

Global Electricity Review 2023

Las energías eólica y solar alcanzaron una cifra récord en 2022 y se espera que impulsen la caída de emisiones tan pronto como para el 2023.

A decorative graphic consisting of a network of green lines and dots, forming a complex, interconnected pattern that resembles a power grid or a data network. It is positioned in the lower right and bottom center of the page.

Abril de 2023



Acerca de

La cuarta edición anual de Global Electricity Review de Ember tiene como fin brindar la visión general más transparente y actualizada de los cambios en la generación de electricidad a nivel mundial en 2022 y un resumen realista sobre cómo “ha avanzado” la transición eléctrica a la hora de limitar el calentamiento global a 1,5 °C.

En el informe se analizan los datos sobre la electricidad de 78 países que representan el 93 % de la demanda de electricidad a nivel mundial, y se incluyen los cambios estimados en la generación restante. Además, se realiza un análisis profundo de los diez principales países y regiones emisores de CO₂, que representan más del 80 % de las emisiones de CO₂ a nivel mundial.

Todos los datos son de libre acceso para que otros puedan hacer sus propios análisis y acelerar el cambio a la electricidad limpia.

Autora principal

Małgorzata Wiatros-Motyka

Otros autores y colaboradores

Dave Jones, Hannah Broadbent, Nicolas Fulghum, Chelsea Bruce-Lockhart, Reynaldo Dizon, Phil MacDonald, Charles Moore, Alison Candlin, Uni Lee, Libby Copsey, Sam Hawkins, Matt Ewen, Bryony Worthington, Harry Benham, Michele Trueman, Muyi Yang, Aditya Lolla, Achmed Shahram Edianto, Paweł Czyżak, Sarah Brown, Chris Rosslowe, Richard Black

Revisión de pares en el Consejo Consultivo

Marion Bachelet (plataforma Pooled Fund on International Energy, [PIE]), Kingsmill Bond (instituto Rocky Mountain Institute, [RMI]), Krzysztof Bolesta (Comisión Europea), Toby Lockwood (organización Clean Air Task Force), Lauri Myllyvirta (centro de investigación Centre for Research on Energy and Clean Air), Oliver Then (vgbe energy e.V.), Scott Smouse (Enerconnex Global, LLC).

Imagen de portada

Un barco de pesca pasa por turbinas de viento girando para generar electricidad en un parque eólico marino en Nantong, en el este de la provincia china de Jiangsu.

Crédito: [Imagechina Limited](#) / Foto de archivo de Alamy

Descargo de responsabilidad

La información contenida en el presente reporte está completa y es correcta según nuestro leal saber y entender, pero si usted detectara algún error, envíenos un correo electrónico al info@ember-climate.org.

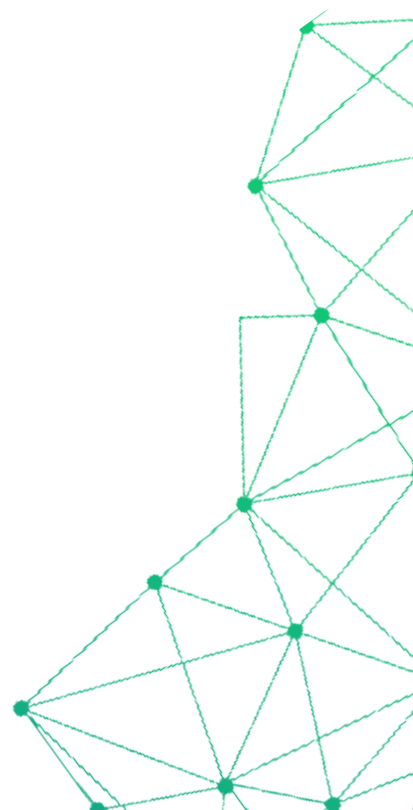
Creative Commons

Este informe se publica bajo licencia Creative Commons ShareAlike Attribution Licence (CC BY-SA 4.0). Fomentamos activamente que usted comparta y adapte el informe, pero deberá indicar el nombre de los autores y el título, así como también compartir todo el material que cree bajo la misma licencia.

Derechos de autor © Ember, 2023

Contenido

6	Prólogo
9	Resumen ejecutivo
13	Camino hacia los 1,5 °C
18	Transición eléctrica en 2022
25	Panorama general
25	Las energías eólica y solar se perfilan como las superpotencias mundiales del futuro
35	Las fuentes de electricidad limpia más grandes a nivel mundial no rinden lo suficiente
43	Cerca de un punto crítico donde las fuentes de energía limpia cubren todo el crecimiento de la demanda
48	Una era nueva de disminución en las emisiones del sector eléctrico
57	Tendencias en electricidad a nivel mundial
58	Generación
63	Demanda
68	Emisiones
73	Tendencias en fuentes de electricidad
74	Energía solar
79	Energía eólica
84	Energía hidroeléctrica
89	Energía de carbón
94	Bioenergía
99	Gas
104	Nuclear
109	Análisis exhaustivos de países y regiones
110	China
115	Estados Unidos



Contenido

120	India
125	Unión Europea
130	Japón
135	Rusia
140	Corea del Sur
145	Arabia Saudita
150	Indonesia
155	Irán
160	Conclusión
162	Materiales de apoyo
162	Metodología
162	Reconocimientos

Información destacada

+19 %


Cambio en la generación de energías eólica y solar a nivel mundial

+1,1 %

Cambio en la generación con carbón a nivel mundial

-0,2 %

Cambio en la generación con gas a nivel mundial

A decorative graphic at the bottom of the page consisting of a network of green and blue lines connecting various points, resembling a molecular or network structure.

Prólogo

Una era nueva de la electricidad limpia: no hay más excusas.

El **Ministro de Energía de Chile**, Diego Pardow, y los **miembros no ejecutivos de Ember**, la baronesa Bryony Worthington y Harry Benham, reflexionan sobre los hallazgos en el informe Global Electricity Review y el camino por delante a medida que el mundo realiza la transición a la electricidad limpia.

“Es crucial realizar un seguimiento del progreso en la manera en que generamos la electricidad, ya que no solo es una enorme fuente de gases de efecto invernadero sino que también se necesita para ayudar a lograr un sistema eléctrico más limpio y eficiente en general”.

Baronesa Bryony Worthington

Miembro no ejecutivo de Ember



“Aún tenemos un largo camino por recorrer, con varios desafíos por delante y con un objetivo claro: debemos actuar rápido, poniendo siempre a las personas en el centro. No hay más excusas”.

Diego Pardow

Ministro de Energía de Chile, Diego Pardow



Avances significativos

Prólogo de los miembros no ejecutivos de Ember

Nos complace presentar, ya en su cuarto año, el informe Global Electricity Review 2023, en el que destacamos nuevamente el auge continuo de la generación de electricidad limpia a nivel mundial.

Este informe resalta los avances significativos que se realizaron en la transición hacia un sistema eléctrico sostenible y descarbonizado y la prometedora perspectiva para alcanzar el hito crítico del pico de emisiones por parte del sector eléctrico, quizás el próximo año. Sobre la base de un promedio de 10 años, las energías eólica y solar crecen a un ritmo de entre 15 % y 20 % por año; por lo que parece que superarán los aumentos de la demanda de electricidad anual para fines de 2023.

El mundo tiene suministros abundantes de viento y sol, y en este informe se documenta cómo esta abundancia se ha convertido en un suministro de electricidad en la práctica a través de la innovación técnica y la ejecución de políticas. Esto, a menudo, sucede a un costo menor que con los combustibles fósiles y más rápido que con otras fuentes de electricidad limpia.

Otras tecnologías limpias de combustibles no fósiles también cumplen su papel: la energía nuclear podría entrar en un resurgimiento en algunos países, pero también ha habido complicaciones, ya que las condiciones climáticas atípicas afectaron centrales hidroeléctricas y nucleares.

Es crucial realizar un seguimiento del progreso en la manera en que generamos la electricidad, ya que no solo es una enorme fuente de gases de efecto invernadero sino que también se necesita para ayudar a lograr un sistema eléctrico más limpio y eficiente en general. A medida que los sectores del transporte y la calefacción se electrifiquen cada vez más, la demanda aumentará, proporcionando un argumento de inversión más sólido a favor de una nueva capacidad de electricidad limpia. Sin embargo, los combustibles fósiles aún constituyen la base del sistema eléctrico en muchas economías grandes, y debemos entender y replicar los factores de éxito subyacentes para lograr una descarbonización rápida.

Ember ha asumido el compromiso de usar el análisis de datos para narrar la transición hacia las energías limpias y proporcionar información que pueda aumentar el ritmo del cambio. Esperamos que este informe y los datos públicos subyacentes sean útiles y les agradeceríamos que nos envíen sus comentarios para poder seguir mejorando la publicación.

No hay más excusas

Prólogo del Ministro de Energía de Chile, Diego Pardow

En septiembre del año pasado, y cuando llevaba dos semanas como ministro de Energía de Chile, me tocó viajar a la región de Los Lagos, al sur del país. En una de las actividades de mi agenda, pude conocer a Rodrigo Castillo, dueño de una empresa de venta de insumos médicos que, gracias a un programa del ministerio, pudo comprar un automóvil eléctrico para sus repartos.

En 2019, Rodrigo enfrentó, como la gran mayoría de los chilenos y chilenas, un alza importante en el precio de los combustibles fósiles. A eso se sumó un aumento de la inflación, que provocó un encarecimiento general del costo de vida de las personas.

Hoy, gracias a la electrificación de su transporte, Rodrigo ha logrado disminuir en un tercio sus gastos y eso ha generado que su empresa sea más competitiva en su región. Él es un ejemplo concreto de cómo la transición, en este caso a través de la electromovilidad, puede servir no solo para tener ciudades más limpias y mejores empleos, sino también para incidir en mejoras concretas para las y los ciudadanos. De eso se trata una economía verde.

Chile ha conseguido importantes logros en materia de transición en los últimos años. Los más recientes han situado a Chile como el mejor país emergente para invertir en energías renovables, sumado a la alta penetración de energías limpias en nuestro sistema, donde destaca el hito del año pasado en que, por primera vez, la energía solar y eólica superaron al carbón en generación.

En ese sentido, el 2023 parece prometedor a nivel mundial, en especial gracias a la predicción de este informe, donde se indica que las emisiones del sector eléctrico podrían empezar a descender a partir de este año. Pero aún tenemos un largo camino por recorrer, con varios desafíos por delante y con un objetivo claro: debemos actuar rápido, poniendo siempre a las personas en el centro. No hay más excusas.

Resumen ejecutivo

Las energías eólica y solar alcanzan una cifra récord del 12 % de la electricidad mundial en 2022

Ya en 2023, las energías eólica y solar podrían empujar al mundo hacia una era nueva de reducción en la generación con combustibles fósiles y, por ende, de las emisiones del sector eléctrico.

El sector eléctrico a nivel mundial es el primer sector que debe descarbonizarse, paralelamente al aumento de la demanda de electricidad, ya que la electrificación permite reducir las emisiones en toda la economía. El escenario de [cero emisiones netas de la IEA](#) apunta a un sector eléctrico con cero emisiones netas para 2040, diez años antes de una economía con cero emisiones netas para 2050. Por lo tanto, es esencial realizar un seguimiento de la transición eléctrica para evaluar nuestro progreso en cuestiones climáticas.

La descarbonización del sector eléctrico está en marcha, ya que el crecimiento récord de las energías eólica y solar condujo la intensidad de las emisiones de la electricidad a nivel mundial al punto más bajo en la historia en 2022. Será un momento extraordinario cuando las emisiones del sector eléctrico empiecen a descender cada año, pero el mundo aún no ha llegado a eso y las emisiones deben disminuir con rapidez.

