **cinco millones de m²**. Por otra parte, la **generación mediante energía solar térmica en España en 2022 se situó en un total de 349 ktep**, tendencia alcista en línea con toda la cifra histórica analizada.

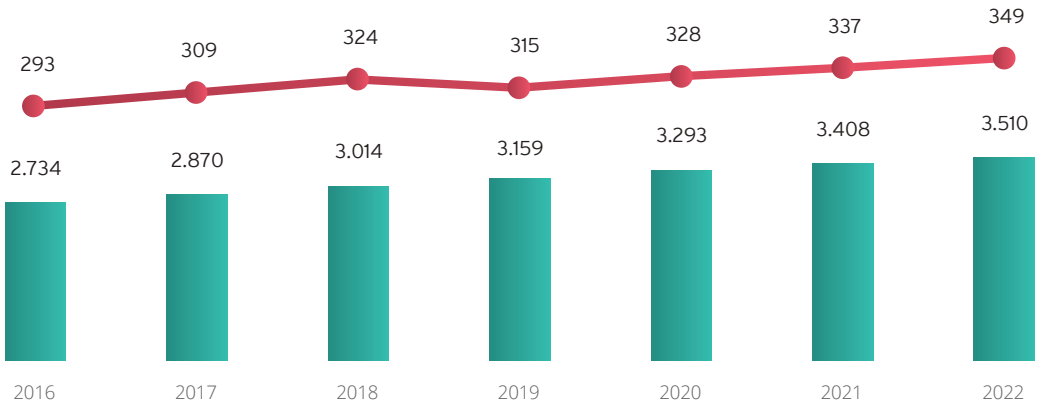
Empleo

Debido a la actividad del sector, el **empleo total** en 2022 fue de **904 puestos de trabajo en 2022**, lo que supuso un incremento del 1,2% con respecto a 2021: estos empleos se dividieron en 701 directos y 203 indirectos.

Gráfico 4.9.4

Evolución de la potencia instalada y de la generación de energía solar térmica en España 2016-2022

Fuente: Asociación Solar de la Industria Térmica e IDAE

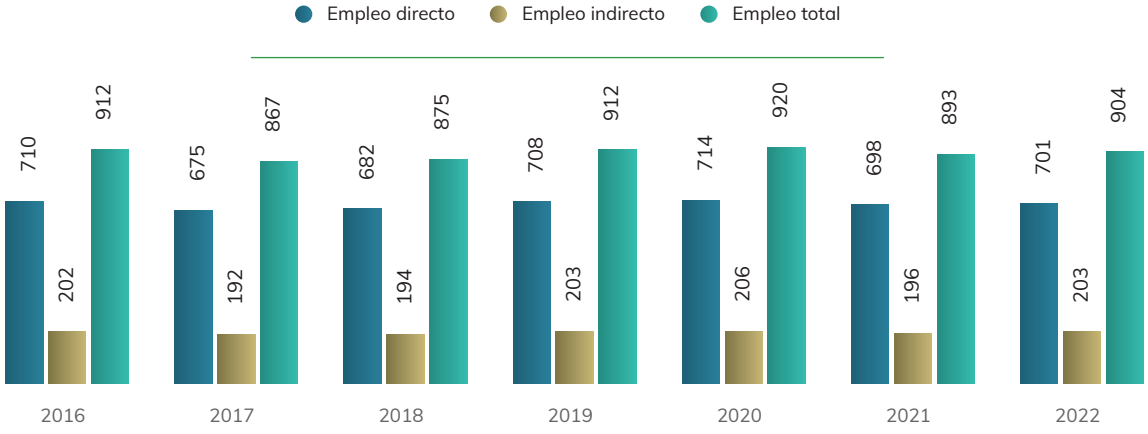


MW y GWh

Gráfico 4.9.5

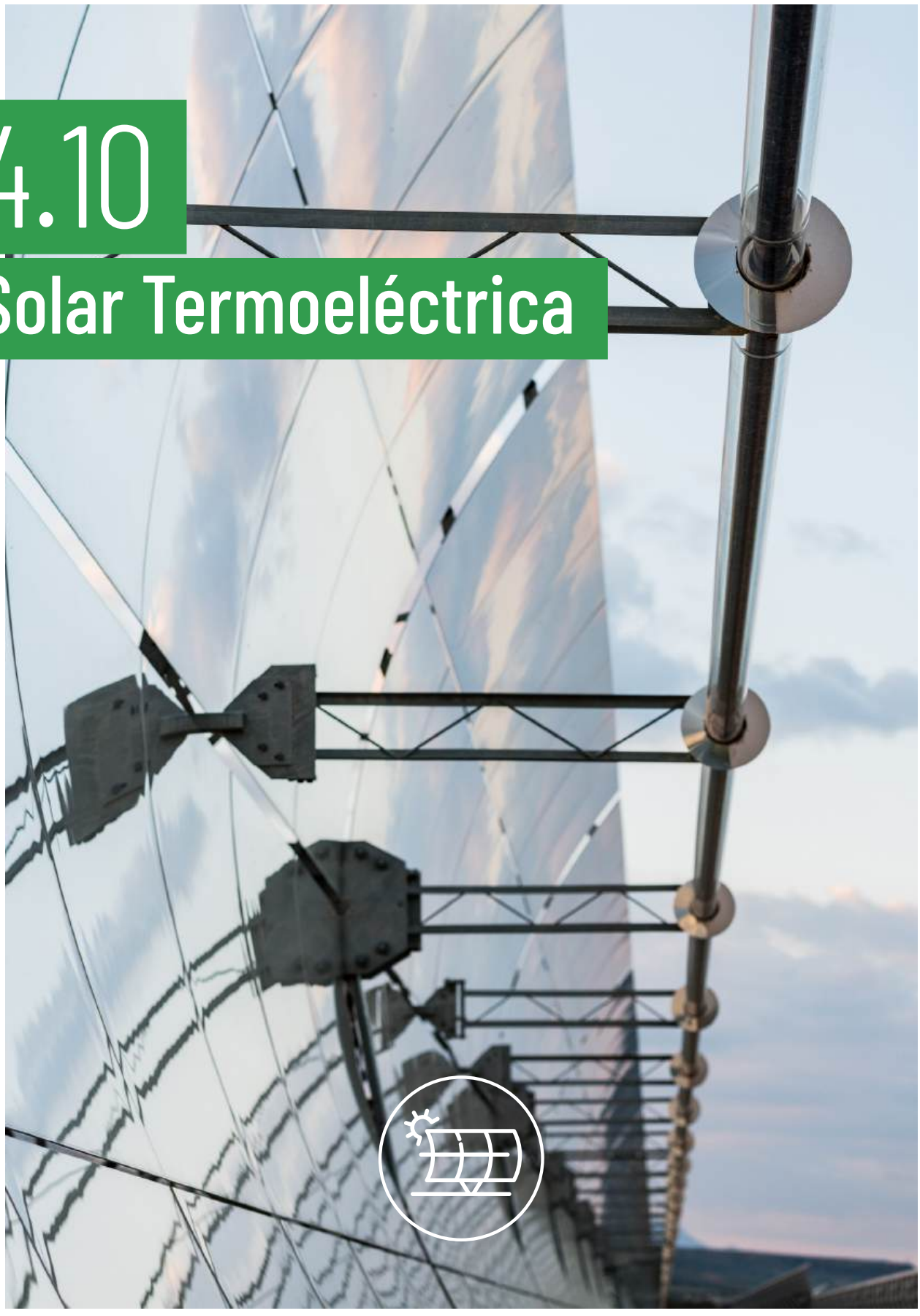
Aportación de la solar térmica al empleo 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



Número de empleos

4.10 Solar Termoeléctrica



Solar termoeléctrica
Generación de riqueza

En el año 2022, la aportación al **PIB del sector solar termoeléctrico** ascendió a **1.410 millones de euros**[1].

1. **1.251 millones de euros en términos reales, base 2015.**

Del total de aportación, 1.098 millones de euros se corresponden a la contribución directa, mientras que la aportación indirecta por efecto arrastre alcanzó 312 millones de euros en 2022.

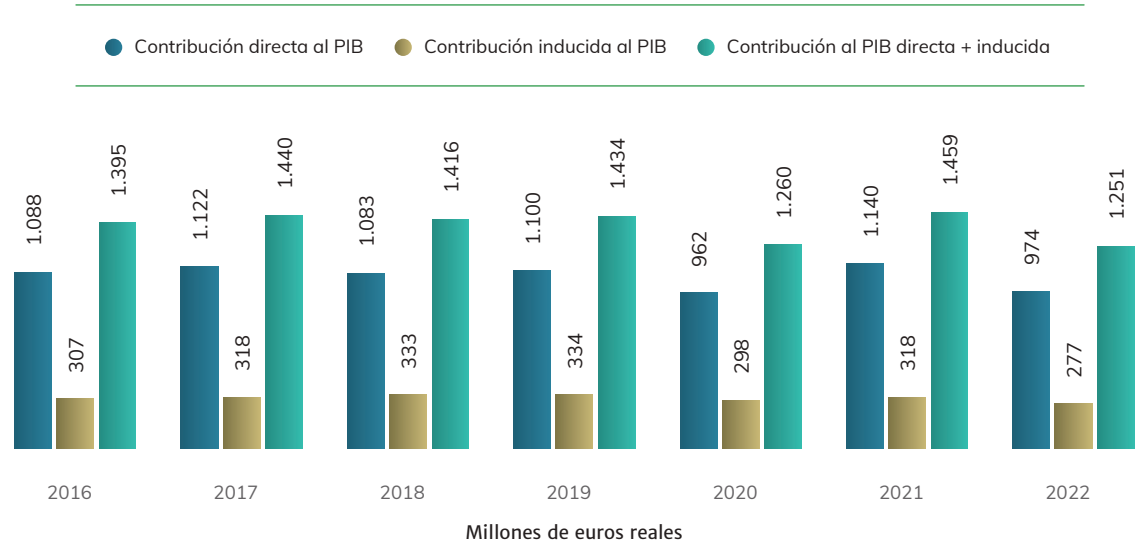
Esta reducción de la contribución en términos reales se debió a dos razones principales: una menor

Gráfico 4.10.1

Aportación directa, indirecta y total al PIB de la energía solar termoeléctrica (datos reales y corrientes) 2016-2022

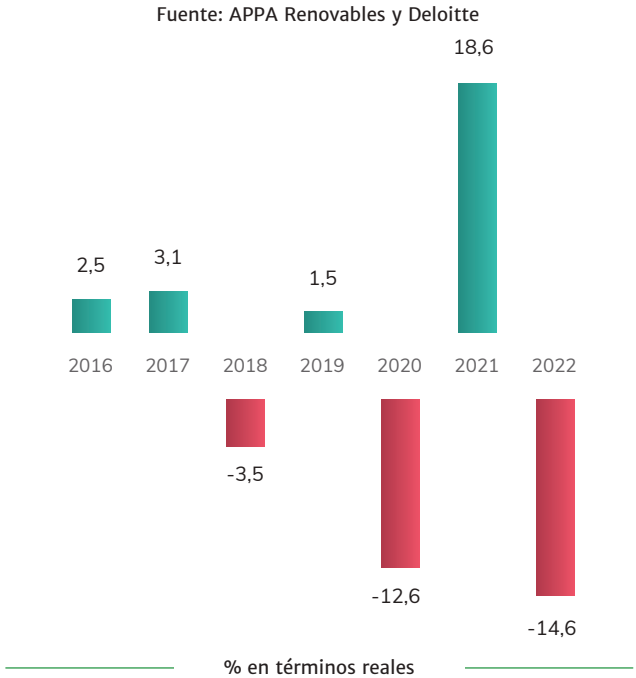
Fuente: APPA Renovables y Deloitte

Datos corrientes	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	1.092	1.140	1.114	1.148	1.016	1.233	1.098
Contribución Inducida al PIB	308	323	342	349	315	344	312
Contribución al PIB Directa + Inducida	1.400	1.464	1.456	1.497	1.331	1.577	1.410



Datos Reales base 2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Contribución Directa al PIB	1.088	1.122	1.083	1.100	962	1.140	974
Contribución Inducida al PIB	307	318	333	334	298	318	277
Contribución al PIB Directa + Inducida	1.395	1.440	1.416	1.434	1.260	1.459	1.251

Gráfico 4.10.2 Evolución de la tasa de crecimiento de la aportación directa al PIB de la solar termoeléctrica



producción, 12,4% inferior a la de 2021, y al efecto de la inflación. Adicionalmente, al no instalarse nueva potencia, es complicado que el sector pueda tener tasas de crecimiento relevantes.

En particular, la contribución directa al PIB cayó un 14,6%, la contribución indirecta al PIB un 13,0% y la contribución total un 14,3%.

2022 ha sido el **noveno** año consecutivo en el **que no se ha puesto en marcha ninguna central de energía solar termoeléctrica en España**. En **2022**, la potencia solar termoeléctrica en España se mantuvo en **2.304 MW**, mientras que la **generación de electricidad** alcanzó **4.123 GWh**.

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) prevé que en España se instale, hasta 2030, 2.500 MW de nueva capacidad solar termoeléctrica, lo que marca la senda de evolución de nuestro parque renovable. El mecanismo principal de licitación de proyectos será mediante subastas, por lo que se prevé que el escenario de potencia de esta tecnología podrá cambiar en los próximos años con la incorporación de nuevos proyectos. **De acuerdo con este marco regulatorio, se celebró una subasta en 2022 para asignar nueva potencia solar termoeléctrica, la subasta quedó desierta.**

Las centrales solares termoeléctricas están localizadas en seis comunidades autónomas: Andalucía, con 997 MW; Extremadura, con 849 MW; Castilla-La Mancha, con 349 MW; Comunidad Valenciana, con 50 MW; Murcia, con 31 MW; y Cataluña, con 23 MW. De las 49 centrales en operación, 18 disponen de sistemas de almacenamiento cuya capacidad supera los 6.500 MWh eléctricos. Adicionalmente, una de las centrales está hibridada con biomasa. Estas características hacen de la tecnología solar termoeléctrica una forma de generación fiable.