01

La electricidad alcanza su punto más limpio mientras las energías eólica y solar generan el 12 % de la energía a nivel mundial

En 2022 la intensidad del carbono en la generación de electricidad a nivel mundial cayó a un mínimo histórico de 436 gCO₂/kWh, la electricidad más limpia de la historia. Esto se debió a un crecimiento

récord en las energías eólica y solar, que alcanzó un porcentaje del 12 % en la matriz eléctrica a nivel mundial, en comparación con el 10 % en 2021. En conjunto, todas las fuentes de electricidad limpia (renovables y nucleares) generaron el 39 % de la electricidad a nivel mundial, un nuevo máximo histórico. La generación de energía solar aumentó un 24 %, lo que la convirtió en la fuente de electricidad de más rápido crecimiento durante 18 años seguidos. Por otro lado, la generación de energía eólica subió un 17 %. El aumento en la generación de energía solar a nivel mundial en 2022 podría haber cubierto la demanda de electricidad anual de Sudáfrica, y el incremento en la generación de energía eólica podría haber abastecido a casi todo el Reino Unido. Más de sesenta países ahora generan más del 10 % de la electricidad a partir de las energías eólica y solar. Sin embargo, otras fuentes de electricidad limpia disminuyeron por primera vez desde 2011 debido a una caída de la producción nuclear y a la puesta en marcha de menos plantas nucleares e hidroeléctricas nuevas.

02

Aumento limitado del carbón y estancamiento del gas

En 2022 las emisiones del sector eléctrico aumentaron (+1,3 %) y alcanzaron un máximo histórico. La electricidad es más limpia que nunca, pero la estamos usando mucho más. La generación con carbón subió un 1,1 % en consonancia con el crecimiento promedio en la última década. Es posible que la “reducción en la electricidad a partir del carbón” que se acordó en la Conferencia de las Partes (COP26) en 2021 no haya empezado en 2022, pero la crisis energética tampoco provocó un aumento importante de la quema de carbón como muchos temían. La generación de electricidad con gas disminuyó ligeramente (-0,2 %) en 2022, por segunda vez en tres años, como consecuencia de los elevados precios del gas en todo el mundo. El cambio de gas a carbón estuvo limitado en 2022, debido a que el gas ya era bastante más costoso que el carbón en 2021. En 2022 solo se construyeron plantas nuevas de gas con una capacidad de 31 GW, la cantidad más baja en 18 años. Sin embargo, en 2022 se vio la cantidad más baja de cierres de plantas de carbón en siete años, ya que los países buscaron mantener una capacidad de reserva, incluso cuando la transición se acelera.

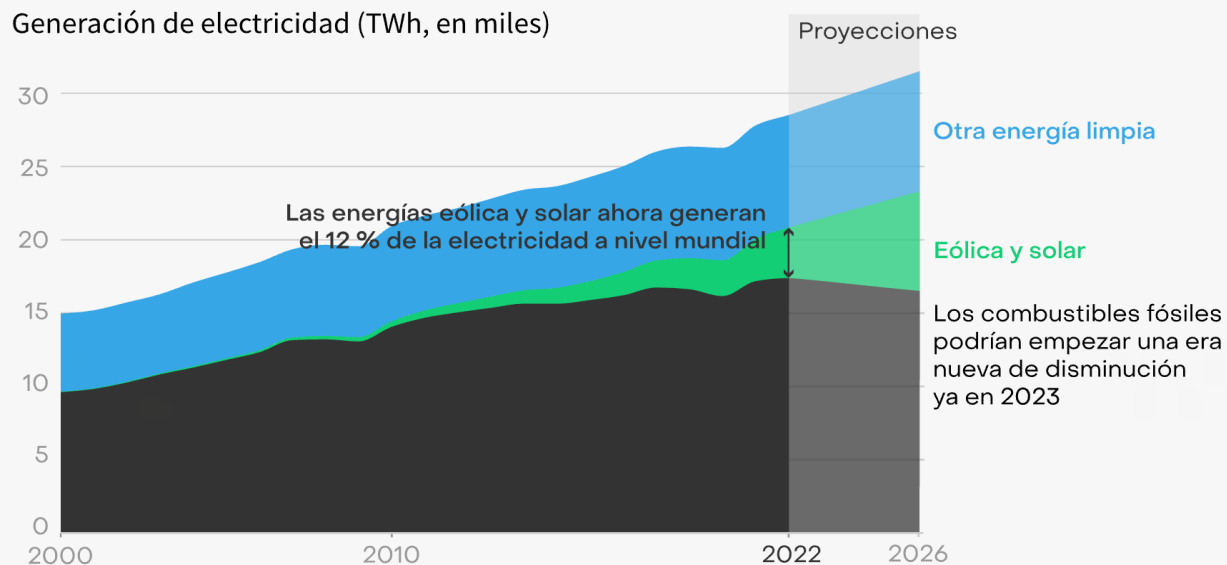
03

Puede haber “picos” de emisiones del sector eléctrico en 2022

Las energías eólica y solar desaceleran el aumento de las emisiones del sector eléctrico. Si, en cambio, toda la electricidad proveniente de las energías eólica y solar viniera de la generación con combustibles fósiles, las emisiones del sector eléctrico hubieran sido un 20 % más altas en 2022. Solo el crecimiento de la generación con energías eólica y solar (+557 TWh) cubrió el 80 % del crecimiento de la demanda de electricidad a nivel mundial en 2022 (+694 TWh). Es probable que el crecimiento de la electricidad limpia supere el crecimiento de la demanda de electricidad en 2023: sería el primer año en que sucediera fuera de una recesión. Con un crecimiento promedio en la demanda de electricidad y electricidad limpia, estimamos que en 2023 veremos una pequeña caída en la generación de combustibles fósiles (-47 TWh, -0,3 %) y mayores caídas en los siguientes años a medida que crezcan aún más las energías eólica y solar. Eso significaría que, en 2022, se alcanzó el “pico” de las emisiones. Se acerca una era nueva de caídas en las emisiones del sector eléctrico.

Las energías eólica y solar alcanzaron el 12 % de la electricidad a nivel mundial y una era de disminución de combustibles fósiles está a punto de empezar

Generación de electricidad (TWh, en miles)



Fuente: Datos anuales sobre electricidad, Ember · Los datos para el periodo 2023-2026 se basan en las proyecciones de Ember; consulte el informe completo para obtener más detalles (Global Electricity Review 2023).

El 2022 será recordado como un punto de inflexión en la transición del mundo hacia la electricidad limpia. La invasión de Rusia a Ucrania hizo que muchos gobiernos reconsideraran sus planes en medio de aumentos en los precios de los combustibles fósiles y preocupaciones por la seguridad al depender de las importaciones de combustibles fósiles. Además, se aceleró la electrificación: más bombas de calor, más vehículos eléctricos y más electrolizadores. Estos reducirán las emisiones de otros sectores y ejercerán más presión para producir electricidad limpia con más rapidez.

Se avecina una era nueva con reducciones en las emisiones del sector eléctrico, gracias a las poderosas energías eólica y solar. Las energías eólica y solar deben mantener tasas de crecimiento altas durante esta década, incluso a medida que maduran. Se necesita un mayor crecimiento de todas las otras fuentes de electricidad limpia, mientras que se debe prestar más atención a la eficiencia para evitar un crecimiento desenfrenado en la demanda de electricidad. Se requiere trabajo urgente para asegurarse de que las energías eólica y solar se puedan integrar en la red: planificar permisos, realizar conexiones de red, lograr flexibilidad de red y realizar el diseño del mercado.

Una disminución en la generación de combustibles fósiles significa que habrá no solo una reducción en la electricidad a partir del carbón, sino que también, por primera vez, será posible una disminución en la electricidad con gas. Sin embargo, no se ha establecido aún con qué rapidez bajarán las emisiones del sector eléctrico.

“En esta década decisiva para el clima, es el principio del fin de la era de los combustibles fósiles. Estamos en el umbral de la era de la electricidad limpia. Habrá una reducción en la electricidad a partir del carbón, y, por primera vez, también se vislumbrará una reducción del gas. El escenario está listo para que las energías eólica y solar logren un ascenso meteórico a la cima del sector eléctrico, remodelando todo el sector. Se aproxima el cambio. Debemos tener esperanza, pero todavía queda mucho trabajo por hacer en esta década de implementación. Todo dependerá de las medidas que tomen ahora los gobiernos, las empresas y los ciudadanos para que el mundo se encamine hacia la electricidad limpia para 2040”.

Malgorzata Wiatros-Motyka

Analista sénior de electricidad, Ember



Cómo lograr la electricidad limpia a nivel mundial para 2040

El sector eléctrico a nivel mundial es el mayor emisor de CO₂ y es el primer sector que debe descarbonizarse para que el mundo alcance las cero emisiones netas, ya que esto ayuda a habilitar la electrificación limpia de otros sectores. Para entender el progreso en los objetivos climáticos, también debemos seguir de cerca la transición eléctrica.

Primer sector en alcanzar las cero emisiones netas

El sector eléctrico debe pasar de ser el mayor sector emisor a ser el [primer sector en alcanzar las cero emisiones netas](#) a nivel mundial en 2040, para que el mundo tenga una posibilidad de lograr cero emisiones netas en toda su economía para 2050.

La generación de electricidad es el mayor contribuyente a las emisiones de CO₂ a nivel mundial, [responsable](#) de más de un tercio del total de las emisiones relacionadas con la electricidad en el mundo en 2021. Hasta 2021, cerca de tres cuartos de las emisiones del sector eléctrico provenían del carbón y, casi un cuarto, del gas. Con soluciones comprobadas ya disponibles para enfrentar este desafío, descarbonizar el sector eléctrico ofrece una de las rutas más rentables para alcanzar reducciones rápidas en las emisiones.

La Agencia Internacional de la Energía (IEA) definió en detalle un camino compatible con el Acuerdo de París para el sector eléctrico a nivel mundial en el escenario de “cero emisiones netas” (NZE) publicado en mayo de 2021 en el informe vanguardista [Cero emisiones netas para 2050](#). Luego, se actualizó en el informe [World Energy Outlook](#) (Prospectivas de la energía en el mundo) en 2022, en donde las NZE son ahora un escenario central. Hacemos referencia a este escenario en todo este informe como un camino realista para situar al sector eléctrico mundial en el camino hacia los 1,5 °C.

Aunque existen muchas posibles maneras en que el sector eléctrico podría reducir las emisiones en consonancia con la trayectoria de los 1,5 °C, el escenario de NZE de la IEA se ha ganado el respeto de los accionistas de la industria, proporciona puntos de referencia detallados y también está en línea con el [escenario del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático \(IPCC\) para la descarbonización del sector eléctrico](#).

En todos los modelos, las energías eólica y solar lideran este cambio al ofrecer una capacidad de electricidad limpia asequible y de suministro rápido. El [IPCC demostró que](#) las energías eólica y solar pueden generar más de un tercio de los recortes en las emisiones que se necesitan en esta década, y la mitad de esas reducciones de emisiones ahorrarían dinero en comparación con el escenario de referencia. En muchos países, las energías eólica y solar también son atractivas

desde lo económico: cuestan menos que los combustibles fósiles y no presentan los posibles riesgos de seguridad energética de depender del mercado mundial de los combustibles fósiles.

Hitos para un sector eléctrico mundial con cero emisiones netas para 2040

El escenario de NZE de la IEA muestra una ruta clara hacia un sector eléctrico mundial con cero emisiones netas para 2040 y en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) para 2035. El camino requiere una expansión masiva de la generación de electricidad limpia, lo que requiere de múltiples tecnologías. En el modelo de la IEA, las energías eólica y solar son pilares fundamentales, ya que proporcionan el 75 % del aumento de la electricidad limpia desde la actualidad hasta 2050. Las interconexiones, las redes, la gestión de la demanda y el almacenamiento desempeñarán un papel esencial junto con este empleo de la electricidad limpia, y todos deberán expandirse para sostener la transición energética.

Para 2030, las energías eólica y solar deberán haber aumentado al 41 % de la generación de electricidad a nivel mundial, en comparación con el 10 % en 2021. La generación con carbón debe reducirse un 54 % y, la generación con gas, un 24 %. Al mismo tiempo, la demanda de electricidad subirá dramáticamente, un promedio de 3,7 % por año de 2021 a 2030, a medida que se acelere la electrificación.

Aunque la forma del camino por seguir está clara en líneas generales, es interesante destacar los ajustes realizados por la IEA [al actualizar el escenario de NZE de 2021 a 2022](#). El escenario continúa siendo el mismo, salvo por una caída pronosticada mucho más grande de la electricidad a partir del gas de 2021 a 2030 (antes del 5 % y ahora del 24 %) y una caída más pequeña en la electricidad a partir del carbón (antes del 71 % y ahora del 54 %). Este cambio probablemente refleja la ralentización de la eliminación progresiva del carbón en 2022, pero también es una nueva posibilidad de que la electricidad a partir del gas comience a disminuir en esta década. De todas maneras, cualquiera de las versiones refleja la necesidad de reducciones rápidas en toda la electricidad a partir de combustibles fósiles.

Para 2040, el sector eléctrico debe tener cero emisiones netas: para lograrlo, la electricidad a partir del carbón sin disminuir debe desaparecer en todo el mundo y el gas sin disminuir solo proporcionará el 0,3 % de la electricidad mundial.

Ampliación del papel de la electricidad en el camino hacia las cero emisiones netas

La inversión en electricidad limpia asegurará el camino más rentable para lograr las cero emisiones netas en el sector eléctrico y, también, en todo el sistema eléctrico.

En el caso de los países en vías de desarrollo, la inversión en fuentes limpias tendrá un papel esencial a la hora de satisfacer la creciente demanda de electricidad, que se expande a medida que la población mundial aumenta y los países suben los estándares de vida. A nivel mundial, [una de cada diez personas](#) aún no tiene acceso a la electricidad, principalmente en África subsahariana y Asia. Abandonar los combustibles fósiles y pasar directamente a la electricidad limpia proporcionará múltiples beneficios a la salud, a la economía y al clima, mientras se aumenta el acceso a electricidad asequible, según lo recomiendan las Naciones Unidas en el Objetivo 7 de Desarrollo Sostenible ([SDG7](#)).

Sin embargo, no es solo en los países en vías de desarrollo en donde la demanda de electricidad se expandirá y la inversión en electricidad limpia deberá mantener el ritmo. La electricidad respalda la descarbonización de otros sectores, ya que la electricidad limpia reemplaza la combustión de los combustibles fósiles en el transporte, la calefacción, la refrigeración y la industria. En 2022, la electricidad representó el 20 % del consumo final de energía a nivel mundial. En 2030, se [estima](#) que representará el 27 %.

El 2022 fue el año en que los [autos eléctricos](#), las [bombas de calor](#) y los [electrolizadores](#) (para producir hidrógeno verde) pasaron al siguiente nivel de crecimiento. Se espera que esta tendencia continúe, pero para conseguir las reducciones de emisiones necesarias, debe ir acompañada de inversiones en electricidad limpia para abastecer a una economía electrificada en expansión.

La electricidad es más limpia cuando las energías eólica y solar alcanzan el 12 %

El año 2022 superó al 2020 como el año más limpio de la historia, ya que la intensidad de las emisiones llegó a un mínimo sin precedentes de 436 gCO₂/kWh. Las energías eólica y solar alcanzaron una cifra récord del 12 % de la generación de electricidad a nivel mundial, pero su producción aún no es lo suficientemente rápida como para cubrir toda la creciente necesidad mundial de electricidad. Como consecuencia, el carbón y los otros combustibles fósiles cubrieron el déficit restante, lo que hizo que las emisiones alcanzaran un nuevo máximo histórico.

Las energías eólica y solar ayudaron a reducir la intensidad de las emisiones de electricidad

El crecimiento sin precedentes en las energías eólica y solar hizo que la electricidad llegara al nivel más limpio de su historia: 436 gCO₂/kWh.

La energía solar registró un récord de 245 TWh de generación en 2022, mientras que la energía eólica sumó un máximo de 312 TWh. Como resultado, el 12 % de la electricidad a nivel mundial provino de las energías solar y eólica. Esto supone un aumento con respecto a la décima parte de la generación mundial de electricidad en 2021, que a su vez suponía un aumento con respecto al 5 % que representaba cuando se firmó el Acuerdo de París en 2015. En conjunto, las energías solar y eólica superaron la generación de energía nuclear en 2021 y están alcanzando el nivel de la energía hidroeléctrica. Más de sesenta países ahora generan más del 10 % de la electricidad a partir de las energías eólica y solar.

La primera caída de otras fuentes de electricidad limpia desde Fukushima

En 2022, varias fuentes de electricidad limpia, excepto las energías solar y eólica, sufrieron la primera caída interanual en la generación desde el desastre nuclear de Fukushima en 2011. Esto se debió, principalmente, a que la generación de energía nuclear bajó 129 TWh (-5 %) porque el parque nuclear de Francia registró cortes importantes y Alemania y Bélgica cerraron algunos reactores. Asimismo, el crecimiento de la energía hidroeléctrica mundial se vio frenado en regiones que sufrieron sequías extremas, en especial la Unión Europea (UE), donde la generación disminuyó 66 TWh hasta llegar al nivel más bajo desde, al menos, 1990.

Demanda en aumento

En 2022 la demanda de electricidad a nivel mundial creció un 2,5 % (+694 TWh), que es similar al crecimiento promedio del 2,6 % en la década anterior (2010-2021). Gran parte del aumento del año pasado estuvo determinado por incrementos en la demanda en las economías importantes, de las cuales solo tres representaron el 93 % del crecimiento de la demanda a nivel mundial: China (54 %), EE. UU. (21 %) e India (18 %). En cambio, la demanda de electricidad cayó un 3 % en la UE debido a una combinación de clima templado y esfuerzos por reducir el consumo ante

presiones de asequibilidad y la preocupación por la seguridad del suministro (para obtener más detalles, consulte el capítulo 6).

Las energías eólica y solar cubrieron la mayor parte del crecimiento de la demanda

En 2022, el crecimiento de las energías eólica y solar cubrió el 80 % del aumento de la demanda de electricidad, mientras que todas las energías renovables en conjunto cubrieron el 92 % del aumento. En China las energías eólica y solar constituyeron el 69 % del crecimiento en la demanda de electricidad en 2022, pero todas las fuentes de electricidad limpia representaron el 77 %. En India las energías eólica y solar representaron el 23 % del crecimiento de la demanda, mientras que todas las fuentes de electricidad limpia proporcionaron el 38 %. En EE. UU. las energías eólica y solar representaron el 68 % del crecimiento de la demanda.

El carbón aumentó para cubrir el déficit

El carbón y otros combustibles fósiles (principalmente el petróleo) aumentaron para cubrir el resto de la suba en la demanda de electricidad y los déficits de la generación con energía nuclear y a partir del gas. El carbón aumentó 108 TWh (+1,1 %) por año y alcanzó un máximo histórico de generación de 10 186 TWh. La generación de otros combustibles fósiles subió 86 TWh (+11 %).

Las tendencias entre los países y las regiones variaron de manera significativa: el carbón bajó en EE. UU. (-70 TWh, -7,8 %) en 2022 en comparación con el año anterior, pero aumentó en China (+81 TWh, +1,5 %), India (+92 TWh, +7,2 %), Japón (+9,7 TWh, +3,1 %) y en la UE (+27 TWh, +6,4 %).

El aumento del 1,1 % de la electricidad a partir del carbón está en consonancia con el crecimiento promedio de la última década. Se podría haber esperado un mayor aumento en la generación a partir del carbón en 2022, dados los aumentos en los precios del gas y la preocupación por la seguridad del suministro. Sin embargo, a nivel mundial, hubo tanto cambio del carbón al gas como del gas al carbón. Esto se debió, en parte, a que los precios del gas ya estaban más altos que los del carbón antes de 2022, y gran parte del cambio al carbón había sucedido el año anterior. También se debe, en parte, a [EE. UU.](#), donde tres factores importantes —el cierre de plantas de carbón, la interrupción del transporte del carbón y la nueva capacidad de plantas de electricidad con gas— llevaron a un cambio sustancial del carbón al gas, mientras que los precios del gas permanecieron mucho más bajos que en el resto del mundo.

Estancamiento del gas

La generación con gas a nivel mundial disminuyó apenas un 0,2 % (-12 TWh) en 2022, en comparación con el año anterior. Se podría haber esperado que los precios elevados e inestables del gas causaran una mayor caída de este; sin embargo, la crisis energética no provocó un cambio a gran escala del gas al carbón (según se describió arriba).

No obstante, a nivel nacional, algunos países aún tuvieron aumentos en la generación con gas. Por ejemplo, la generación con gas subió en EE. UU. (+7,3 %), donde está sustituyendo al carbón. Sin embargo, la generación con gas cayó en la mayoría de los otros países, incluidos Brasil (-46 %) y Turquía (-32 %), debido a una buena generación de energía hidroeléctrica, y en India (-22 %), a causa de los precios elevados del gas.

Otros combustibles fósiles, principalmente el petróleo, aumentaron 86 TWh, y hubo algunas instancias de cambio de gas a petróleo (aunque este punto de datos es un poco provisional, debido a la escasa información facilitada por los países de Medio Oriente, que tienen la mayor parte de la producción de petróleo).

Las emisiones alcanzaron un máximo histórico

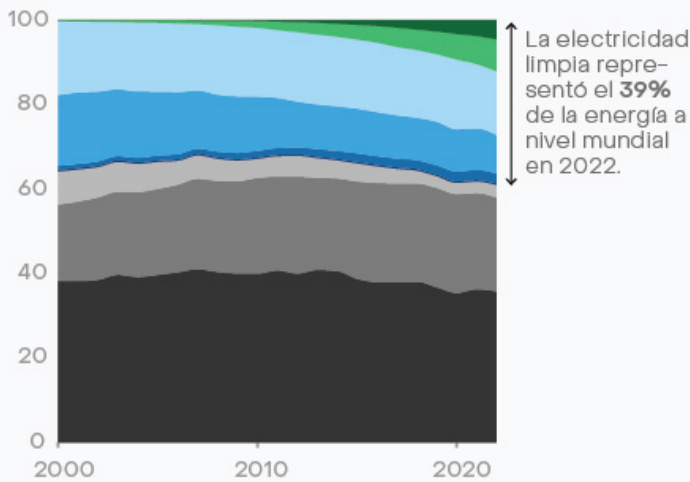
En general, la generación con combustibles fósiles aumentó 183 TWh (+11 %) en 2022 y así se estableció un récord nuevo. Como resultado, las emisiones de CO₂ del sector eléctrico crecieron 160 millones de toneladas (+1,3 %) y alcanzaron un máximo sin precedentes de 12 431 mtCO₂. La intensidad de las emisiones se encamina en la dirección correcta, pero las emisiones absolutas aún no disminuyen. Esto significa que el sector eléctrico todavía no es testigo de los recortes en las emisiones necesarias para el cero neto, ya que las emisiones deben caer un promedio de 7,6 % cada año durante esta década, según se indica en el escenario de [cero emisiones netas de la IEA](#).