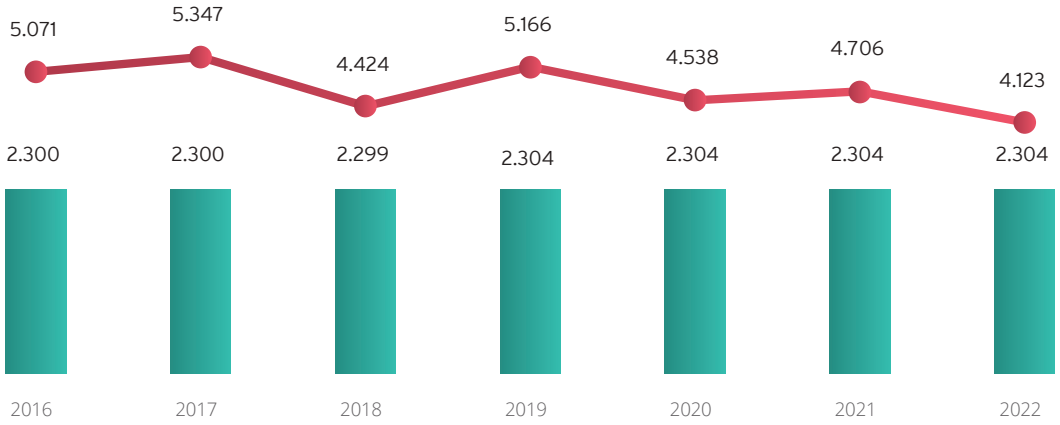
Empleo

A finales de 2022, la tecnología **solar termoeléctrica** empleaba a **5.066 profesionales**, de los que 3.123 eran empleos directos y el resto, 1.943, indirectos, como consecuencia del efecto arrastre de la operación de las centrales.

Gráfico
4.10.3

Evolución de la potencia instalada y energía generada de la energía solar térmica 2016-2022

Fuente: Red Eléctrica de España

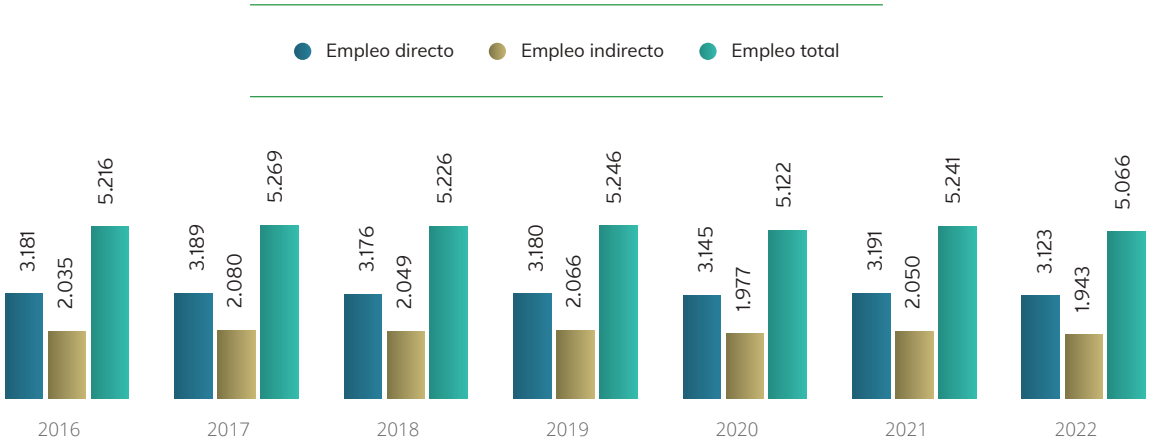


MW y GWh

Gráfico
4.10.4

Aportación de la solar termoeléctrica al empleo 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



Número de empleos

5 Impacto de las energías renovables en el medioambiente y en la dependencia energética

Impacto de las energías renovables en el medioambiente y en la dependencia energética

Toda inversión que se precie implica una comparativa entre los costes y los beneficios. La transición energética no es ajena a este hecho. Más allá de la necesidad de combatir el cambio climático, mejorar el aire que respiran los ciudadanos o reducir la dependencia energética, existen costes y beneficios asociados que deben ser contabilizados y comparados.

Muchos de estos beneficios no son fácilmente identificables y, en un primer análisis pueden pasar desapercibidos. El objeto de este capítulo es cuantificar aquellos beneficios asociados al cambio de modelo energético, pasando de un análisis cualitativo a una cuantificación de los ahorros que supone para nuestra economía apostar por las energías renovables. Cuando hablamos de dependencia energética, no debemos limitarnos a pensar en nuestra soberanía y la mayor vulnerabilidad que esta dependencia supone para nuestro país, también debemos analizar los combustibles fósiles que debemos importar y el coste que estos tienen. De igual manera, la lucha contra el cambio climático adopta otra perspectiva cuando pensamos en el coste de los derechos de emisión

La utilización de fuentes renovables, para generar electricidad, para usos térmicos y transporte, permitió a nuestro país evitar en 2022 la importación de 21,4 millones toneladas equivalentes de petróleo de combustibles fósiles, lo que supuso un ahorro económico equivalente de 15.230 millones de euros[1]. Respecto al año precedente, supuso un aumento de las importaciones evitadas del 0,9% en términos energéticos y debido a los altos precios de los combustibles, se incrementaron los ahorros en un 76,8%.

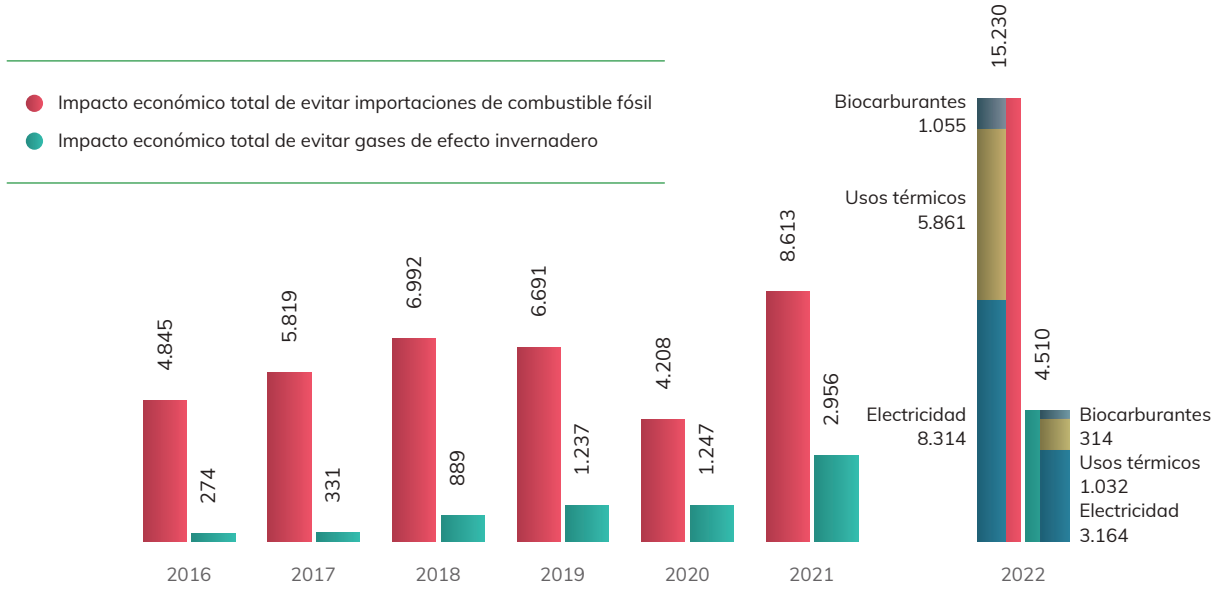
Las energías renovables son, de forma indudable, una de las principales vías que tenemos para conseguir la descarbonización de nuestra economía y, de esta forma, luchar contra el cambio climático. Más allá de los beneficios medioambientales y sociales que esto implica, el incremento paulatino del precio medio de los derechos de emisión dota de una importancia económica cada vez mayor al hecho de obtener energía sin emisiones. En 2022 las renovables evitaron la emisión de 55,8 millones de toneladas de CO_2e.

1. **15.790 millones de euros en términos reales, base 2015.**

Gráfico 5.1

Impacto económico de las energías renovables en España derivado de evitar importaciones de combustible fósil y emisiones de gases de efecto invernadero

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



Millones de € corrientes

Impacto de la producción eléctrica con renovables

Al sustituir electricidad producida con gas natural, carbón y fuel/gas por **energía eléctrica renovable**, **reducimos** la **dependencia energética** del exterior y **generamos** importantes **ahorros al evitar la importación de combustibles fósiles**. Durante 2022, la **generación eléctrica** con **energía renovable** sustituyó una producción de **98,7 TWh que hubiese tenido que generarse con combustible fósil,** esto supone un 1,8% de incremento respecto a 2021 (gráfico 5.2).

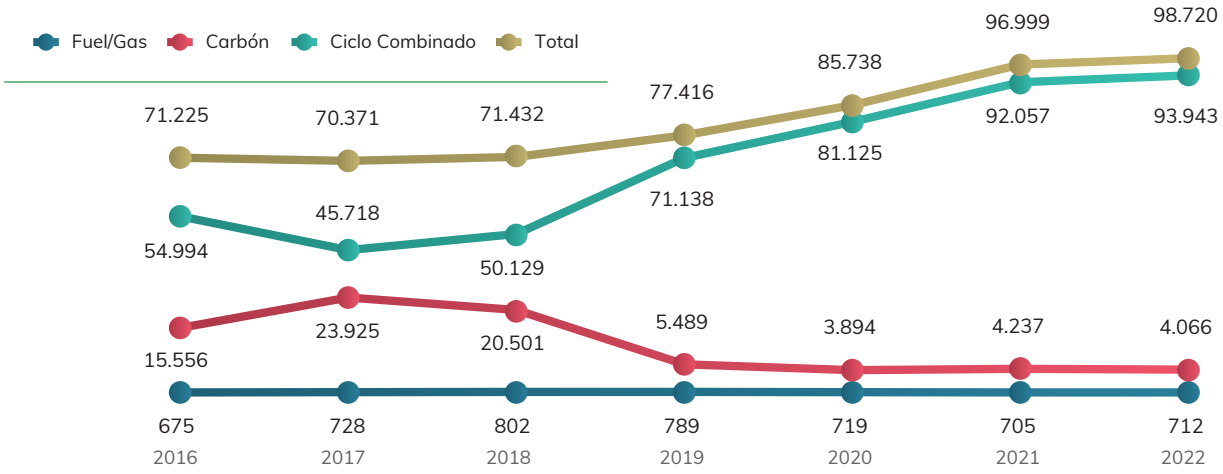
Sin esta generación renovable, la electricidad se habría generado con gas natural, carbón o fuel/gas, combustibles que, en su inmensa mayoría, debemos importar de terceros países. Por ello, las **renovables eléctricas evitaron** la importación de **15,7 millones de tep de combustibles fósiles** con un **ahorro** económico asociado de **8.314 millones de euros** (gráfico 5.3).

Al analizar las emisiones de CO_2 del sector eléctrico, se observa que las **energías renovables evitaron la emisión a la atmósfera de 39,1 millones de toneladas de CO_2. De acuerdo con el precio de**

Gráfico 5.2

Electricidad: combustible fósil sustituida por la producción de energías renovables 2016-2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



GWh – Tecnología sustituida

Gráfico 5.3

Evolución de la sustitución de importaciones de combustibles fósiles debido a la generación eléctrica renovable

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

Gráfico 5.4

Emisiones de CO_2 evitadas (toneladas de CO_2 equivalentes) y ahorro económico

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

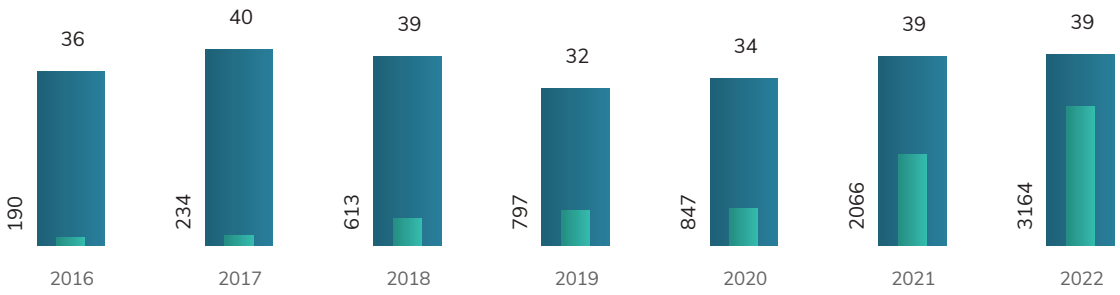
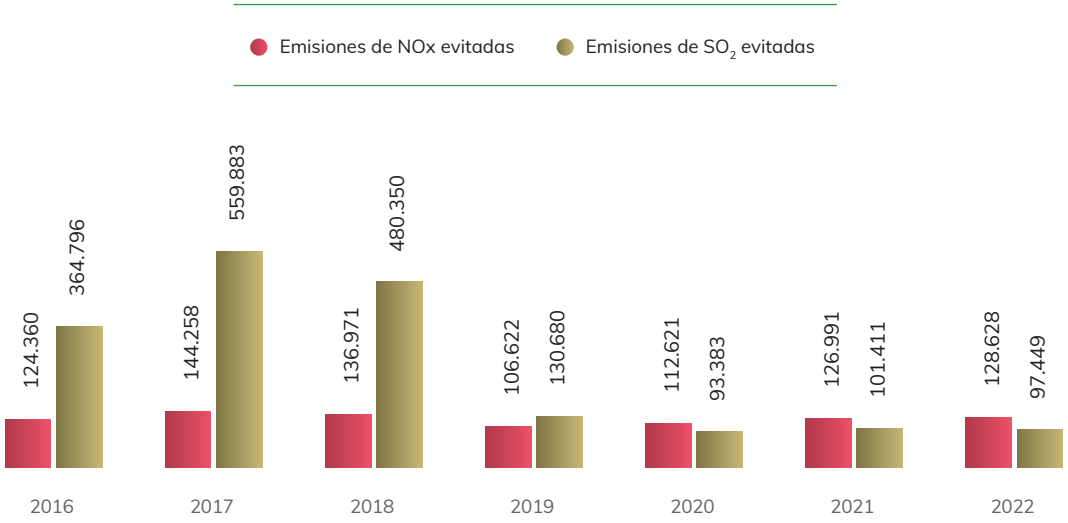


Gráfico 5.5

Evolución de las emisiones de NOx y de SO_2 evitadas por utilización de energías renovables eléctricas

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



Emisiones de NOx evitadas (toneladas de NOx) y emisiones de SO_2 evitadas (toneladas de SO_2)

los derechos de emisión del Esquema Europeo de Comercio de Emisiones, el ahorro por derechos evitados fue de 3.164 millones de euros (gráfico 5.4).