Cómo puede el mundo tener simultáneamente un récord de electricidad limpia y un récord de emisiones altas del sector eléctrico en 2022

■ Eólica ■ Solar ■ Hidro ■ Nuclear ■ Bioenergía ■ Otras energías renovables
■ Otros combustibles fósiles ■ Gas ■ Carbón

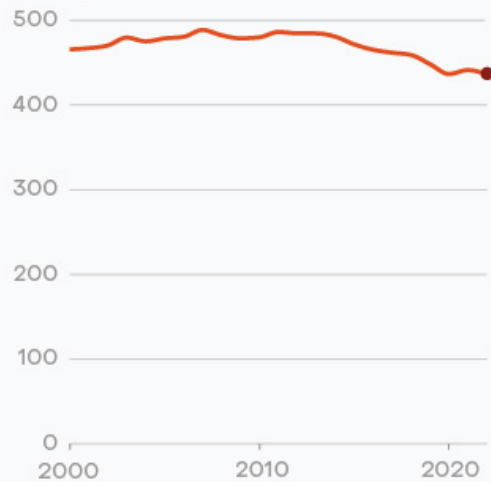
A medida que la proporción de energía limpia aumenta...

Porcentaje de la generación de electricidad (%)



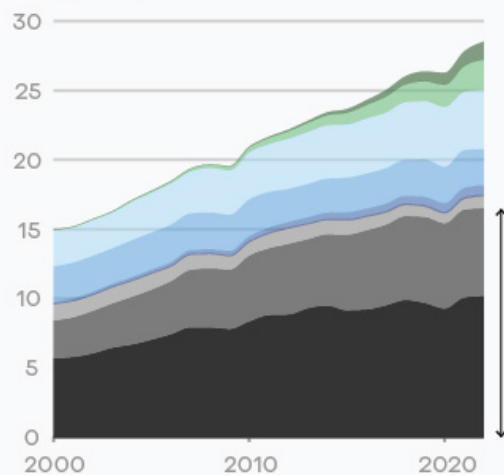
... cada unidad de electricidad emite menos CO2

gCO2 per kWh



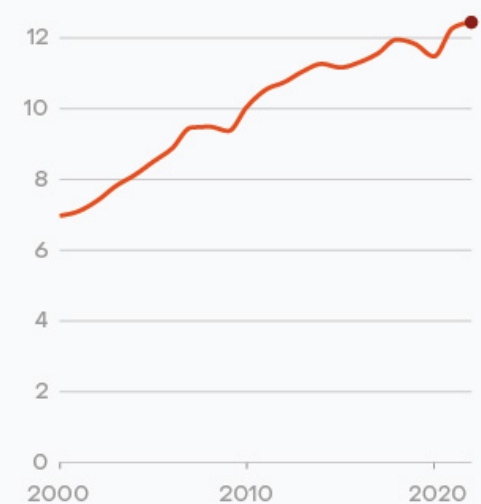
Sin embargo, la demanda de electricidad ha aumentado más rápido que la energía limpia; por ende, la generación de combustibles fósiles ha aumentado...

TWh (000s)



... esto aumenta las emisiones del sector energético

GtCO2



Fuente: Datos anuales de electricidad, Ember
 Intensidad y emisiones de CO2 calculadas a partir de la generación multiplicada por factores fijos de emisiones de combustible

2022 fue un año de aceleración para la transición hacia las energías renovables

La invasión de Rusia a Ucrania y la crisis energética mundial en 2022 podrán ser recordadas como un punto de inflexión que obligó a muchos gobiernos a reconsiderar la dependencia en los combustibles fósiles. Las preocupaciones por la seguridad energética y las nuevas políticas dieron lugar a [la revisión al alza más grande](#) de la predicción de energías renovables de la IEA en 2022.

El [plan REPowerEU](#) de la UE se desarrolló para disminuir con rapidez la dependencia en las importaciones de combustibles fósiles de Rusia, en gran parte al aumentar el uso de la electricidad renovable y mejorar la eficiencia energética. En EE. UU., la Ley de Reducción de la Inflación, que se introdujo en agosto de 2022, destina cerca de 370 mil millones de dólares de fondos públicos a la electricidad limpia, con el objetivo de bajar de manera sustancial las emisiones de carbono del país para finales de esta década. Otras economías importantes siguieron implementando políticas existentes, como el [14.º Plan de cinco años](#) de China y las nuevas [reformas del mercado](#).

Asimismo, en 2022 la [inversión](#) en tecnologías de electricidad limpia igualó la inversión en combustibles fósiles por primera vez. En 2022, algunas economías en desarrollo, como las de [Indonesia](#) y [Vietnam](#), aseguraron compromisos de financiamiento internacional de grandes emisores históricos, como el Reino Unido, los EE. UU. y la UE, para ayudarles a sustituir el carbón por energías renovables y desvincular así su crecimiento económico de las emisiones.

La crisis energética proporciona un motivo claro para transiciones energéticas de bajo carbono: la necesidad de una mayor diversificación de energía, una menor dependencia en los combustibles fósiles y una aceleración en el uso de energías renovables. Sin embargo, la crisis también tiene el riesgo de bloquear algunas [infraestructuras](#) de combustibles fósiles y, de esta manera, algunos países garantizan contratos de gas a largo plazo.

Si bien 2022 se puede considerar como el punto de inflexión, los impactos de los desarrollos de políticas de electricidad limpia acordados durante el año no se sentirán durante un tiempo. El cambio del que hemos sido testigos hasta el momento en la electricidad limpia y en la electrificación es, por ende, solo la punta del iceberg.

El sistema eléctrico mundial se transforma, pero aún no lo bastante rápido

Las energías eólica y la solar son las nuevas superpotencias energéticas. Nos impulsan hacia una era nueva, en la que la generación con combustibles fósiles disminuirá; esto significará no solo una reducción de la electricidad a partir del carbón, sino también del gas. Sin embargo, todavía no se ha llegado a ese momento. Mantener el calentamiento global a 1,5 °C implica cumplir con las enormes expectativas establecidas para las energías eólica y solar, y acelerar el ritmo con otras fuentes de electricidad limpia (incluida las energías nuclear e hidroeléctrica), que en este momento se desarrollan con mucha lentitud. Resta mucho trabajo por hacer para lograr las rápidas caídas en las emisiones del sector eléctrico necesarias en esta década.

Las energías eólica y solar se perfilan como las superpotencias mundiales del futuro

Es asombrosa la velocidad con la que las energías solar y eólica ya están cambiando el suministro de electricidad a nivel mundial. Solo el aumento en la generación de energía solar a nivel mundial en 2022 podría haber cubierto la demanda de electricidad anual de Sudáfrica, y el incremento en la generación de energía eólica podría haber abastecido a casi todo el Reino Unido. Ya en 2021, la generación de las energías eólica y solar a nivel mundial superaba el total de la demanda de electricidad en la UE.

Mismo viaje, diferentes velocidades

Las energías solar y eólica cambian la matriz eléctrica en cada región del mundo. Europa fue la primera en empezar ese cambio y se ha convertido en la líder durante este siglo. Sin embargo, en los últimos tiempos, Europa se ha visto superada por Oceanía, principalmente debido al rápido crecimiento en Australia. América del Norte también inició pronto el empleo de las energías eólica y solar, y se ha posicionado por delante del promedio mundial. Asia comenzó más tarde, pero se está poniendo al día rápido y ahora casi alcanza el promedio a nivel mundial. Las energías eólica y solar en América Latina tuvieron un auge entre 2014 y 2021, pero luego registraron una desaceleración en 2022. África ha reducido el ritmo en los últimos años. Medio Oriente se destaca como la única región que todavía está al principio del camino, con una pobre transparencia en los datos que también dificulta la estimación de los cambios en 2022.

Líderes y rezagados

La UE generó el 22 % de su electricidad a partir de las energías eólica y solar en 2022. Siete países de la UE produjeron alrededor de un tercio o más de su electricidad a partir de las energías eólica y solar en 2022; entre esos países, se incluyen Alemania (32 %), España (33 %) y Países Bajos (32 %). En la actualidad, Polonia y Hungría están por encima del promedio mundial del 12 %. En los confines de Europa, el panorama es variado: Turquía supera el promedio a nivel mundial con un 15 % y Rusia con un 1 %.

En América del Norte, EE. UU. (15 %) está por encima del promedio a nivel mundial; Canadá está por debajo del promedio con un 7 %.

Tres de los cinco principales generadores en términos absolutos de las energías eólica y solar a nivel mundial están en Asia. China está por encima del promedio a nivel mundial con un 14 % (1241 TWh); Japón está apenas por debajo del promedio a nivel mundial con un 11 % (107 TWh) e India le sigue por detrás con un 9 % (165 TWh). La mayoría de los otros países en Asia empiezan a embarcarse en el viaje de las energías solar y eólica: Corea del Sur (5 %), Pakistán (4 %), Tailandia (4 %), Filipinas (2 %), Singapur (2 %), Bangladés (1 %) y Malasia (1 %). Todos los países euroasiáticos, excepto por Kazajistán, tienen casi un porcentaje de cero.

En América Latina, muchos países alcanzaron el promedio a nivel mundial o lo superaron: Uruguay (36 %), Chile (28 %), Brasil (15 %), Argentina (12 %). Sin embargo, algunos países, como Cuba (1,4 %), Colombia (0,7 %), Ecuador (0,3 %), Venezuela (0,1 %) y Paraguay (0,0 %), han desarrollado muy poco hasta el momento. Excepto Cuba, todos tienen un alto porcentaje de electricidad limpia debido a grandes recursos de energía hidroeléctrica.

En África, Namibia (25 %), Marruecos (17 %) y Kenia (16 %) lideran el porcentaje de las energías eólica y solar. No obstante, en los demás países, la dependencia en las energías eólica y solar están, en su mayoría, muy por debajo del promedio a nivel mundial.

En Medio Oriente, las energías solar y eólica aún deben establecerse. Muchos países tienen menos del 1 % en la matriz. Entre esos países, se incluyen Baréin, Irán, Irak, Kuwait, Líbano, Omán, Catar y Arabia Saudita. Arabia Saudita ha hecho públicos grandes [planes](#) para las energías renovables; sin embargo, poco se ha demostrado hasta el momento.

Lecciones aprendidas después de dos décadas de empleo de las energías solar y eólica

La amplia variación en la adopción de las energías eólica y solar es un reflejo de los distintos enfoques a la transición eléctrica y a la reforma del sistema eléctrico en los países. Los estudios de casos de la implementación de las energías eólica y solar muestran la enorme variedad de decisiones sobre políticas, fuerzas del mercado y momentos nacionales que influyen en lo que hace que una transición energética a nivel nacional tenga éxito o no. A continuación, trataremos tres estudios de casos más en detalle. Primero, hablaremos sobre la innovadora política de China de colocar paneles solares en los techos de los edificios, que impulsó a la energía solar a nuevos niveles en 2022. Luego, mencionaremos el aumento de Chile en las energías solar y eólica, y cómo redujo con rapidez el uso de carbón y las emisiones del sector eléctrico. Por último, nos ocuparemos de las lecciones aprendidas a partir de las políticas interrumpidas de Europa sobre la energía eólica costera, que han evitado un crecimiento de la energía eólica más rápido y económico.

Política innovadora para la colocación de paneles solares en los techos de los edificios: estudio de caso en China

Alrededor de una quinta parte ([55 GW](#) de los 268 GW) de todos los paneles solares instalados en el mundo en 2022 estaban en los techos de China. Esto se debió principalmente a una política innovadora llamada “Whole-County Rooftop Solar”, que consiste en colocar paneles solares en los techos de los edificios de todo un condado. El proyecto consiste en un esquema de tres años. En 2022, se completó el segundo año en que las [instalaciones se duplicaron](#) a partir de los 29 GW agregados en 2021.

El esquema se implementó con una estructura vertical, pero se llevó a cabo a nivel de ciudad o condado. Para fines de 2021, había 676 condados de 31 provincias que se habían [inscripto](#) en el esquema. Un solo desarrollador (a menudo una empresa estatal) administra la aplicación en todo el condado. El desarrollador trabaja en conjunto con una red de desarrolladores más pequeños a nivel de pueblo o ciudad, que se encargan de la tarea de identificar los techos adecuados y garantizar los derechos de desarrollo del proyecto. En algunas instancias, los paneles son propiedad de una persona, quien vende el excedente de electricidad al desarrollador. En otros casos, los paneles son propiedad del desarrollador y, en lugar de cobrar un alquiler, el propietario del techo recibe un descuento en la electricidad.

Este enfoque a escala de condado en su totalidad permite una implementación rápida y precios bajos. La velocidad y la cobertura de la implementación no tienen precedentes: para fines de 2023, cada desarrollador por condado deberá

haber comisionado instalaciones para cubrir un 50 % del área disponible en los edificios gubernamentales, un 40 % en escuelas y hospitales, un 30 % en edificios industriales y el 20 % en viviendas rurales. Esto también se traduce en precios bajos: se puede garantizar una financiación asequible para mantener los costos bajos y todos los componentes se pueden comprar a precios mayoristas.

Cómo las energías eólica y solar han reducido las emisiones del sector eléctrico: estudio de caso en Chile

Chile ha tenido un aumento significativo en la generación de las energías eólica y solar. Combinadas, las energías eólica y solar han pasado de producir solo el 0,6 % del total de la electricidad en 2012 al 28 % en 2022. De esta manera, se convirtieron en la fuente más grande de electricidad en Chile y superaron al carbón. El incremento en la generación de las energías eólica y solar durante los últimos diez años ha determinado una reducción del 27 % en la generación de electricidad a partir del carbón, lo que redujo un 15 % las emisiones del sector eléctrico, a pesar de que la demanda general creció más de un cuarto en el mismo periodo.

Los diez años previos a 2012 cuentan una historia completamente diferente. Chile dependió del carbón para responder a la creciente demanda de electricidad. Cuando la demanda aumentó cerca del 50 %, la generación con carbón subió cuatro veces, lo que permitió que las emisiones crecieran un 159 % (o 20 MtCO₂), más que las emisiones anuales del sector eléctrico de su país vecino, Perú.

El 2022 fue particularmente excepcional para el sector eléctrico chileno. La generación de energía solar creció un tercio, mientras que las energías eólica e hidroeléctrica aumentaron cada una más del 22 %. El aumento general de la electricidad renovable de 9,2 TWh superó con creces el incremento general de la demanda de 1,7 TWh (+2,1 %), lo que permitió una caída del 30 % en la generación con carbón. En última instancia, esto causó que las emisiones del sector eléctrico disminuyeran un impresionante 18 %, en comparación con 2021.

Actualmente, Chile planea la reducción escalonada del carbón. En septiembre, se unió a la coalición Powering Past Coal Alliance (Alianza para la Eliminación del Carbón), en donde el país [se comprometió a reducir progresivamente el carbón para 2030](#). De este modo, se ha adelantado diez años la fecha prevista para la eliminación progresiva, que antes era para 2040. Está claro que las energías eólica y solar serán las fuerzas impulsoras para ayudar a reducir el carbón y seguir disminuyendo las emisiones del sector eléctrico de Chile.

Un camino lleno de baches para la energía eólica costera: estudio de caso en Europa

Algunos de los países con energía eólica más grandes de Europa han tenido políticas interrumpidas. El resultado fue años de oportunidades perdidas. En consecuencia, no solo se desaceleró el crecimiento, sino que también hubo un impacto enorme en las empresas y sus empleados. Esa es una de las razones por las que todavía no hay suficientes inversiones en la cadena de suministro en la actualidad.

Alemania había sido el líder mundial en la generación de energía eólica costera, pero entre 2017 y 2021, solo instaló cerca de un tercio de la capacidad que había alcanzado en los cuatro años anteriores (1,4 GW promedio por año, en comparación con 4,3 GW por año). Las principales causas de esta desaceleración fueron la falta de terrenos para la construcción, la incertidumbre de los inversores y los lentos procedimientos para otorgar licencias. Sin embargo, Alemania ha vuelto a acelerar el ritmo de implementación: en 2023, los volúmenes de licitaciones aumentaron a 23 GW. Esto tuvo lugar debido al cambio en el gobierno y a la guerra de Rusia en Ucrania. Además, hay una legislación nueva, que incluye apartar el 2 % del total de la superficie del territorio para la generación de energía eólica costera.

La energía eólica costera de España fue una víctima de su propio éxito. No hubo un [traspaso](#) de los costos a los clientes, lo que causó un “déficit de tarifas” de 25 000 millones de euros, que fue imposible de aumentar por la crisis financiera en España en 2012. Esto creó una pausa y solo se instalaron 600 MW en los siguientes seis años. La tasa de construcción de España ahora ha subido de nuevo.

En 2015, el gobierno británico estableció una moratoria efectiva sobre las nuevas granjas eólicas costeras en Inglaterra, debido a las preocupaciones por el impacto visual de las granjas eólicas. Siete años después sigue vigente. Sin embargo, en diciembre de 2022, el gobierno inició consultas para levantar el bloqueo, aunque se mantiene la capacidad de las comunidades locales de oponerse a los proyectos. No está claro cómo o si esto se llevará a cabo y, por lo tanto, con qué rapidez se incrementará el ritmo de construcción.

Las energías solar y eólica son las nuevas superpotencias, pero ¿cuánto crecerán?

Se espera mucho de las energías solar y eólica en lo que se refiere a alcanzar objetivos climáticos. El [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#) muestra que las energías solar y eólica deben aumentar del 12 % del suministro de electricidad a nivel mundial en 2022 al 41 % para 2030. Un papel estelar similar para las energías eólica y solar se describe en el [informe de síntesis](#) del IPCC, publicado en abril de 2022. La mediana de todos los escenarios evaluados por el IPCC muestra lo mismo

que los de la IEA: [se espera que las energías eólica y solar aumenten al 41 % de la electricidad a nivel mundial](#) para 2030.

De acuerdo con los últimos [pronósticos a corto plazo de la IEA](#) de diciembre de 2022, las energías solar y eólica están rezagadas en esta trayectoria y aumentarán “solo” al 20 % del porcentaje de electricidad mundial para 2027. Sin duda, este es un cálculo conservador; la infraprevisión de las energías eólica y solar de la IEA está [bien documentada](#). De todas maneras, aún no está claro si podemos alcanzar el 41 % de la participación del mercado que se necesita para 2030.

Tener en cuenta las tasas de crecimiento ofrece una perspectiva alternativa y quizás más alentadora. Según el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#), las tasas de crecimiento anual del 25 % para la energía solar y del 17 % para la energía eólica deben mantenerse entre 2021 y 2030. Estas cifras se alcanzaron casi con exactitud en 2022: 24 % para la energía solar y 17 % para la energía eólica. De 2015 a 2021, las tasas de crecimiento estuvieron cerca de esos niveles: 26 % y 14 %.

Lograr constantemente semejantes tasas de crecimiento altas es cada vez más difícil a medida que la participación en el mercado aumenta. No obstante, existen razones para creer que las energías eólica y solar pueden crecer mucho más rápido que el [pronóstico conservador de la IEA](#), establecido en diciembre de 2022.

La energía solar es un actor clave, pero relativamente nuevo, en la matriz eléctrica mundial: estuvo siete años rezagada detrás de la energía eólica para alcanzar el hito crítico de generar el 1 % de la electricidad a nivel mundial. La energía eólica logró este paso en 2008, pero la energía solar superó esa marca recién en 2015. Sin embargo, la energía solar se está acercando: ha sido la fuente de electricidad de más rápido crecimiento en los últimos 18 años. La capacidad de la energía solar a nivel mundial ya supera la capacidad de la energía eólica; aunque con un factor de carga menor, produce menos electricidad que el viento. Es probable que 2023 sea el primer año en que la energía solar agregue más generación que la energía eólica.

Una de las principales ventajas de la energía solar es la velocidad de empleo. La energía eólica requiere cadenas de suministro complejas, permisos y contratos de intermediarios financieros. El tiempo que se necesita para comprar un panel solar e instalarlo en un techo se mide en días, en lugar de meses o años. Esto significa que las construcciones nuevas de energía eólica en los próximos años se pueden calcular con bastante grado de precisión. Predecir el crecimiento de la energía solar es mucho más difícil.

A corto plazo, la energía solar tiene una enorme oportunidad de crecer aún más rápido que lo estimado. En 2022, nuevas plantas de fabricación de paneles solares importantes entraron en funcionamiento en China y, [según se informa](#), aumentaron la capacidad de fabricación anual un 66 %, de los 361 GW a fines de 2021 a los 600 GW a fines de 2022. El aumento en la capacidad de fabricación de paneles

solares de China supera por mucho las expectativas de la demanda de paneles solares en 2023. Comparado con 2022, se espera que la cantidad de paneles solares instalados en 2023 aumente entre un 27 % ([BloombergNEF](#)) y un 5 % ([IEA](#)). No obstante, el aumento del 66% en el suministro podría determinar una mayor demanda. En este contexto, es difícil estimar con qué rapidez puede crecer la energía solar en 2023, y más aún en 2030. Es probable que los investigadores se queden precavidos, lo que significa que es muy posible que el crecimiento de la energía solar supere esas expectativas.

Lo que queda claro es que las energías solar y eólica están en el camino de tener una presencia plena en la matriz eléctrica global. Sin duda, cambiarán de manera fundamental el sistema eléctrico mundial y, así como con cualquier cambio rápido, surgirán problemas y oportunidades.

En el caso de la energía eólica, muchos países tienen objetivos ambiciosos que se ven demorados por la implementación. Con respecto a la energía solar, sucede lo contrario. Se están instalando, o podrían instalarse fácilmente, muchos más paneles solares de los previstos actualmente. Los legisladores deben aprovechar el influjo de la energía solar. Eso implica entender lo que significan las habilidades necesarias, los cambios en el diseño del mercado y tarifas (dado que el perfil de generación de energía solar es bastante específico), la habilitación para el acceso a los techos, el diseño de licitaciones a escala comercial, la flexibilidad del sistema eléctrico, las cadenas de suministro para la fabricación de paneles solares y las políticas comerciales.

Las fuentes de electricidad limpia más grandes a nivel mundial no rinden lo suficiente

A pesar del rápido crecimiento y su lugar en la matriz eléctrica mundial del futuro, las mayores fuentes de electricidad limpia en el mundo no son ni la energía solar ni la eólica, al menos no todavía. En cambio, la energía hidroeléctrica y la energía nuclear son, en la actualidad, las mayores fuentes de electricidad limpia, ya que en 2022 generaron el 15 % y el 9 % de la electricidad mundial, respectivamente. Aunque las expectativas de crecimiento de estas tecnologías son más pequeñas comparadas con las de las energías solar y eólica, en este momento, no se expanden al ritmo que se requiere para limitar el calentamiento global a 1,5 °C. Por lo tanto, su desaceleración podría tener grandes implicancias para la transición eléctrica.