Aunque **otros gases nocivos para la salud como el óxido de nitrógeno (NO_x) y el dióxido de azufre (SO_2) no tienen asociado un coste económico**, es importante contabilizar cómo las energías renovables evitan su emisión. Esto supone un beneficio para nuestras sociedades, independientemente de que su cuantificación económica no sea sencilla. La generación eléctrica renovable evitó en **2022** la emisión de **128.628 toneladas** de **NO_x y** de **97.449 toneladas** de **SO_2**. Según la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), **la contaminación atmosférica es responsable de más de 430.000 muertes prematuras en Europa** e importantes costes en los sistemas de salud nacionales (gráfico 5.5).

Impacto en la producción térmica

El uso de **energías renovables térmicas** como la biomasa, la solar térmica, el biogás o la geotermia también producen un efecto de **sustitución de combustibles fósiles**, entre otros, el gas natural, gasóleo C o de calefacción y gases licuados de petróleo, que sería necesario importar si no contáramos con las fuentes renovables.

La ponderación de estos combustibles según precios de mercado, nos muestra que el **uso térmico** de **energías renovables** evitó en **2022** la **importación** de **4,2 millones de toneladas equivalentes de petróleo**, lo que supuso un **ahorro económico de 5.861 millones de euros en importaciones de combustible fósil** (gráfico 5.6).

Gráfico 5.6

Evolución de la sustitución de combustibles fósiles debido a la energía térmica renovable

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

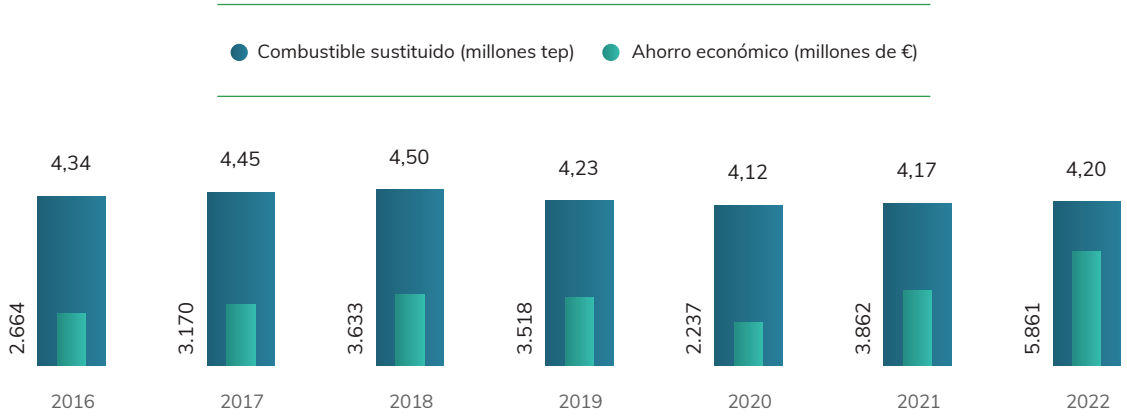
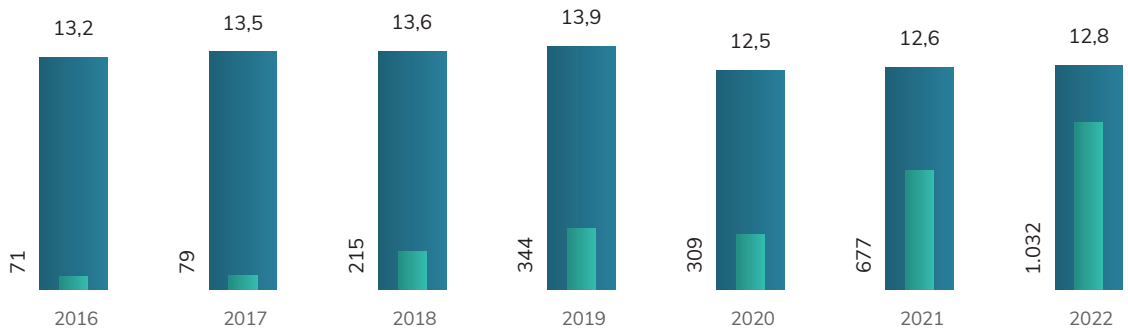


Gráfico 5.7

Evolución de la sustitución de combustibles fósiles debido a la energía térmica renovable

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



Los **consumos térmicos renovables evitaron en 2022 la emisión a la atmósfera de 12,8 millones de toneladas de CO_2**, lo que representó un ahorro económico equivalente de 1.032 millones de euros (gráfico 5.7).

Como ya se ha explicado con anterioridad, los óxidos de nitrógeno y el dióxido de azufre son gases muy perjudiciales que también deben considerarse. Las energías **renovables térmicas evitaron** en 2022 la **emisión a la atmósfera de 13.520 toneladas de NO_x y 13.242 toneladas de SO_2** (gráfico 5.8). En este caso, no se valoran los ahorros económicos directos producidos, ya que ni las emisiones de NO_x ni las de SO_2 tienen mercado propio como sí ocurre en el caso del CO_2, pero resultan **evidentes** tanto los **beneficios medioambientales** como para la **salud** de la población (gráfico 5.8).

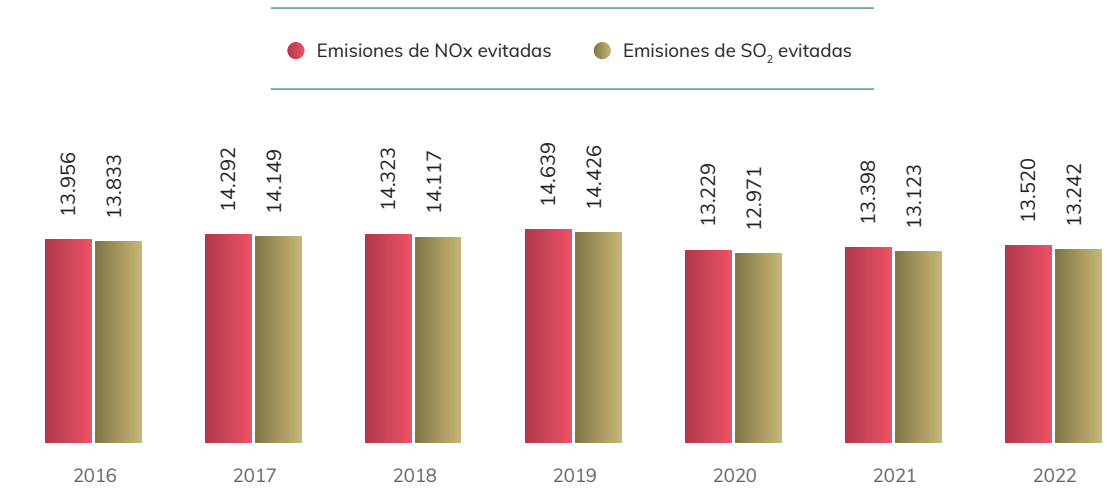
Beneficios derivados del uso de biocarburantes

Los biocarburantes son, hoy por hoy, la forma más efectiva de sustituir de forma directa derivados del petróleo en motores de combustión. **El uso de biocarburantes permitió a lo largo de 2022 la sustitución bruta de cerca de 1.445.707 tep de derivados del petróleo,** lo que contribuyó a la **diversificación** del aprovisionamiento energético y a la **reducción de las importaciones** de crudo, proveniente mayoritariamente de países con elevada inestabilidad política, social y económica. El **ahorro** equivalente por el consumo de **biocarburantes** en España ascendió en 2022 a **1.055 millones**. Esto se debe al incremento de los precios del combustible, pese a una sustitución de los combustibles fósiles un 6,7% inferior con respecto al año anterior (gráfico 5.9).

Gráfico 5.8

Evolución de las emisiones de NOx y de SO_2 evitadas por utilización de energías renovables térmicas

Fuente: APPA Renovables y Deloitte



Emisiones de NOx evitadas (toneladas de NOx) y emisiones de SO_2 evitadas (toneladas de SO_2)

Gráfico 5.9

Estimación de la sustitución de combustibles fósiles para el transporte por biocarburantes

Fuente: APPA Renovables y Deloitte

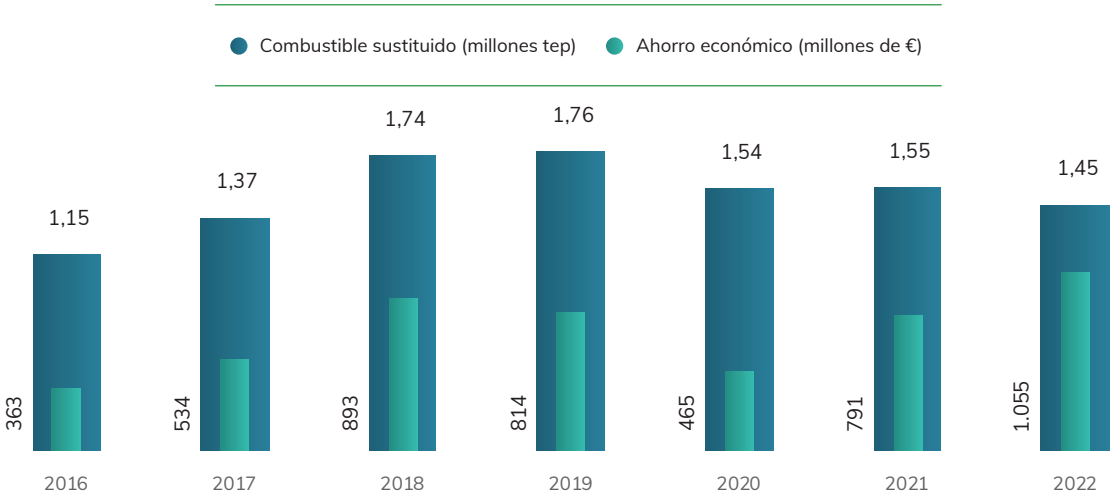
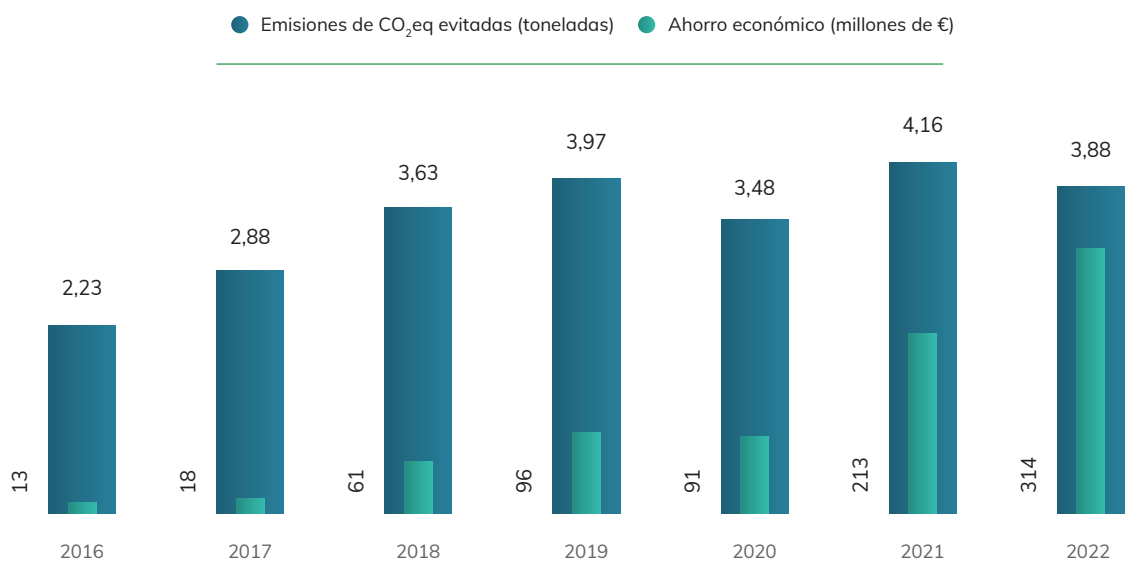


Gráfico 5.10

Emisiones de CO_2 equivalente evitadas por la utilización de biocarburantes en el transporte

Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, APPA Renovables y Deloitte



El uso de **biocarburantes** tiene **beneficios** que van mucho más allá de reducir las emisiones del sector transporte. Los precios del petróleo son muy susceptibles a la inestabilidad y una mayor penetración de biocarburantes **reduciría la exposición de nuestra economía a la variabilidad de los precios** de los hidrocarburos fósiles. Adicionalmente, una mayor producción nacional de biocarburantes **mejoraría la balanza comercial española** y **disminuiría** aún más la **dependencia energética** de las importaciones en uno de los sectores difusos donde más necesario es acometer cambios.

Los **biocarburantes** consumidos en nuestro país en 2022 **redujeron las emisiones** a la atmósfera de gases de efecto invernadero en cerca de **3,9 millones de toneladas de CO_2** equivalente[1]. Esto supuso un **ahorro económico de 314 millones de euros** en términos de derechos de emisión (gráfico 5.10).

Los biocarburantes contribuyen de forma efectiva a la **mejora de la calidad del aire**. Su consumo permite reducir las emisiones a la atmósfera de diversos contaminantes, algo que redunda positivamente en la salud pública, especialmente en

1. **Los valores de emisiones a partir 2020 son estimados a partir de los consumos de biocarburantes y los factores de emisión correspondientes a 2019.**

entornos urbanos donde las **aglomeraciones** pueden provocar **altas concentraciones de partículas** contaminantes, llegando a ser necesaria la limitación de los vehículos para preservar la salud de los ciudadanos. De forma específica, el **biodiésel** permite **disminuir hasta un 50% las emisiones de partículas y monóxido de carbono (CO)** y hasta un **70%** las de **hidrocarburos inquemados**, en función de la proporción de biodiésel presente en el carburante, además de reducir las emisiones de compuestos aromáticos y poliaromáticos[2].

En el caso de las **mezclas de bioetanol con gasolina** también generan **menores emisiones de CO_2 e hidrocarburos inquemados**. Adicionalmente, la adición de bioetanol incrementa el octanaje de las gasolinas y mejora la eficiencia del motor, lo que permite sustituir otros aditivos utilizados habitualmente para este fin, que contienen carcinógenos como el benceno[3].

2. **Fuente: Lapuerta M, et al. Effect of biodiesel fuels on diesel engine emissions; Progress Energy Combust Sci, 2007.**

3. **Fuente: Meta-analysis for an E20/25 technical development study - Task 2: Meta-analysis of E20/25 trial reports and associated data; Technische Universität Wien & IFA, 2014.**

6 Retribución y ahorros de las energías renovables

Retribución y ahorros de las energías renovables

En los últimos años el precio medio de la energía se ha reducido considerablemente gracias a la incorporación de las energías renovables al mix de generación. El coste medio de producir energía renovable se ha abaratado exponencialmente en los últimos años, propiciado por políticas de estímulo, reducción de costes e incremento en I+D+i.

Las energías renovables han supuesto un abaratamiento del precio del mercado eléctrico de 10.144 millones de euros en 2022. Este ahorro se ha traducido en un precio medio del MWh adquirido de 43,10 €. La entrada de las energías renovables provocó un importante descenso del precio de la energía propiciado por un descenso de los costes de la electricidad renovable. Esto es debido a las mejoras en tecnología, economías de escala, cadenas de suministro más competitivas y mayor experiencia de los desarrolladores.

Las energías renovables obtuvieron en 2022 una retribución específica de 3.355 millones de euros, cifra muy inferior a los 10.144 millones de euros de ahorros producidos en el mercado. Esta retribución también es sustancialmente inferior a la recibida en los últimos años, siguiendo una tendencia de reducción de la retribución que dura ya cuatro años. La sustitución de combustibles fósiles ahorró a nuestro país importaciones que, según los altos precios de mercado, habrían supuesto 15.230 millones de euros y derechos de emisión que habrían supuesto 4.510 millones si no hubiéramos contado con energías renovables.

En 2022, el mercado eléctrico cerró con un superávit de 6.187 millones de euros. El hecho de que la retribución específica a las renovables haya sido superior en el período 2014-2021 a los 5.000 millones de euros y el sistema haya tenido superávit de forma global, es una prueba más, si es que era necesaria, de que las renovables no fueron las causantes del déficit de tarifa acumulado en el pasado. La retribución de estas energías no explica la creación del antiguo déficit de tarifa y la comparativa entre retribución y déficit no tiene ningún tipo de correlación.

La retribución de las energías renovables por la generación de electricidad

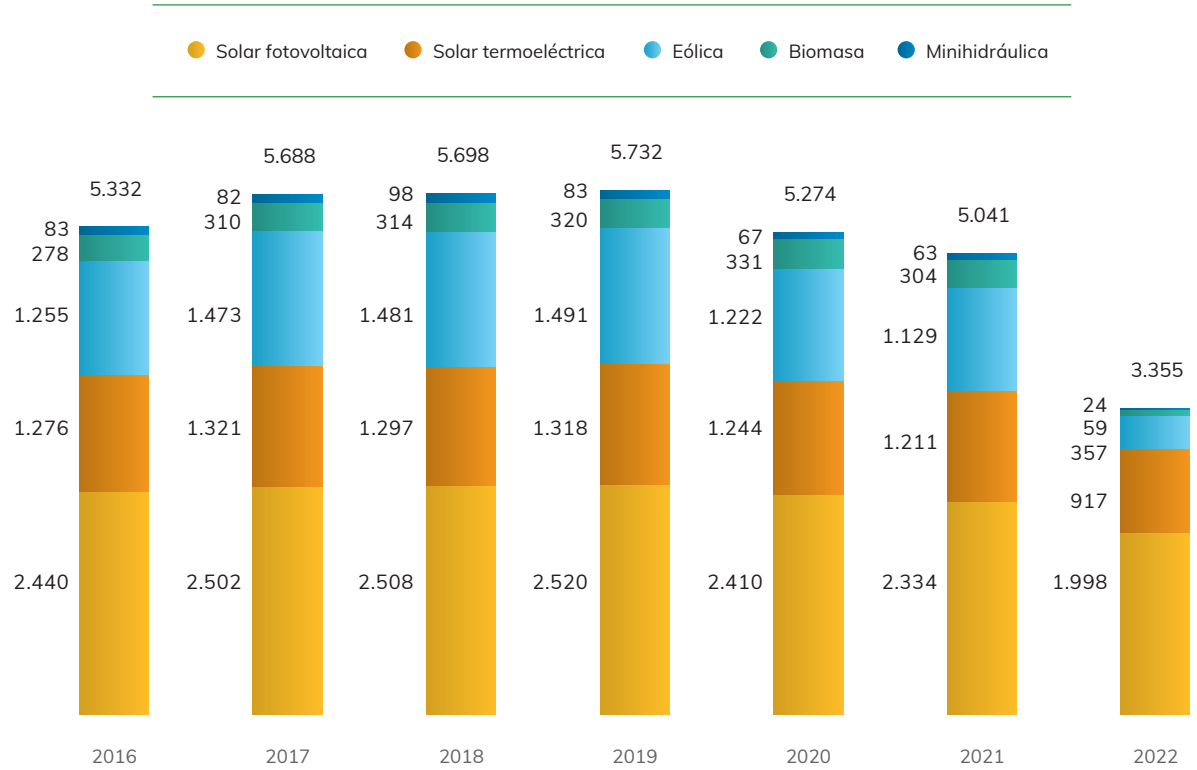
La **retribución especifica** (antiguas primas) que las instalaciones de producción de energía renovables han recibido durante 2022 fue de 3.355 millones de euros. Esta cantidad fue la más baja que han recibido las instalaciones renovables, incluso inferior, al recibido por los productores renovables en 2014 cuando el gobierno completó la reforma que modificó los parámetros retributivos de las instalaciones renovables (gráfico 6.1).

Por otro lado, se puede mencionar que los parámetros retributivos, para el nuevo semiperiodo regulatorio (2023-2026), fueron revisados en la Orden TED/1232/2022, de 2 de diciembre, por la que se actualizan los parámetros retributivos de las instala-

Gráfico 6.1

Desglose de la retribución específica por tecnología de generación renovable 2016-2022

Fuente: Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia



Millones de € corrientes

ciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, a efectos de su aplicación al año 2022. **Esta actualización supone un recorte de la retribución de la totalidad de instalaciones, valorada en 756 millones de euros para el año 2023, respecto a 2022**. En particular, la tecnología eólica dejará de percibir, en 2023, cualquier tipo de retribución específica.

Impacto económico en el mercado mayorista de la electricidad

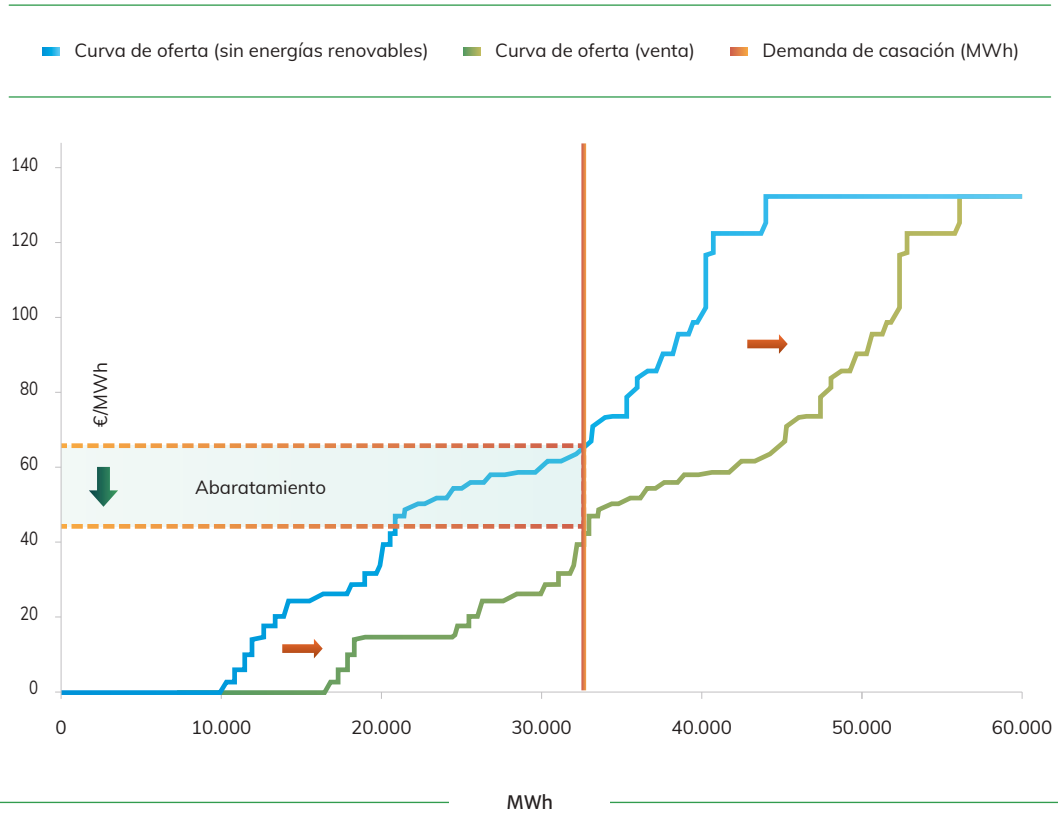
El **mercado eléctrico español** es operado por un **sistema marginalista** donde todas las unidades de producción cobran el precio que marca la última unidad que entra en el mercado. La **generación renovable** que oferta su energía a **precios bajos** arroja como resultado la fijación de un precio marginal más bajo que el marcado por otras tecnologías de producción eléctrica, que debido a sus elevados costes de generación provocan un incremento del coste final de la energía.

Las fuentes de producción de **energía renovables** (eólica, fotovoltaica, solar termoeléctrica, biomasa y minihidráulica) tienen un **coste marginal inferior** que las energías fósiles, esto favorece el efecto depresor en el mercado eléctrico que permite obtener precios de casación más bajos que si no hubiera generación renovable. Es un hecho que las **energías renovables bajan el precio de la electricidad** en los mercados eléctricos marginales, ya que desplazan las ofertas más caras. Los largos periodos de generación renovable se traducen en precios más bajos de la energía y en una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Este efecto es fácilmente verificable en la operación intradiaria, donde se observa un efecto depresor durante las horas centrales del día debido al efecto de la energía fotovoltaica, o en aquellos momentos en los que la energía eólica tiene altos niveles de producción.

Gráfico 6.2

Metodología aplicada para comparar la casación horaria en el Mercado Diario con y sin energías renovables

Fuente: APPA Renovables



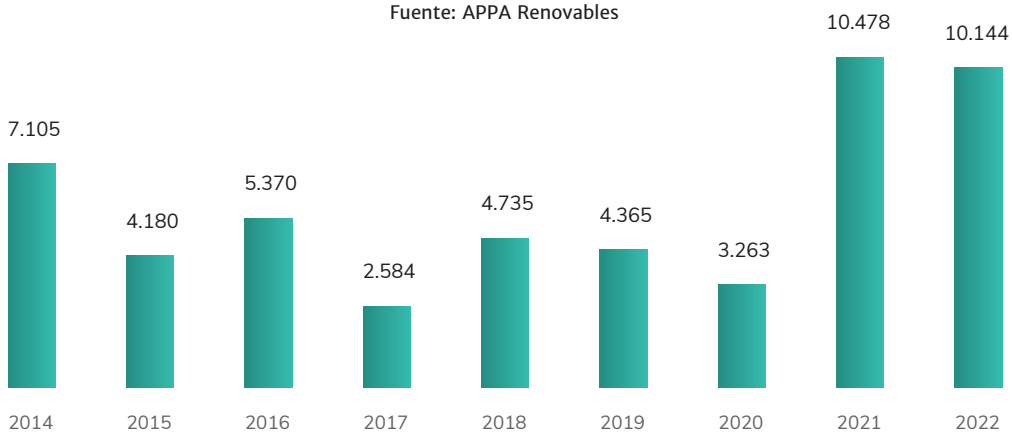
En el presente apartado se muestra una **evaluación del impacto** que dicho efecto depresor tiene en el coste total de la energía eléctrica en el **Mercado Diario de OMIE**[1]. Para ello, se ha comparado durante el periodo 2005-2022, el despacho horario de generación que realiza OMIE en el mercado diario, incluyendo la generación renovable, con otro en el que no se tiene en cuenta esta generación, sustituyéndola por las siguientes unidades de mayor precio. El **resultado** de este ejercicio es una **reducción del coste de adquisición de energía eléctrica**, derivado del efecto depresor de las energías renovables, y, por tanto, un **menor precio marginal** obtenido en el mercado mayorista. (gráfico 6.2).

1. **Esta comparación se ha realizado sustituyendo las energías renovables tenidas en consideración en cada casación horaria por las siguientes ofertas presentadas por unidades de generación a OMIE y el mecanismo establecido en 2006 para evitar que el coste de los derechos de emisión de CO_2 se transmitiese a toda la energía negociada en el mercado (minoración de CO_2). Al tratarse del mercado diario, no se incluye el efecto de los pagos por capacidad ni restricciones técnicas.**

Gráfico 6.3

Abaratamiento en el coste de adquisición de la energía en el Mercado Diario de OMIE debido a la penetración de las energías renovables

Fuente: APPA Renovables



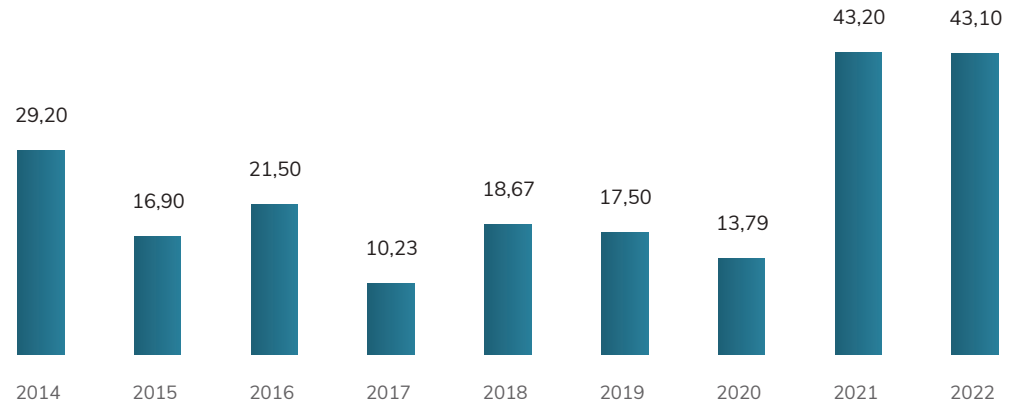
Millones de € corrientes

En 2022 las **energías renovables abarataron** el **precio** del **mercado** diario en **10.144 millones de euros**. Esta cantidad supuso para el sistema un **ahorro de 43,10 euros** por cada **MWh** adquirido a lo largo del año 2022 en el mercado eléctrico (pool). (Gráficos 6.3 y 6.4).