Cae la participación de las energías nuclear e hidroeléctrica en el mercado

En 2022 las fuentes de electricidad limpia (excepto las energías solar y eólica) sufrieron la primera caída interanual en la generación desde el desastre nuclear de Fukushima en 2011. Este grupo incluye las dos fuentes más grandes, las energías hidroeléctrica y nuclear, y también otras tecnologías que actualmente aportan una proporción más pequeña de electricidad con baja emisión de carbono: la bioenergía, el almacenamiento y uso del carbono (CCUS), la energía a base de hidrógeno, la energía geotérmica y la energía marina. La caída en 2022 se debió principalmente a los cortes de las plantas nucleares en Francia, mientras que los pequeños aumentos en la energía hidroeléctrica y la bioenergía compensaron esto solo parcialmente. Aunque no es probable que esta caída continúe en los próximos años, queda claro que el crecimiento se desacelera: en 2020 y 2021, la electricidad limpia (excepto las energías eólica y solar) creció la mitad en comparación con el crecimiento anual promedio desde 2000.

Durante este siglo, la participación en el mercado de las energías nuclear e hidroeléctrica ya había ido disminuyendo, ya que las tasas de crecimiento estuvieron por debajo de la demanda de electricidad a nivel mundial. El porcentaje de la energía nuclear en la producción de electricidad a nivel mundial cayó de un 17 % en 2000 a un 9 % en 2022, mientras que la energía hidroeléctrica bajó de un 18 % a un 15 %.

Su ritmo de crecimiento se ha visto eclipsado por el aumento en las energías solar y eólica. En 2022, las energías solar y eólica agregaron 557 TWh; esta cifra representó cinco veces la cantidad promedio que agregaron la energía nuclear, la energía hidroeléctrica y la bioenergía (105 TWh por año en promedio de 2000 a 2022).

Los datos sobre la capacidad ofrecen algo de información acerca de este estancamiento en la generación con energía nuclear y energía hidroeléctrica. La capacidad de energía nuclear neta en realidad cayó entre 2019 y 2021, ya que se cerraron más plantas de las que se abrieron.

El crecimiento de la capacidad de la hidroenergía se desaceleró en los últimos años. Entre 2017 y 2021, se agregó un promedio de 20 GW por año, en comparación con los 33 GW en los cinco años previos. Eso se debió, en gran medida, a la desaceleración en China, que había producido alrededor de la mitad de la capacidad de hidroenergía del mundo.

¿Acaso empezó un renacimiento de la energía nuclear en el 2022?

En la actualidad, hay 440 reactores nucleares en funcionamiento y proporcionan el 9 % de la electricidad a nivel mundial. De acuerdo con la [Asociación Nuclear Mundial](#), se planifica que entren en funcionamiento 48 reactores adicionales entre 2023 y 2027. Habrá diecinueve en China, ocho en India, seis en Corea del Sur, cuatro en Turquía y tres en Rusia. Eso es un progreso razonable: proporcionarán 60 GW de capacidad y generarán alrededor de 420 TWh cada año. De esta manera, se agregaría un tercio del aumento de la generación de energía nuclear neta necesaria en el escenario de cero emisiones netas de la IEA de 2021 a 2030, sin considerar las plantas fuera de servicio.

Sin embargo, en el 2022 hubo un nuevo impulso en la energía nuclear, que podría dar lugar a la puesta en marcha de más plantas nucleares. Con períodos prolongados para la construcción, tendrán un impacto limitado en los próximos años, pero podrían proporcionar cantidades importantes de electricidad limpia después de ello.

En Estados Unidos, la Ley de Reducción de la Inflación tiene [disposiciones](#) para ayudar sustancialmente a impulsar la energía nuclear al mantener en funcionamiento las plantas más antiguas, armar cadenas de suministro para plantas nuevas con tecnología actual y expandir el presupuesto de investigación y desarrollo para nuevos reactores modulares pequeños (SMR). También, se pospuso el cierre de la planta nuclear de Diablo Canyon en California.

Japón ha visto un cambio importante, no solo al [poner nuevamente en funcionamiento](#) plantas nucleares existentes (con un [apoyo](#) récord del público japonés), sino también al [proponer](#) plantas nuevas. En el sudeste de Asia, Filipinas, Indonesia y Vietnam [avanzan](#) en las charlas sobre energía nuclear. Corea del Sur [anunció planes para construir](#) cuatro reactores nucleares más para 2030 y prolongar la vida útil de diez unidades más antiguas, lo que aumentaría la participación en el mercado de la energía nuclear del 27 % en 2021 al 30 % en 2030, y luego al [35 % en 2036](#).

China [planea](#) incrementar la capacidad de energía nuclear de 50 GW en 2021 a 70 GW en 2025, luego del anuncio de su 14.º Plan de cinco años en 2021. Rusia estableció como [objetivo](#) para 2045 aumentar la energía nuclear del 20 % de la electricidad actual al 25 %, con planes para construir 16 reactores de aquí a 2035.

En Europa, también hubo un impulso. Polonia [avanzó](#) con la primera de seis plantas nucleares nuevas planificadas. El Reino Unido [propuso](#) construir ocho reactores nuevos y asignó [fondos](#) para la investigación y el desarrollo de reactores modulares. La multinacional de servicios eléctricos EDF de Francia ha adelantado la fecha de inicio de la [construcción](#) de seis reactores planificados. Rumania [anunció](#) planes para construir dos plantas nuevas. En Hungría, se [empezó](#) la construcción de una de dos plantas nuevas. Eslovaquia puso en funcionamiento una unidad y estudia el crecimiento [futuro](#). Los problemas en la construcción también afectan a Europa: en Finlandia, se ha [pospuesto](#) la operación comercial de la nueva planta de energía nuclear; en Francia, se ha vuelto a postergar la nueva central de [Flamanville](#) y, en el Reino Unido, se han disparado los costos de la planta de [Hinkley C](#).

Una llamada de atención para los 1,5 °C

La reciente desaceleración en el crecimiento de la generación de las energías nuclear e hidroeléctrica muestra la importancia de mantener la atención suficiente en el empleo de todas las fuentes de electricidad limpia.

Sin duda, las energías solar y eólica dominarán el crecimiento en la electricidad limpia. Desde 2015, el 76 % del crecimiento en la generación de electricidad limpia ha procedido de las energías solar y eólica, y el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#) anticipa que representarán el 75 % de todo el crecimiento de electricidad limpia hasta 2040.

Sin embargo, estas tecnologías por sí solas no son suficientes. El crecimiento en otras fuentes de electricidad limpia será muy útil, si no esencial, para que el mundo alcance una electricidad completamente limpia en 2040. Un conjunto de opciones más amplio reduce el riesgo de que el mundo no pueda descarbonizar la electricidad al ritmo necesario. Además, proporciona parte de la flexibilidad esencial para integrar fuentes variables de energía renovable.

La energía hidroeléctrica necesita una inversión cinco veces mayor, de acuerdo con el informe de 2023 de la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA), [El papel cambiante de la hidroenergía](#). En el informe, se destaca la necesidad de duplicar la capacidad de la energía hidroeléctrica para 2050, la ausencia de mecanismos de políticas para que eso suceda y la importancia de un enfoque sostenible que evite un daño ecológico grave. Esta inversión en la energía hidroeléctrica requiere que se maximice la flexibilidad para poder integrar más las energías solar y eólica, con un énfasis en la capacidad y el almacenamiento de electricidad. En el informe de la IRENA, también se identifica el gran potencial de los paneles solares flotantes en los depósitos de energía hidroeléctrica para aumentar la generación y reducir la evaporación.

También, se debe poner más atención a la energía nuclear para cumplir con los objetivos climáticos, teniendo en cuenta el informe de 2022 de la IEA, [Energía nuclear y transición energética segura](#), que llama a un renacimiento. En el informe, se enfatiza la importancia de prolongar la vida útil de las plantas más antiguas, diversificar los diseños en detrimento de los de origen chino y ruso, reducir costos, cumplir plazos e incluir el potencial futuro de los pequeños reactores modulares.

En otros lugares, el crecimiento de la bioenergía se desacelera a medida que se exponen los [riesgos climáticos](#) significativos en la tecnología. A su vez, muchos gobiernos están perdiendo la fe en subsidiar pélets de madera comercializados a nivel internacional. A diferencia de las energías solar y eólica, la bioenergía también depende de un combustible a menudo costoso y, por lo tanto, no se ha podido alejar de los subsidios.

Nuevas tecnologías de energías limpias

El conjunto de energías limpias incluye no solo las energías eólica, solar y nuclear, la hidroenergía y la bioenergía, sino también el hidrógeno verde, la captura y el almacenamiento de carbono (CCS) y muchas tecnologías especializadas, como la energía geotérmica, la energía marina y la energía solar concentrada. Las energías limpias están en el medio de una revolución innovadora, y habrá sorpresas a medida que diferentes tecnologías avancen a velocidades impredecibles. La CCS y el hidrógeno son dos de las más polémicas en términos de lo que pueden producir.

Se espera que la captura y el almacenamiento de carbono de combustibles fósiles tengan un papel pequeño en un sistema de electricidad limpia en el futuro. El [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#) muestra un 2 % para 2050 y la mediana de los escenarios del IPCC de 1,5 °C [muestra alrededor del 1 o 2 % para 2040](#). La principal razón para la adopción lenta es la ausencia de políticas de apoyo: existen muy pocas demostraciones a gran escala de CCS en el sector eléctrico. Aunque actualmente hay mucho [interés](#) en la CCS, la mayor parte de ese interés se encuentra fuera del sector de servicios públicos: solo el Reino Unido, Canadá

y los EE. UU. han propuesto grandes proyectos de CCS con energía a partir del gas. China [desarrolla CCS con energía a partir del carbón](#) y también hay algunos esfuerzos en [EE. UU.](#)

El hidrógeno verde es esencialmente una forma de almacenamiento de electricidad; el resultado no es electricidad neta generada, sino la flexibilidad de igualar la demanda al suministro cambiante. El excedente de electricidad limpia en los días ventosos o soleados puede convertirse en hidrógeno, almacenarse y luego quemarse cuando el viento y el sol sean limitados. No obstante, los costos y las ineficiencias significan que está lejos de ser una panacea. De la misma manera, importar hidrógeno en barco para quemarlo trae aparejado [desafíos](#) técnicos y económicos. La reputación del hidrógeno está teñida por diferentes factores (es decir, las fuentes que se usan para generarlo: los combustibles fósiles frente a las energías limpias) y por los ahorros integrales de carbono producidos a partir de estos enfoques. De todas formas, el hidrógeno, sin dudas, empezará a usarse en centrales de gas en esta década. Alemania sola [propone construir centrales nuevas de gas, aptas para hidrógeno, de hasta 20 GW](#). Muchas centrales de gas se pueden [convertir](#) para quemar hidrógeno.

En la actualidad, tanto la CSS como el hidrógeno parten de una base de generación casi nula. Solo el tiempo dirá cuánto aportarán a las energías limpias. Lo importante es que no impidan maximizar el crecimiento de las energías solar y eólica, que son ciertamente necesarias. Como los orígenes de ambas tecnologías yacen en los combustibles fósiles, también es relevante que no se le quite valor al impulso general de reducir los combustibles fósiles sin disminuir.

Cerca de un punto crítico donde las fuentes de energía limpia cubren todo el crecimiento de la demanda

Cubrir todo el crecimiento de la demanda de electricidad con energías limpias es un punto crítico de suma importancia.

En primer lugar, marca el punto en donde las emisiones del sector eléctrico dejan de aumentar. Las energías limpias pueden realmente empezar a reemplazar los combustibles fósiles, en lugar de solo responder a la creciente demanda. Cuando un kilovatio/hora de energías limpias reemplaza el carbón o el gas, las emisiones de CO₂ del sector eléctrico caen cerca de 900 g y 400 g, respectivamente.

Además, es el punto en que las energías limpias responden al crecimiento de la electricidad que se necesita para descarbonizar otros sectores. Cuando se usa un kilovatio/hora de energías limpias en un auto eléctrico para reemplazar el petróleo o en una bomba de calor para reducir el gas, las emisiones caerían 700 g y 600 g de CO₂, [respectivamente](#). Las caídas de estas emisiones se producen fuera del sector eléctrico.

A largo plazo, a medida que la electrificación de la economía se acelere, los ahorros de emisiones de energía limpia serán más grandes fuera que dentro del sector eléctrico, siempre que las energías limpias crezcan en consonancia con la economía eléctrica.

Nos acercamos al punto crítico a nivel mundial

La brecha entre el crecimiento en la generación de electricidad limpia y el crecimiento en la demanda de electricidad se ha estado acortando en los últimos años.

En 2022, las energías limpias se acercaban a cumplir con todo el crecimiento en la demanda de electricidad. La demanda de electricidad aumentó 694 TWh (+2,5 %) en 2022, en consonancia con el crecimiento promedio para 2010–2021. En 2022, el crecimiento de las energías eólica y solar cubrió el 80 % del aumento de la demanda de electricidad, mientras que todas las energías renovables en conjunto cubrieron el 92 % del aumento. Sin embargo, como resultado, el carbón y otros combustibles fósiles todavía debían aumentar para cubrir la brecha restante en la demanda y los déficits de la generación de energía nuclear y gas.

Esta brecha se viene cerrando año tras año. Por ejemplo, el crecimiento en las energías eólica y solar en 2018 cubrió el 26 % del crecimiento de la demanda, en comparación con el 80 % en 2022.

El crecimiento de las energías limpias ha respondido a todo el aumento en la demanda de electricidad en 2015 y en 2019, pero solo porque la demanda de electricidad estaba por debajo del promedio. Existe una gran posibilidad de que el crecimiento de las energías limpias pueda satisfacer todo el crecimiento en la demanda de electricidad ya en 2023 (consulte [Una era nueva de disminución de combustibles fósiles, ¿ya en 2023?](#)).

Cambio continental

Desde 2015, se ha acelerado el crecimiento de las energías limpias, y esto trae cambios en el sector eléctrico a nivel mundial. En Norteamérica y Europa, la demanda de electricidad se ha mantenido prácticamente sin cambios en los últimos años, por lo que el crecimiento de las energías limpias redujo la generación con combustibles fósiles. La generación con combustibles fósiles en la UE y EE. UU. tuvo un pico en 2007, luego en Australia en 2009, Japón en 2012 y Corea del Sur en 2018. No obstante, ninguno de estos países se enfrenta también a un crecimiento rápido en la demanda de electricidad.

En términos generales, el resto del mundo todavía es testigo de una demanda de electricidad de rápido aumento. Lo que es alentador es que ese aumento queda cubierto cada vez más con energías limpias.

Más de la mitad del aumento en la demanda de electricidad en Asia (52 %) quedó cubierta con electricidad limpia en el período de siete años de 2015 a 2022, más del doble del 26 % logrado en los siete años previos. Eso es importante dado que el 84 % del aumento de la demanda de electricidad a nivel mundial de 2015 a 2022 sucedió en Asia.

En África, la proporción del crecimiento de la demanda de electricidad cubierta con fuentes de electricidades limpias se duplicó en términos generales, del 23 % en el período 2008–2015 al 61 % en el período 2015–2022. El aumento en las energías limpias en Medio Oriente fue solo suficiente para cubrir el 14 % del incremento en la demanda de electricidad del 2015 al 2021, aunque en los siete años previos, no hubo crecimiento neto en la generación de energías limpias.

América Latina fue la única región durante los últimos siete años que registró un aumento de las energías limpias lo suficientemente rápido para satisfacer la creciente demanda de electricidad y reducir la generación con combustibles fósiles.

China e India: ¿qué tan cerca están?

En los últimos diez años, tres cuartos del crecimiento de la demanda de electricidad a nivel mundial se produjeron en China e India (61 % y 12 %, respectivamente). La IEA [calcula](#) que, en los próximos tres años, estos dos países seguirán representando la mayor parte del incremento en la demanda a nivel mundial: China representará el 54 % e India, el 9 %. Por eso, el panorama para estos dos países es esencial para entender la transición a nivel mundial.

En China, el crecimiento en la generación de electricidad limpia está cerca de satisfacer todo el crecimiento en la demanda de electricidad. En 2022, la generación de energías eólica y solar aumentó 259 TWh, y así se cubrió el 69 % del crecimiento en la demanda de electricidad, mientras que las fuentes de electricidades limpias cubrieron el 77 %.

Sin embargo, la tasa de crecimiento promedio en la demanda de electricidad de China en los últimos diez años fue del 6 %, sustancialmente más alta que el aumento del 4,4 % en 2022. Si la demanda de electricidad vuelve a esa tendencia, el objetivo de las energías limpias ya no quedará tan cerca. Con la demanda de electricidad per cápita de China ya en consonancia con la de la UE, el impacto de los ahorros de eficiencia energética en la demanda de electricidad puede ser incluso más importante que el crecimiento de la energía limpia al determinar el momento en que la generación con combustibles fósiles empieza a caer.

En China, el crecimiento en la generación de las energías eólica y solar se da en simultáneo con la producción continua de energía nuclear, energía hidroeléctrica y bioenergía. Ante este panorama, es probable que China alcance un máximo histórico en las emisiones del sector eléctrico y, por ende, un pico en el carbón siguiendo su objetivo de 2025 o posiblemente antes. Sin embargo, no se sabe con tanta certeza a qué velocidad se reducirá la electricidad generada con carbón en la segunda mitad de esta década, lo que es crucial para el clima, dado que China generó el 53 % de la electricidad mundial generada a partir del carbón en 2022.

En India, el crecimiento de la electricidad limpia todavía está lejos de satisfacer el total del crecimiento en la demanda de electricidad. En 2022, la demanda de electricidad aumentó de manera significativa (+124 TWh, +7,2 %) cuando la economía se recuperaba después de una desaceleración en 2021, en medio de una segunda ola de la pandemia por COVID-19. Las energías eólica y solar en India solo aumentaron 29 TWh y cubrieron así el 23 % del crecimiento de la demanda, mientras que todas las fuentes de electricidades limpias subieron 47 TWh y proporcionaron un 38 %. Por ende, las energías limpias tuvieron un papel relativamente pequeño en la desaceleración de la creciente generación con combustibles fósiles en India.

Predecir el crecimiento de la demanda de electricidad es un tema polémico en India. En los últimos diez años (2012–2022), se alcanzó un crecimiento promedio anual del 5,3 % en la demanda de electricidad. En el reciente borrador del [14.º Plan nacional de electricidad](#) (NEP14), se supone que habrá un crecimiento del 6,1 % en promedio cada año hasta el año financiero 2032. A medida que las tasas de producción de las energías solar y eólica aumenten para cubrir el objetivo del gobierno de 450 GW para 2030, la generación adicional de las energías eólica y solar podría [cubrir](#) el crecimiento de la demanda anual de alrededor del 4 o 5 % hasta 2030. Sin embargo, si la demanda de electricidad crece más rápido, es probable que la generación con carbón siga creciendo.

La electrificación significa mayor necesidad de energías limpias

No solo las economías con un desarrollo rápido verán un aumento en la demanda de electricidad. A medida que la electrificación limpia despegue y el sistema eléctrico se reconstruya en torno a la electricidad limpia, las economías maduras también deberán lidiar con cómo responder a una demanda creciente con fuentes de electricidades limpias.

El porcentaje de electrificación en el consumo total de electricidad está aumentando. Se estima que subirá de un 20 % en 2021 a un 27 % en 2030, a

medida que la electrificación ayude a descarbonizar diferentes sectores, en especial el transporte y la calefacción, según lo indica la [IEA](#). Esto significará un aumento notable en la demanda de electricidad. Por lo tanto, todas las economías deben asegurarse de que producen las energías limpias suficientes para cubrir el aumento de la demanda de electricidad y reemplazar los combustibles fósiles.

Una era nueva de disminución en las emisiones del sector eléctrico

El 2022 puede marcar el final del crecimiento de los combustibles fósiles y, finalmente, alcanzar un pico para las emisiones del sector eléctrico. Esto sería un paso en la dirección correcta, pero resta mucho trabajo por hacer para lograr con rapidez las disminuciones en las emisiones necesarias para un camino en consonancia con los 1,5 °C.

Una era nueva de disminución de combustibles fósiles, ¿ya en 2023?

Ya en 2023, las energías eólica y solar podrían empujar al mundo hacia una era nueva de reducción en la generación con combustibles fósiles y, por ende, de las emisiones del sector eléctrico. La caída será pequeña en 2023, pero aumentará cada año a medida que crezcan más las energías eólica y solar, lo que podría significar que las emisiones del sector eléctrico nunca alcancen un máximo más alto que en 2022.

La generación con combustibles fósiles ha caído anteriormente, pero solo cuando la demanda de electricidad estuvo por debajo del promedio a causa de problemas económicos: 2009, 2015, 2019 y 2020. En 2023, esto sucederá por primera vez a nivel estructural y duradero.

Históricamente, gran parte de la creciente demanda de electricidad se ha cubierto gracias a la generación con combustibles fósiles. Sin embargo, todo eso cambió cuando las energías solar y eólica comenzaron a prevalecer. A nivel mundial, las energías eólica y solar generaron 3444 TWh en 2022. Si no se hubieran producido las energías eólica y solar y, en cambio, se hubiera generado con combustibles fósiles adicionales, con carbón y gas en proporción a la matriz actual, las emisiones del sector eléctrico hubieran sido de 2,4 gigatoneladas más que en 2022. O bien, para decirlo de otra manera, las emisiones del sector eléctrico podrían haber sido un 20 % más altas en 2022 sin las energías eólica y solar.

Ember anticipa que la primera caída en la generación con combustibles fósiles ocurrirá en 2023. Esto se basa en la hipótesis de que, en 2023, se registrará la tasa de crecimiento porcentual promedio de los últimos diez años para la demanda de electricidad (+2,5 %, +726 TWh), la generación de energías eólica y solar (+19 %, +641 TWh) y otras energías limpias (+1,7 %, +132 TWh). De esta manera, la generación con combustibles fósiles sufrirá una pequeña caída de 47 TWh (-0,3 %) en 2023. Esta pequeña caída es incierta, pero si la generación con combustibles fósiles no baja en 2023, es prácticamente seguro que disminuirá a partir de 2024 cuando las energías eólica y solar hayan tenido un año más de crecimiento.

Según la perspectiva de Ember, se puede suponer de manera razonable que estas tasas de crecimiento se aplicarán en 2023. Primero, parece lógico que la demanda de electricidad crezca a una tasa del 2,5 % dados los pronósticos macroeconómicos del momento. La demanda de electricidad aumentó un 2,5 % el año pasado y el último [pronóstico del FMI](#) muestra un crecimiento del PBI mundial en 2023 apenas más bajo que en 2022, aunque con más peso en el caso de China. En segundo lugar, también parece razonable que la generación de las energías solar y eólica aumente a una tasa del 19 %, según las perspectivas del mercado de las adiciones de capacidad para las energías solar y eólica. La visión más conservadora es la de la IEA, que [estima](#) un aumento en la generación de las energías solar y eólica del 16 % en 2023. Otros indican valores mucho más altos: [BNEF](#) calcula que la capacidad de la energía solar

subirá un 28 % en 2023. Por último, la perspectiva de que otros tipos de electricidad limpia crezcan a una tasa del 1,7 % parece conservadora; la IEA estima un aumento del 5 % en la generación de [energía hidroeléctrica](#) y una suba del 4 % en la generación de [energía nuclear](#) en 2023. Se calcula que la generación con combustibles fósiles caerá un 20 % en la [UE](#) en 2023 y un 8 % en [EE. UU.](#), en comparación con el incremento del 3 % y del 2 %, respectivamente, en 2022.