Gráfico 6.4

Abaratamiento en el coste de la energía en el mercado mayorista por MWh

Fuente: APPA Renovables

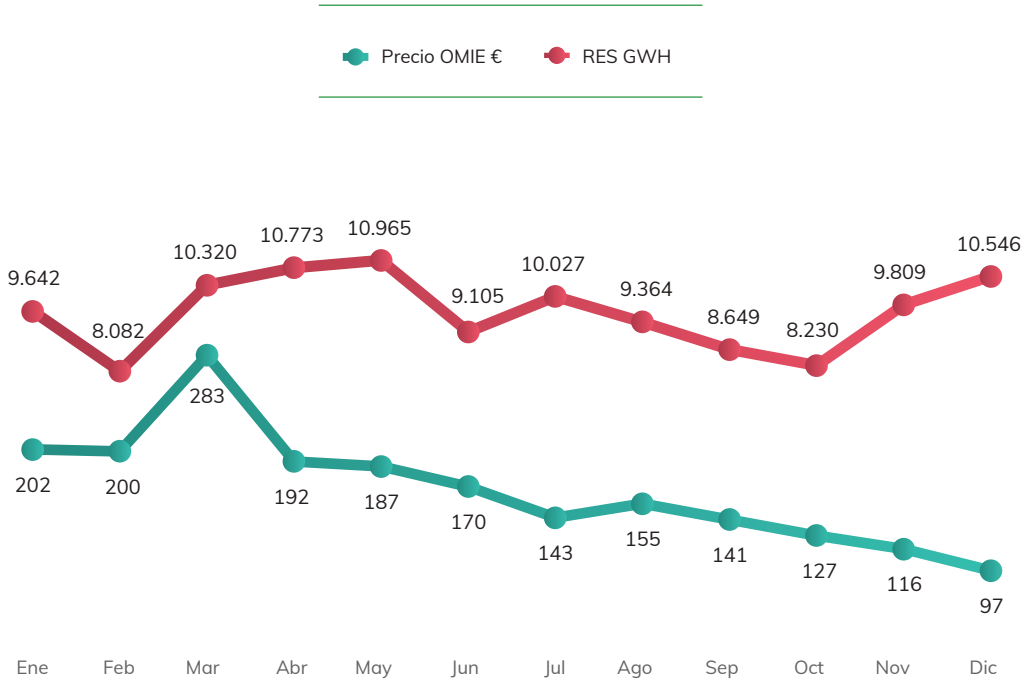


€/MWh

Gráfico 6.5

Comparativa precio mercado vs generación renovable 2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte a partir de los datos publicados por OMIE y Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia



GWh y €/MWh

Los largos periodos de **generación renovable** se traducen en precios **más bajos de casación de energía** y en una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

A lo largo del año 2022, vimos como las tecnologías eólica y fotovoltáica marcaron un nuevo récord de generación eléctrica. Ambas tecnologías superan su generación año tras año debido a la estabilidad del recurso y al incremento de la potencia que se produce anualmente.

La sensibilidad del precio del mercado diario de OMIE a la penetración de las energías renovables

Históricamente, puede observarse que, cuando aumenta la producción de las energías renovables, el precio de la electricidad en el mercado mayorista se reduce. 2022 no fue una excepción. En los primeros meses del año, debido a la crisis energética

y al comienzo de la guerra entre Rusia y Ucrania, no se aprecia relación entre las dos variables, sin embargo, a partir del primer trimestre del año, en los meses en los que se produce un aumento de la generación renovable se produce una reducción en el precio de la electricidad (gráfico 6.5).

Adicionalmente, **si se analizan las series históricas del precio de la electricidad y producción de las unidades de generación renovable** se observa que, al realizar una regresión entre las dos variables, **la generación renovable es significativa en términos estadísticos para explicar una parte del comportamiento del precio del mercado eléctrico, y que esta relación es negativa**, cuando se incrementa la producción renovable se reduce el precio de la electricidad.

Si se realiza este análisis para el **periodo 2014-2020**, el resultado que se obtiene es que, **por cada teravatio que se incrementa la producción renovable, el precio se reduce en 4,34 €/MWh**. Un análisis similar realizado para **2020-2022** indicaría que la sensibilidad **por cada teravatio adicional sería de 1,67 €/MWh**.

Diferencia entre la retribución regulada y los ahorros producidos por las energías renovables

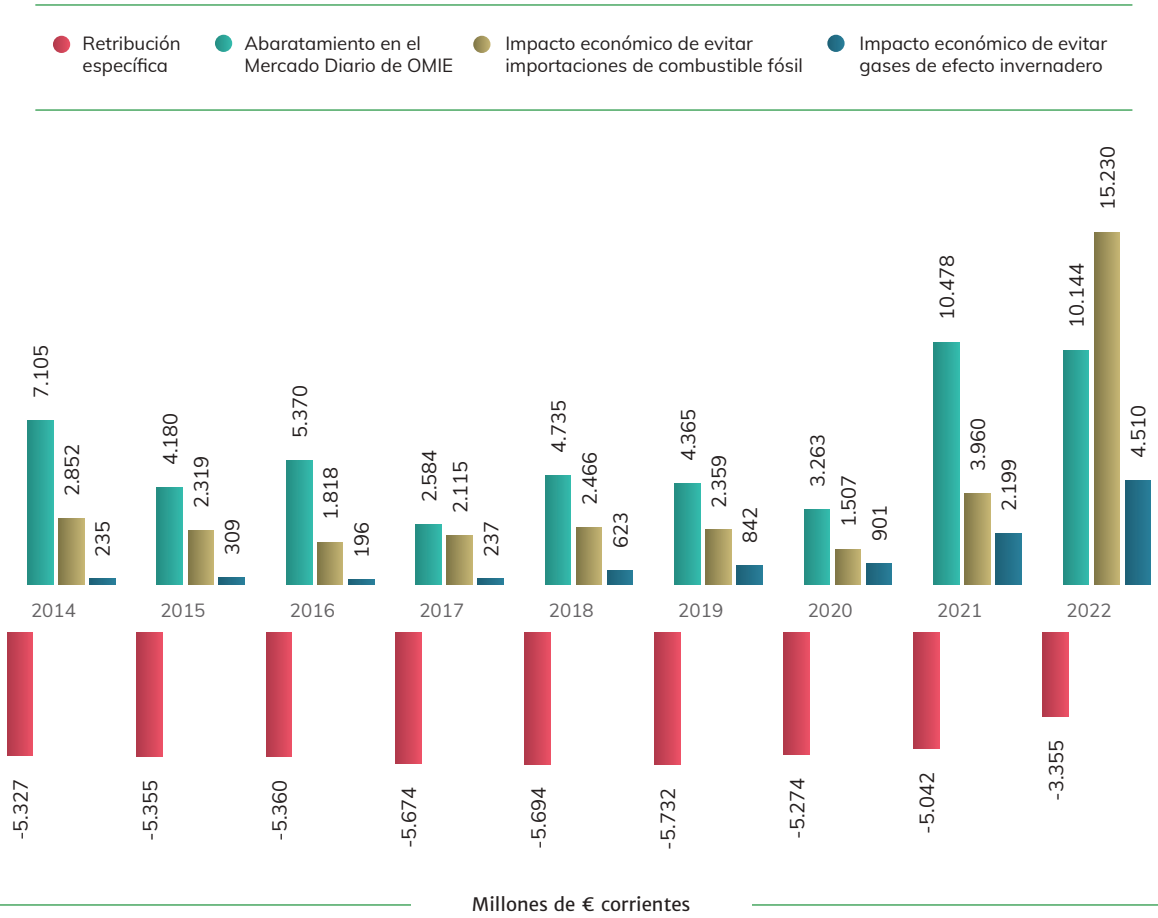
Uno de los puntos fuerte de la **generación renovable** es que permite reducir las emisiones de CO_2 y evitar la importación de combustibles fósiles. Las tecnologías renovables, tal y como hemos visto en el **mercado de OMIE**, son la pieza clave para conseguir la **transición energética** y lograr un suministro sostenible a precios competitivos permitiendo reducir la **dependencia** energética actual **de los combustibles fósiles**, que expone a los sectores económicos del país a una gran volatilidad.

En el año **2022**, las **energías renovables** produjeron un ahorro en el **pool** de **10.144 millones de euros**, evitaron la importación de **combustibles fósiles** por valor de **15.230 millones** y ahorraron **4.510 millones** en concepto de **derechos de CO_2**. Por otra parte, las energías **renovables recibieron 3.355 millones** de euros en concepto de **retribución específica** por la generación eléctrica que se produjo (gráfico 6.6).

Gráfico 6.6

Evaluación comparativa entre el abaratamiento en el Mercado Diario de OMIE, el impacto económico derivado de evitar emisiones de CO_2 y reducir la dependencia energética, y las primas que recibe el Sector Renovable

Fuente: APPA Renovables



Millones de € corrientes

En el **periodo comprendido entre 2005 y 2022** los **ahorros en el pool**, por evitar **importaciones fósiles** y por **emisiones** de CO_2 evitadas ascendieron a 90.633, 53.136 y 13.331 millones de euros, respectivamente. Las renovables recibieron una retribución específica (antiguas primas) por valor de **80.510** millones de euros por la electricidad generada, durante el mismo periodo. Entre los años 2005 y 2022, las renovables evitaron un total de **66,47 millones de euros** en concepto de importaciones de combustibles fósiles y emisión de gases de efecto invernadero a la atmosfera y el ahorro neto en el sistema eléctrico (ahorros generados en el pool menos la retribución específica) ascendió a 9.853 millones de euros, abaratando de forma neta nuestro sistema eléctrico (gráfico 6.7).

El déficit de tarifa y la retribución renovable

El **déficit de tarifa** producido por una insuficiente recaudación de las tarifas eléctricas que dificultan cubrir los costes derivados del sistema eléctrico se ha acumulado desde las últimas dos décadas. La financiación de las antiguas instalaciones de energías renovables incrementa el déficit. Sin embargo, la **apuesta por las energías renovables** ha permitido un importante desarrollo de estas tecnologías, aportando grandes ventajas que comienzan a dar sus frutos en la reducción del déficit comercial y la competitividad de la economía.

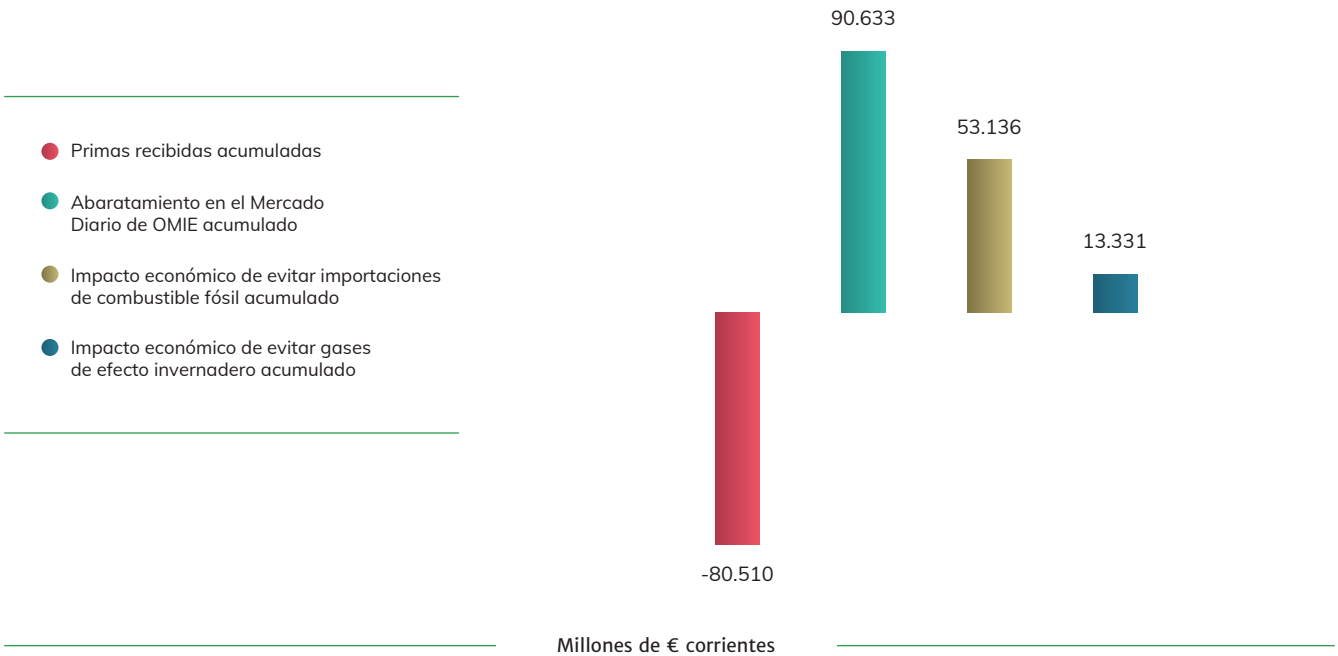
En el apartado anterior se **comparaban**, por un lado, los **ahorros** generados por las energías renovables, tanto para el sistema eléctrico de forma directa al reducir el precio del mercado eléctrico pool, como para el sistema energético español en su conjunto al evitar la importación de millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep) y reducir el CO_2 emitido a la atmósfera; **y la retribución específica** percibida, por el otro lado.

En el presente apartado se **comparan la evolución del déficit de tarifa eléctrico** y el importe **con** el que se retribuye la generación eléctrica renovable, conocida como **retribución específica** (antiguas pri-

Gráfico 6.7

Comparatlva de valores acumulados (2005-2020) de primas recibidas, ahorros pool, ahorros en importaciones y ahorros en emisiones de CO_2

Fuente: APPA Renovables



mas). De esta forma, y sin tener en cuenta los ahorros que producen las energías renovables, superiores a la retribución específica percibida, podremos comprobar si ha existido en el pasado alguna relación directa entre el aumento de las antiguas primas y la creación del déficit tarifario. Es necesario resaltar, una vez más, que **no se contemplan en esta comparación los ahorros** (tanto en el mercado eléctrico como por evitar importaciones o emisiones).

Hasta el año 2013, las primas a las energías renovables dependían de la generación que aportaban al sistema eléctrico y de los precios que alcanzaba el mercado. A medida que las energías renovables han ido aportando mayores volúmenes de electricidad al sistema, su retribución ha aumentado. Como podemos observar, en el periodo **2005-2008** las energías **renovables** recibieron **5.824 millones** de euros en concepto de primas, mientras que el **déficit de tarifa generado** en el mismo periodo ascendió a **15.099 millones**, lo que significa que en estos cuatro años el déficit generado fue 9.275 millones mayor que las primas recibidas por las renovables. Por citar dos años, en **2006** las **primas** fueron **1.130 millones**

Gráfico 6.8

Déficit de tarifa vs. retribución renovable

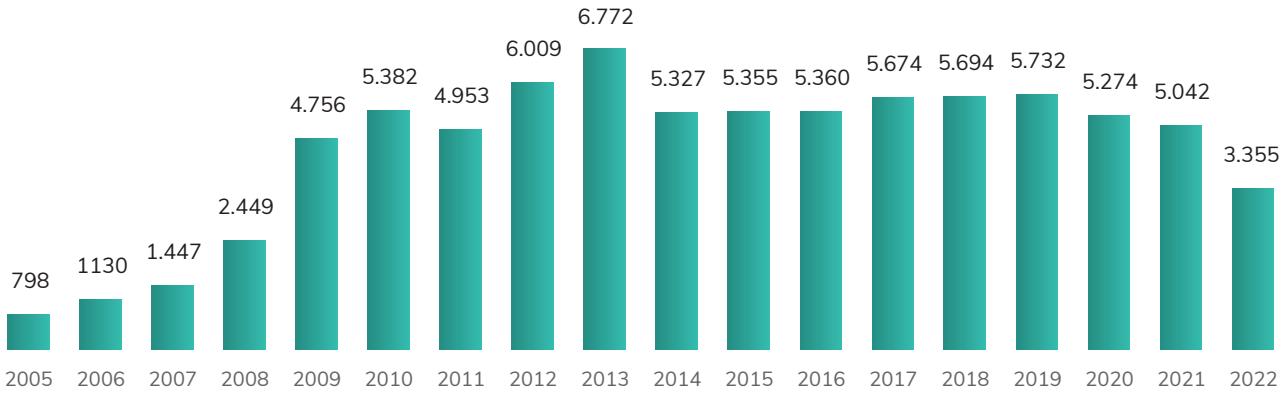
Fuente: APPA Renovables

Millones de € corrientes

mientras que el **déficit generado** fue de **2.946 millones** y en 2007 se generó un déficit de tarifa de 1.757 millones y las primas renovables del mismo año fueron de 21.447 millones de euros (gráfico 6.8).

La **retribución especifica renovable** ha sido superior a los **5.000 millones anuales** en la última década, este hecho **ha sido simultáneo a la desaparición del déficit en el sistema eléctrico**, manteniéndose controlado en los últimos años (incluso con superávit en el período 2014-2021, en el que las renovables percibieron anualmente más de 5.000 millones). Tal y como hemos analizado, el aporte de **generación renovable** no justifica la creación del déficit de tarifa.

La sustitución de los combustibles fósiles por la incorporación de las energías renovables al mix energético se han traducido en importantes **beneficios económicos al mercado**, desde el periodo comprendido entre 2005 a 2022 el **abaratamiento** en el mercado diario según OMIE ha sido de **90.633 millones de euros, cifra superior a la retribución percibida (80.510 millones)**.



7 Las renovables y el sistema eléctrico español

Las renovables y el sistema eléctrico español

España cuenta con un sistema eléctrico robusto que, a finales de 2022, tiene una potencia instalada total de 119.091 MW[1]. Si se analiza este parque de generación por tecnologías, se observa que la energía eólica es la tecnología con más potencia instalada, 27.494 MW y que, en su conjunto, la capacidad instalada de energías renovables es de 70.451 MW, el 59% del total.

Las renovables del antiguo régimen especial, es decir, todas las tecnologías renovables menos la gran hidráulica, alcanzaron una potencia de 53.783 MW. Esta potencia representa el 45% de toda la potencia del sistema eléctrico. Desde 2019, la potencia renovable supera a la no renovable, aunque en lo que se refiere a la producción, ese nivel todavía no se ha alcanzado: en 2022 las tecnologías renovables generaron 116,6 TWh, el 42% de la electricidad en España.

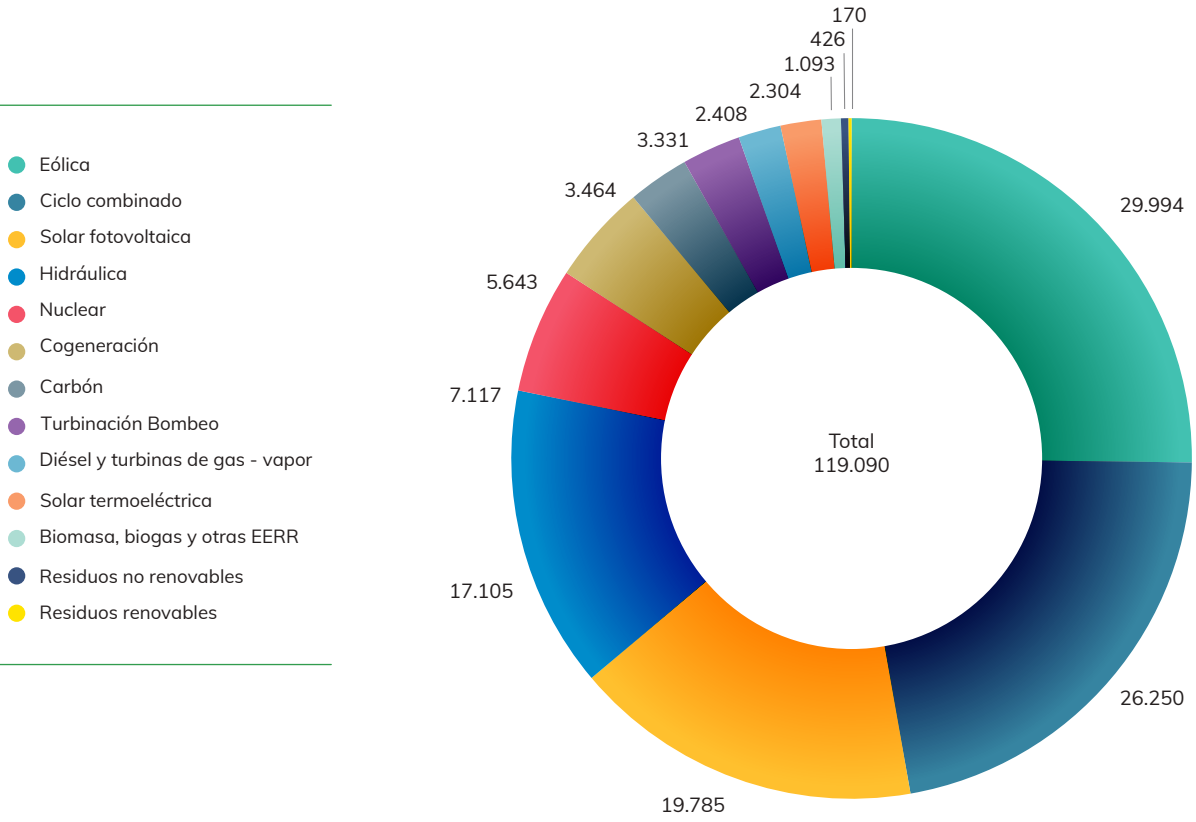
Los costes del sistema se redujeron en 2022 hasta los 14.119 millones de euros, siendo 11.695 millones de euros los costes de las actividades reguladas (83%) y 2.424 millones de euros (17%) los costes correspondientes a las actividades liberalizadas. Dentro de las actividades reguladas, se incluye el coste de la retribución de la generación a partir de fuentes renovables que, en el año analizado, disminuyó un 38% hasta los 3.355 millones de euros.

1. **Fuente: Red Eléctrica de España.**

Gráfico 7.1

Perfil de potencia generación de electricidad en España en 2022

Fuente: Red Eléctrica de España



Evolución de la potencia instalada y la demanda de electricidad

Tras la importante incorporación de potencia renovable de los últimos años, el **sistema eléctrico español** contaba, a finales de **2022**, con una potencia instalada total de **119.090 MW**. La mayor parte de la potencia por tecnología le corresponde a la generación **eólica**, con 29.994 MW (25% de la potencia total del sistema). A continuación, se sitúa la generación de ciclos combinados de gas natural con 26.250 MW (22% de la capacidad), seguida de la solar fotovoltaica con 19.785 MW (17%) y la hidráulica con 17.094 MW (14%).

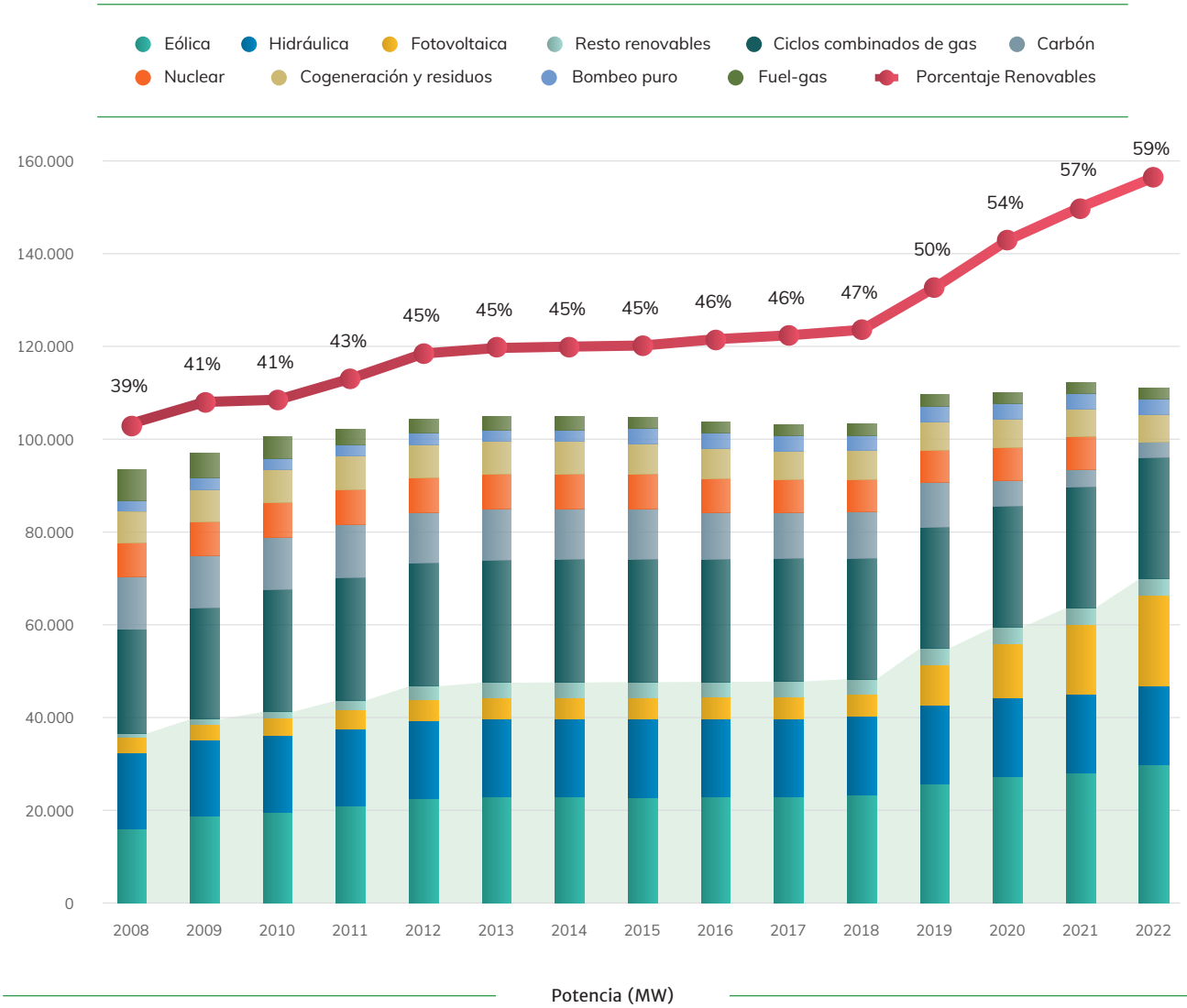
En su conjunto la **capacidad instalada de energías renovables es de 70.451 MW**, el 59% del total de la potencia: 53.783 MW si sólo se consideran las renovables del antiguo régimen especial (45%).

La tecnología convencional que más se ha incrementado desde el año 2001 han sido los **ciclos combinados de gas natural**. En ese momento los ciclos combinados no contaban con ningún megavatio instalado, llegando en una década a convertirse en la tecnología con mayor capacidad instalada en nuestro país. A pesar de esto, en los últimos años **esta tendencia ha llegado a detenerse**

Gráfico 7.2

Evolución de la potencia generación de electricidad en España 2008-2022

Fuente: Red Eléctrica de España



Potencia (MW)

por completo e incluso se ha desinstalado parte de la potencia que, en un primer momento, creció de manera exponencial. Gran parte de la potencia instalada de esta tecnología ha tenido épocas en las que ha permanecido **ociosa**, con muy **pocas horas anuales de funcionamiento**.

Por su parte, las energías renovables han tenido un gran desarrollo en los que va de siglo. En efecto, **la energía eólica y la solar fotovoltaica son la primera y la tercera tecnología** en cuanto a **potencia instalada** con **29.994 MW y 19.785 MW** respectivamente.

En el año 2022, la **energía eléctrica generada** a partir de fuentes **renovables** fue de **116,6 TWh** de generación lo que supuso un 42,2% de total de la energía en España. Esta producción fue inferior a la del año 2021 debido a la baja hidraulicidad (gráfico 7.3).

Las ambiciosas **metas** marcadas en materia de **energía y clima** solo podrán ser alcanzadas si se aumenta el porcentaje de renovables en usos térmicos y transporte y, a corto plazo, si se **fomenta la electrificación de nuestra economía, basada siem-**

Gráfico 7.3

Evolución de la generación de electricidad en España por características 2016-2022

Fuente: Red Eléctrica de España

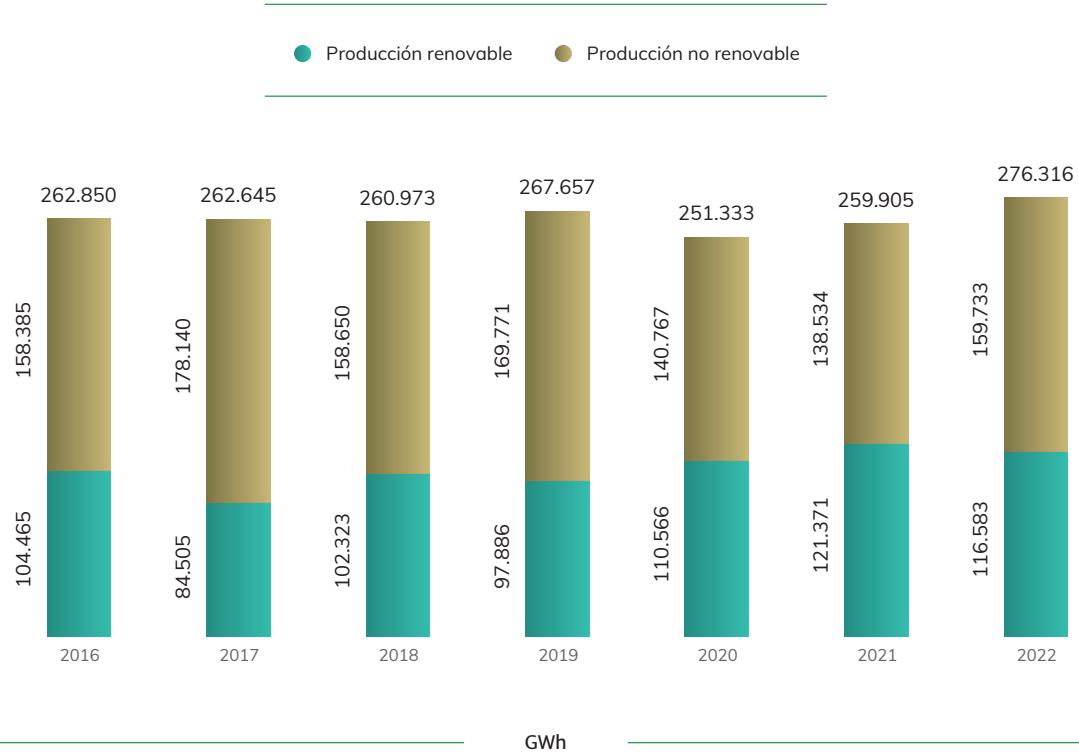
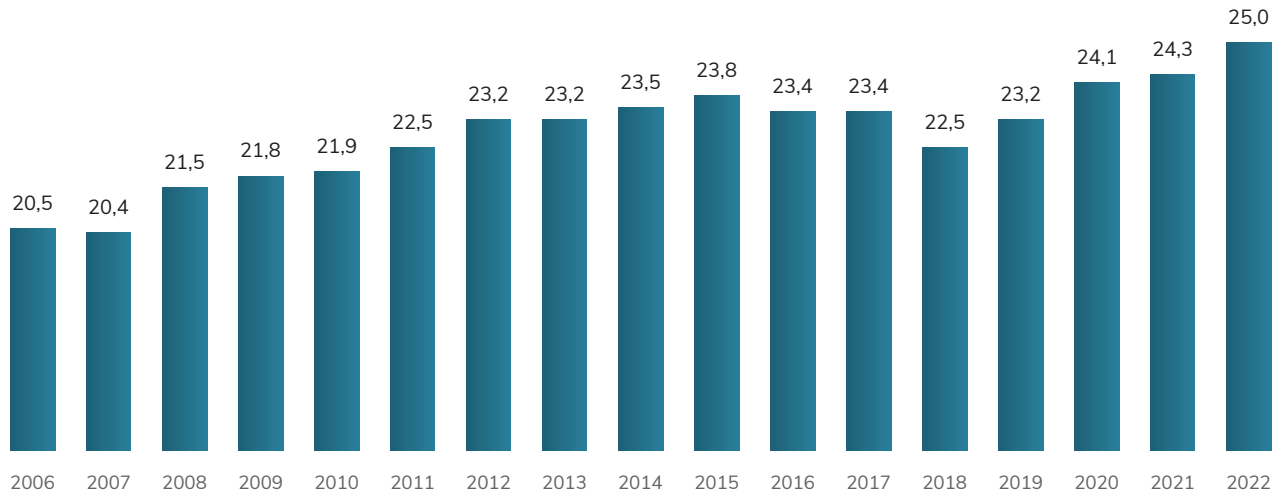


Gráfico 7.4

Participación electricidad en el consumo de energía final 2006-2022

Fuente: cálculo realizado por APPA Renovables y Deloitte a partir de la información del MITERD



Porcentaje %

pre en energías renovables. La electrificación de la economía consistirá en la gradual **sustitución de los combustibles fósiles** por electricidad, tanto en usos térmicos para climatización, los usos industriales y su uso en el transporte.

En los últimos años el **consumo de electricidad se había estancado**, tras unos años 2007-2015 de crecimiento. En 2022, **la electricidad ha alcanzado el 25% del consumo de energía final,** debido a la cada vez mayor de desarrollo de procesos electro intensivos y del vehículo eléctrico (gráfico 7.4).

Los costes del Sistema Eléctrico

Es bien conocido que hay **dos grandes partidas** en los **costes** del **sistema eléctrico**. La **primera** se refiere a los costes de las **actividades reguladas** ("costes regulados"), que incluye, **entre otros** muchos, la **retribución** de las energías **renovables**. La **segunda** corresponde a los equívocamente llamados "**costes liberalizados** de la energía", que contempla los costes del mercado eléctrico (conocido como *pool*), que presentan una volatilidad muy alta fren-

te al precio de los combustibles fósiles. Los costes liberalizados de la energía **también incluyen otros costes regulados** por el Gobierno, como los **pagos por capacidad o** la **interrumpibilidad**. Sin embargo, estos costes **se integran de forma artificial en** los denominados "**costes liberalizados**".

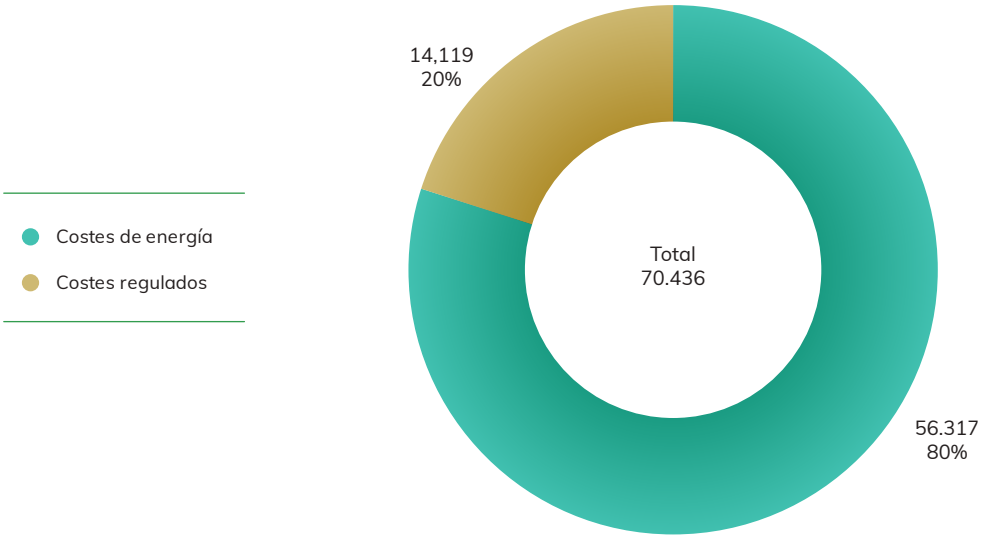
Todos estos costes, tanto **regulados** como **liberalizados**, **se trasladan** a las **facturas** de los **consumidores eléctricos** y posteriormente se incrementan con diversos conceptos como el margen de comercialización, el impuesto a la electricidad y con el IVA correspondiente.

En el presente apartado, se recogen **los costes del sistema eléctrico nacional en 2022 y la evolución de los principales componentes** durante los últimos años, de acuerdo con la información que ha sido publicada hasta la fecha por la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, Red Eléctrica de España y OMIE-Operador del Mercado Eléctrico.

Gráfico 7.5

Estructura de los costes de suministro de electricidad en 2022

Fuente: CNMC, REE y OMIE



Millones de € corrientes - Porcentaje

Los costes del sistema se redujeron en 2022 un 8,6% hasta los 14.119 millones de euros, siendo 11.695 millones de euros los costes afectados por el coeficiente de cobertura (83%) y 2.424 millones de euros (17%) los costes no afectados por dicho coeficiente.

Por su parte el coste de la energía se incrementó de forma importante debió a la crisis energética. En 2022 estos costes fueron de 56.316 millones de euros (gráfico 7.5).

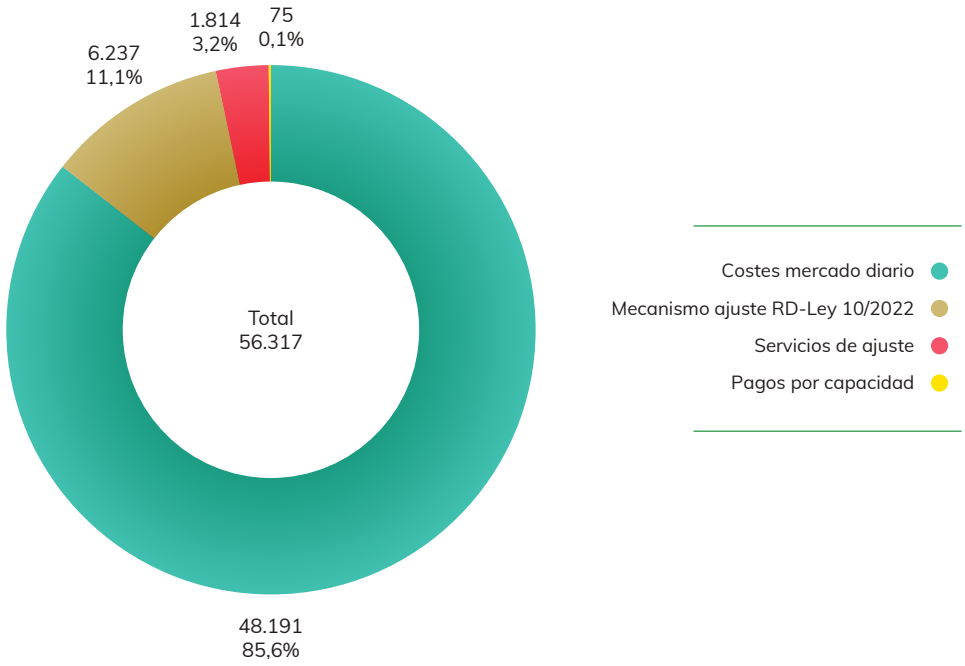
El fuerte incremento experimentado en el mercado eléctrico fue debido al importante aumento del precio de la electricidad en el pool, paso de un precio medio de 111,93 €/MWh en 2021 a 167,52 €/MWh en 2022.

En 2022, los costes de la energía en el mercado supusieron el 86% del total, los servicios de ajuste el 3%, los pagos por capacidad el 0,1% y el 11% correspondieron a los costes del mecanismo de ajuste del Real Decreto-ley 10/2022.

Gráfico 7.6

Estructura de los costes de energía en el sistema eléctrico en 2022

Fuente: Cálculo de APPA Renovables y Deloitte a partir de la información publicada por Red Eléctrica de España y OMIE

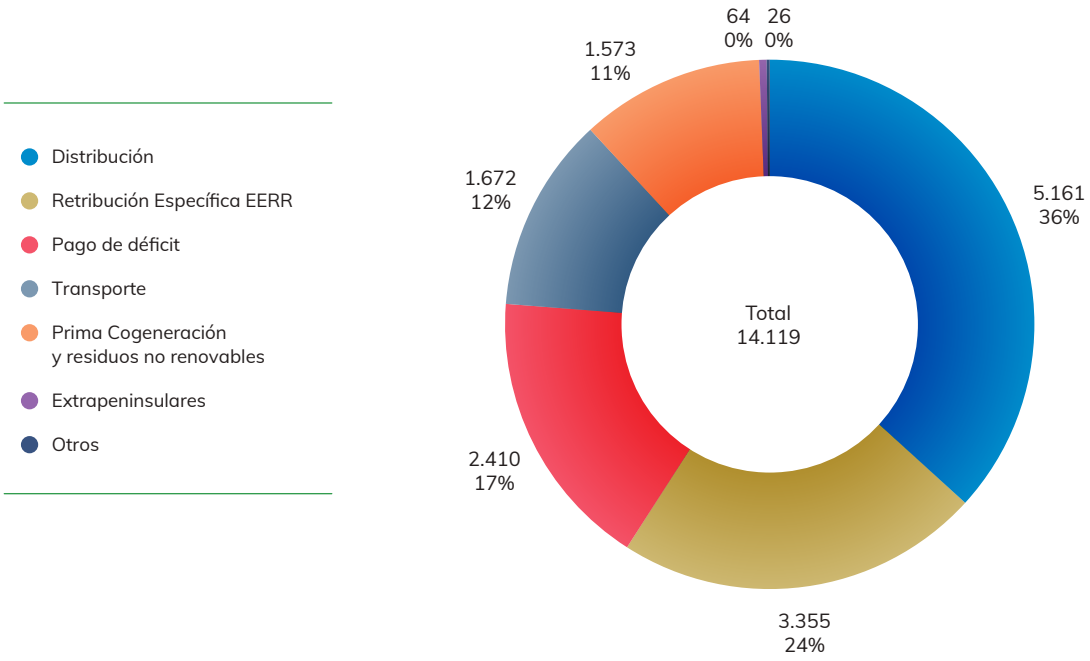


Millones de € corrientes - Porcentaje

Gráfico 7.7

Estructura de los costes totales del sistema eléctrico en 2022

Fuente: Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia



Millones de € corrientes – Porcentaje

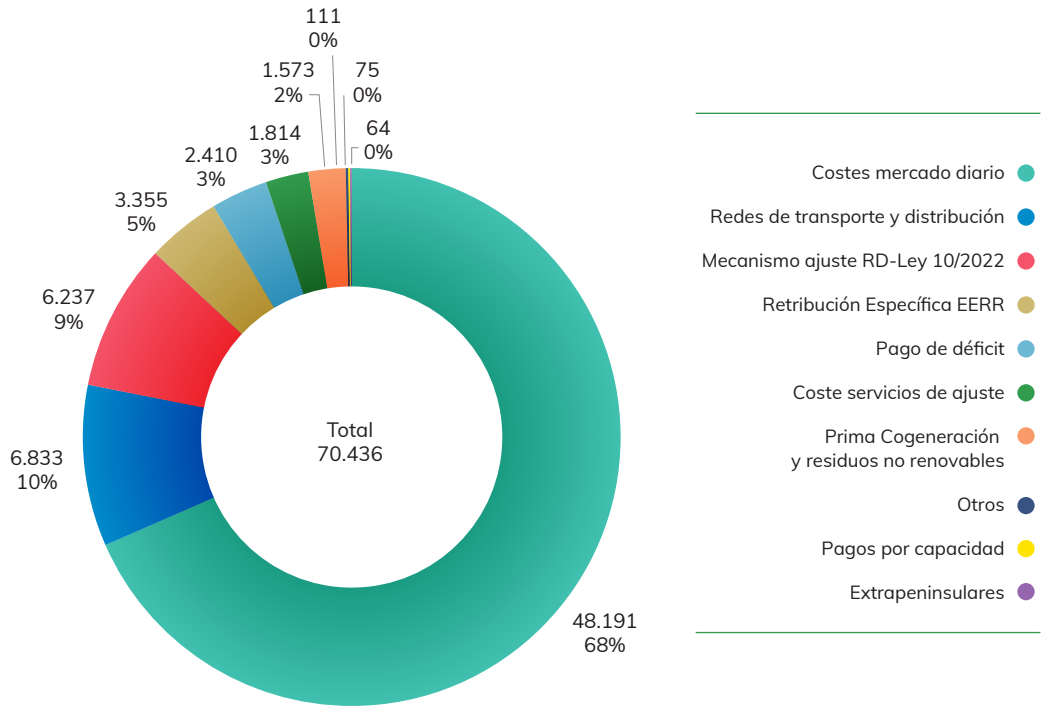
Por otro lado, el coste de las actividades reguladas está compuesto por el incentivo a las energías renovables, cogeneración y residuos no renovables que en 2022 ascendieron a 4.701 millones (3.355 millones de euros de retribución de las renovables y 1.573 millones de euros de prima para la cogeneración y los residuos no renovables), los costes de la actividad de distribución, con un valor de 5.161 millones de euros, los de transporte por 1.672 millones de euros, la retribución a los sistemas no peninsulares por 64 millones de euros, al sistema de interrumpibilidad por valor de 9,5 millones de euros y a los pagos por capacidad que alcanzaron los 86 millones de euros (gráfico 7.7).

Analizando el conjunto de costes del sistema eléctrico en España, **el coste del mercado eléctrico representa el mayor porcentaje con el 68%, segui-**

Gráfico 7.8

Estructura de los costes totales del sistema eléctrico en 2022

Fuente: APPA Renovables y Deloitte a partir de la información publicada por la CNMC



Millones de € corrientes - Porcentaje

do por los costes de transporte y distribución con un 10%, los costes del Mecanismo ajuste RD-L 10/2022 **con un 9% y del coste de la retribución de la generación renovable con un 5%** (gráfico 7.8).

Es cierto que la **retribución específica** de las energías **renovables** ha supuesto un **coste** para el sistema de **3.355 millones** de euros, pero también es necesario contemplar que estas energías producen un efecto de **abaratamiento** en el mercado diario, que en 2022 ha supuesto un ahorro de **10.144 millones** de euros. Como ha ocurrido desde el año 2017, el **coste de la retribución** regulada de las energías renovables ha sido **superior** al efecto de **abaratamiento** de las renovables en el pool. En el año 2022, los **ahorros de las renovables** en el sistema eléctrico **superaron en 6.789 millones a la retribución** específica recibida.

8 Los objetivos de las energías renovables

La consecución de los objetivos de política energética

El Parlamento Europeo y el Consejo alcanzaron un acuerdo en marzo de 2023 para adaptar la Directiva Europea de Energías Renovables a los objetivos de los planes "Fit for 55" y del plan REPowerEU.

Como consecuencia de este acuerdo todos los países de la Unión tendrán el objetivo vinculante y obligatorio de alcanzar una penetración de energías renovables de un 42,5%, debiendo esforzarse por conseguir el 45%. El 12 de septiembre de 2023 el Parlamento Europeo confirmó este objetivo.

Por otra parte, la última versión del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030 incluye un objetivo para 2030 del 48% de renovables sobre el uso final de la energía. De todas formas, esta concentración en el tiempo de tanta potencia renovable, después de años de escasa implantación debido a la moratoria del año 2013, no es una buena noticia ya que estos desarrollos deberían haber sido fruto de una planificación a medio y largo plazo que permitiera el desarrollo industrial y de empleo asociado al sector mantenido durante varios años.

De cara al futuro lo deseable es que ese desarrollo sea ordenado y manteniendo una actividad mínima que garantice la continuidad de la industria y tejido empresarial.

En la actualidad el nivel de penetración de las energías renovables en España representa el 26,7% de la demanda final de energía. Esto supone una diferencia de 15,8% con respecto del objetivo de la Unión Europea y 21,3% con el propuesto en el borrador del PNIEC.

De mantenerse la tendencia actual de crecimiento, la penetración en 2030 sería de 35,1% quedando muy por debajo de los objetivos de política energética de la Unión Europea y España para ese año, inferiores en 7,4% y 12,9% respectivamente (gráfico 8.1).

Por otra parte, el borrador de la actualización del PNIEC establece el 81% como objetivo para la generación eléctrica con renovables para 2030. En la actualidad, el porcentaje que supone la generación renovable con respecto a la producción total es del 42,2%, un 38,8% inferior al objetivo de 2030. De acuerdo con la tendencia actual este indicador alcanzaría el 57,1% en 2030, un 23,9% inferior al objetivo planteado (gráfico 8.2).

Gráfico 8.1

Comparativa entre la evolución de la penetración de las energías renovables en España y los objetivos de política energética

Fuente: cálculo realizado por APPA Renovables y Deloitte a partir de la información del MITERD

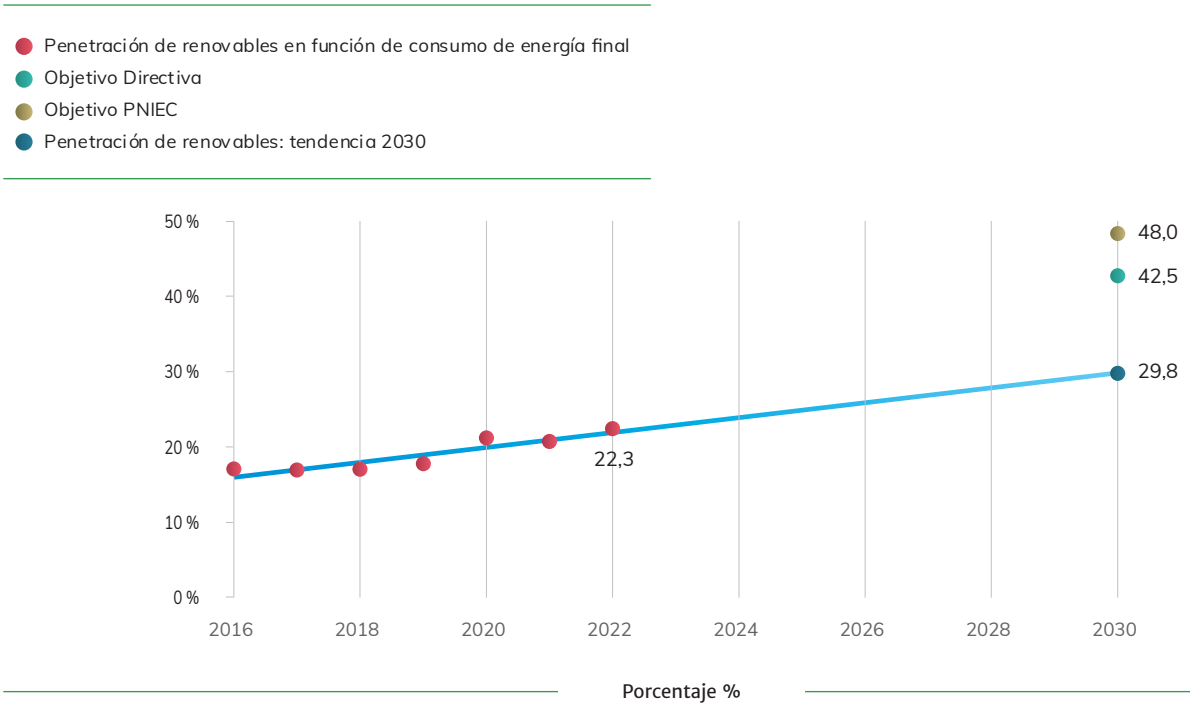
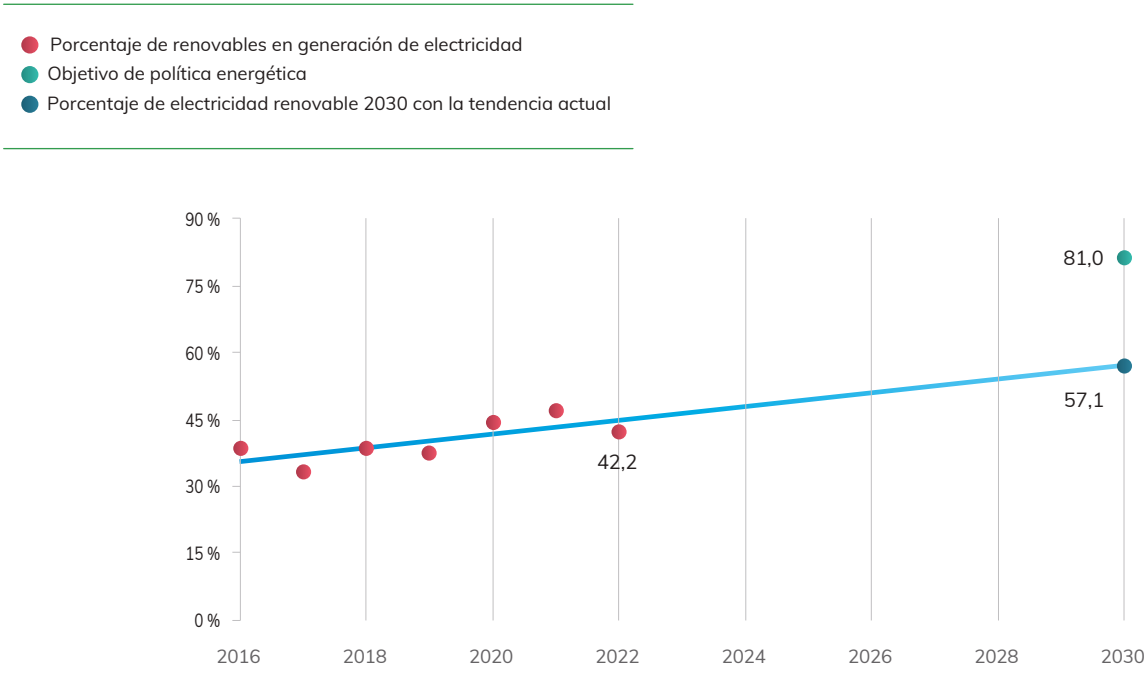


Gráfico 8.2

Comparativa entre la evolución de la penetración de las energías renovables para la generación de electricidad en España y los objetivos de política energética

Fuente: cálculo realizado por APPA Renovables y Deloitte a partir de la información de Red Eléctrica de España



2022

Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España

Este estudio ha sido preparado para APPA Renovables - Asociación de Empresas de Energías Renovables de acuerdo con los términos y condiciones establecidos en la Carta Propuesta de junio de 2023, por lo que Deloitte Consulting, S.L.U. no acepta responsabilidad, deber, ni obligación hacia ninguna otra persona física o jurídica que pueda tener acceso al mismo.

El trabajo de Deloitte Consulting, S.L.U. ha consistido exclusivamente en la realización de los procedimientos que se indican en nuestra Carta Propuesta de junio de 2023. Por tanto, la información contenida en el informe no pretende en modo alguno constituir ninguna base sobre la que un tercero pueda tomar decisiones, ni supone ningún consejo o recomendación positiva o negativa por parte de Deloitte Consulting, S.L.U.

Deloitte hace referencia a Deloitte Touche Tohmatsu Limited («DTTL») y a su red global de firmas miembro y sus entidades vinculadas, ya sea a una o a varias de ellas. DTTL (también denominada «Deloitte Global») y cada una de sus firmas miembro son entidades jurídicamente separadas e independientes. DTTL no presta servicios a clientes. Para obtener más información, consulte la página www.deloitte.com/about.

Deloitte presta servicios de auditoría, consultoría, legal, asesoramiento financiero, gestión del riesgo, tributación y otros servicios relacionados, a clientes públicos y privados en un amplio número de sectores. Con una red de firmas miembro interconectadas a escala global que se extiende por más de 160 países y territorios, Deloitte aporta las mejores capacidades y un servicio de máxima calidad a sus clientes, ofreciéndoles la ayuda que necesitan para abordar los complejos desafíos a los que se enfrentan. Los más de 412.000 profesionales de Deloitte han asumido el compromiso de crear un verdadero impacto.

Esta publicación contiene exclusivamente información de carácter general, y ni Deloitte Touche Tohmatsu Limited, ni sus firmas miembro o entidades asociadas (conjuntamente, la "Red Deloitte"), pretenden, por medio de esta publicación, prestar un servicio o asesoramiento profesional. Antes de tomar cualquier decisión o adoptar cualquier medida que pueda afectar a su situación financiera o a su negocio, debe consultar con un asesor profesional cualificado. Ninguna entidad de la Red Deloitte será responsable de las pérdidas sufridas por cualquier persona que actúe basándose en esta publicación.

Por último, debe indicarse que el capítulo de este informe "Impacto económico en el mercado mayorista de la electricidad" no ha sido elaborado por Deloitte, sino por APPA- Asociación de Empresas de Energías Renovables.

© 2023 Deloitte Consulting, S.L.U.

Asociación de Empresas de Energías Renovables
APPA Renovables

APPA Madrid
C/ Doctor Castelo 10, 3ºC
28009 Madrid
Tel. +34 914 009 691

appa@appa.es
www.appa.es

appa-renovables

@APPA_Renovables

@appa_renovables

APPA Renovables

Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España 2022

Edición:
Asociación de Empresas de Energías Renovables APPA

Diseño y maqueta:
Víctor González Parra - Vituco Gráfico S.L.

Fotografías:
Adobe Stock y socios de APPA Renovables