Otros organismos investigadores calculan que este momento sucederá pronto. Rystad Energy también comparte la visión de que las emisiones del sector eléctrico pueden caer en 2023. En febrero, Rystad Energy [estimó](#) que el total de emisiones en toda la economía alcanzaría un pico en 2025 y que el sector eléctrico registraría un descenso de las emisiones en 2023. En enero, la IEA [calculó](#) que el mundo está “cerca del punto de inflexión” de disminuir las emisiones del sector eléctrico en su análisis para 2025, pero no se especificó en qué año podría suceder.

Las energías solar y eólica le arrebatan la participación en el mercado a la generación con combustibles fósiles

Desde 2015 ha habido una tendencia clara de que las energías solar y eólica le quitarán la participación en el mercado a la generación con combustibles fósiles. A nivel mundial, la participación en el mercado de las energías eólica y solar ha aumentado 7 puntos porcentuales, mientras que la participación en el mercado de los combustibles fósiles caerá 5 puntos porcentuales.

En el gráfico a continuación, se muestra el cambio en la matriz eléctrica de los diez países más emisores de CO₂, lo que confirma que las energías solar y eólica, en su mayor parte, determinan la reducción de la participación en el mercado de los combustibles fósiles.

En seis de esas regiones, la participación en el mercado de las energías eólica y solar aumentó considerablemente en 2022 con respecto a 2015, y esto causó, principalmente, una caída del mismo valor en la generación con combustibles fósiles. Hubo solo dos excepciones: la UE (que tuvo una excepción en 2022 debido a un mínimo histórico de las energías nuclear e hidroeléctrica) y Japón (porque activó nuevamente unidades nucleares que habían estado inactivas desde 2015).

En cuatro de esas regiones, la participación en el mercado de las energías eólica y solar prácticamente no aumentó. Arabia Saudita e Irán cubrieron la creciente demanda de electricidad con mayor generación a partir del gas y del petróleo, que ya dominaban; esto dejó a la matriz eléctrica en 2022 en el mismo lugar que ocupaba en 2015. De alguna manera, Rusia redujo la participación en el mercado de la generación con combustibles fósiles mediante un incremento en la generación de energía nuclear, e Indonesia lo logró mediante una combinación de generación de energía hidroeléctrica, energía geotérmica y bioenergía.

¿Se puede disminuir gradualmente el uso del carbón, pero sin cerrar las centrales eléctricas de carbón?

A fines de 2021, los líderes mundiales en la COP26 acordaron “reducir gradualmente” la electricidad a partir del carbón sin disminuir. Sin embargo, se cerraron menos centrales eléctricas de carbón en 2022 que en cualquier otro año desde 2014.

En China, solo se retiró el 0,1 % del parque de centrales eléctricas de carbón en 2022 (el mismo porcentaje que en 2021). En [2021](#) hubo cortes de electricidad, lo que provocó que el presidente Xi Jinping [anunciara](#) en 2022 que “establecería las centrales nuevas antes de demoler las antiguas”. De esta manera, el cierre de centrales eléctricas de carbón quedó en el fondo de su agenda política. Sin embargo, también [resurgió](#) el apetito de China por el carbón nuevo. Las nuevas centrales eléctricas de carbón, anunciadas, autorizadas y en construcción, se aceleraron drásticamente en China en 2022. Los permisos nuevos alcanzaron el nivel más alto desde 2015 y se inició la construcción de 50 GW de capacidad de electricidad a partir del carbón en 2022, lo que significó un aumento de más del 50 % desde 2021. La capacidad de electricidad a partir del carbón que se empezó a construir en China fue seis veces más grande que la del resto del mundo combinada. Esto significó que el aumento neto en la capacidad de carbón (+2 %) fue mayor que el aumento en la generación con carbón (+1,5 %); en consecuencia, el uso de las centrales de energía geotérmica de China cayó [4379 horas](#) en 2022, lo que estuvo por debajo del 50 % por primera vez.

Al igual que China, India también sufrió cortes de electricidad en 2021, que luego [continuaron](#) en 2022. En India, la Autoridad Central de Electricidad [pidió](#) que no se cerrara ninguna central eléctrica de carbón hasta 2030; entonces, al igual que China, India también se posiciona para mantener las centrales eléctricas de carbón abiertas por el momento.

En la UE, se reabrieron centrales eléctricas de carbón antiguas. Hubo 26 unidades de carbón antiguas que volvieron a funcionar de emergencia en el invierno de 2022, cuando Rusia cortó casi todo el gas de los gasoductos a Europa. Sin embargo, el uso promedio de las 26 unidades durante el invierno fue solo de un 18 % y [se agregó apenas un 1 % a la generación de Europa en 2022](#). La mayoría de las reactivaciones de centrales se planificó solo para uno o dos inviernos. En gran parte, los compromisos adoptados por los países europeos para eliminar de manera gradual el carbón no se han visto afectados.

Si bien esta tendencia puede inquietar a aquellos que esperan un cierre rápido de las centrales eléctricas de carbón, la “disminución gradual de electricidad a partir del carbón” debe medirse en las caídas de las emisiones de CO₂, no solo en la cantidad de centrales eléctricas de carbón cerradas. Mantener las luces encendidas

es más importante que cerrar las centrales eléctricas de carbón. El papel provisorio de las centrales eléctricas de carbón, antes de su cierre, es funcionar más a modo de reserva, pero esto contribuirá cada vez más al exceso en el suministro. Este excedente en el suministro no debe desacelerar al resto de las inversiones en la transición y tampoco a la caída, en general, de la generación con carbón.

Los planes para disminuir de manera gradual el uso del carbón deben tener en cuenta cómo reducir la generación y, además, retirar la capacidad. [Indonesia](#) y [Vietnam](#) han asegurado compromisos de financiamiento internacional para que los apoyen a reducir el uso de carbón y expandir las energías limpias. India también considera si debe negociar un [trato](#) de transición a las energías limpias; si lo hace, es posible que no sea tan explícita en los compromisos por disminuir de manera gradual el uso del carbón.

Se acerca una disminución gradual de la electricidad a partir del gas

El 2022 cambió por completo el panorama del gas. La invasión de Rusia a Ucrania disparó los precios del gas a niveles récord, que han [cambiado para siempre la percepción](#) del gas como un recurso seguro, abundante y barato.

En el G7, que generó el 40 % de la electricidad mundial a partir del gas en 2022, el aumento de las energías limpias significará la reducción gradual en simultáneo del carbón y del gas, mientras que antes se centraba en la eliminación gradual del carbón. Está claro que los países del G7 están interesados en la disminución gradual del gas: en junio de 2022, el G7 [fortaleció](#) su compromiso por descarbonizar los suministros de electricidad para 2035. El camino hacia las cero emisiones netas de la IEA muestra que [solo el 2 % de la electricidad del G7](#) provendrá del gas que no se haya disminuido en 2035.

Medio Oriente, África y América Latina representaron el 39 % del crecimiento en la generación de electricidad mundial a partir del gas en la última década (2012-2022), ya que el gas cubrió la mayor parte del aumento en la demanda de electricidad en estas regiones. No obstante, la generación de las energías eólica y solar está satisfaciendo el crecimiento en la demanda de electricidad cada vez más: en 2022, fue suficiente para satisfacer cerca del 2 % del crecimiento de la demanda de electricidad en esas regiones en su totalidad, el doble de la tasa de 2018. Algunos países pueden aferrarse a la electricidad limpia incluso con mayor agresividad para reducir la electricidad a partir del gas. Esto es relevante particularmente en la región de Medio Oriente, que generó el 15 % de la producción mundial de gas en 2022. Debido a que en la mayoría de estos países hay muy poca electricidad a partir del carbón, las energías eólica y solar impactarán casi de manera exclusiva en el gas.

En Asia, en 2022, la electricidad a partir del carbón fue cinco veces mayor que la electricidad a partir del gas. La preocupación fue siempre que [Asia aumentaría la electricidad a partir del gas para reemplazar parte de la generación con carbón](#). Sin embargo, la crisis energética ha reducido el riesgo del puente de gas: la mayoría de los países en Asia dependen del gas importado. Las mayores preocupaciones sobre el costo y la seguridad significan que existe una oportunidad auténtica de una transición duradera directamente del carbón a la electricidad limpia. El potencial de la electricidad a partir del gas como un puente en Asia es menor que antes. La cuestión es si el crecimiento de las energías limpias será suficiente para recortar las emisiones de la electricidad a partir del carbón sin pasar al gas.

La cantidad de centrales nuevas de gas construidas en 2022 fue la más baja de los últimos 18 años. De acuerdo con la [información](#) del grupo Global Energy Monitor (GEM), en 2022 se construyeron 31 GW. Con la demora en la construcción de centrales eléctricas nuevas, es poco probable que esto esté relacionado con la crisis energética en 2022. El impacto se sentirá en los próximos años y es posible que provoque tasas de producción incluso más bajas.

Los cambios en la capacidad en 2022 —menos cierres de centrales eléctricas de carbón, pero menos centrales de gas nuevas— sugieren que, en lugar de un rápido descenso solo en la electricidad a partir del carbón, posiblemente haya una caída más equitativa en la electricidad a partir del carbón y del gas. Las centrales eléctricas de gas aún tendrán un papel a mediano plazo: algunas funcionarán menos horas y otras podrán ser repotenciadas para funcionar con hidrógeno.

La década de 2020 es la década de implementación. El [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#) muestra que, de 2021 a 2030, debemos aumentar la generación de las energías eólica y solar cerca de cinco veces (la energía solar siete veces y la energía eólica cuatro veces), mientras que otros tipos de electricidad limpia deberán subir un 54 %. Esto reduciría a la mitad la electricidad a partir del carbón (-54 %) y un 24 % la electricidad a partir del gas. Esa es la magnitud del desafío. Diez años después en 2040, el mundo necesitará un sector eléctrico con cero emisiones netas. Eso significa no solo disminuir gradualmente la electricidad a partir del carbón, sino también la práctica eliminación progresiva de la electricidad a partir del gas.

Capítulo 4 | Tendencias en electricidad a nivel mundial

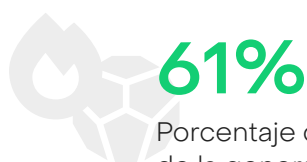
Datos sobre el sector eléctrico a nivel mundial en 2022

Una descripción general de las tendencias a largo plazo y el avance mundial hacia las emisiones cero netas

Generación de electricidad a nivel mundial

Tendencias sobre electricidad 2022

La matriz de generación de electricidad a nivel mundial aún está dominada por los combustibles fósiles, que significaron el 61 % de la generación de electricidad en 2022. De la generación a nivel mundial, el carbón representó el 36 % (10 186 TWh), el gas de origen fósil el 22 % (6336 TWh) y los otros combustibles fósiles el 3 % (850 TWh). La energía hidroeléctrica se mantuvo como la fuente de electricidad limpia más grande con un 15 % (4311 TWh), y la energía nuclear fue la segunda fuente más grande con un aporte de un poco más del 9 % (2611 TWh). La energía eólica y la solar juntas alcanzaron una participación del 12 % de la electricidad a nivel mundial (3444 TWh): la energía eólica un 7,6 % (2160 TWh) y la solar un 4,5 % (1284 TWh). La bioenergía generó un 2,4 % (672 TWh) de la electricidad a nivel mundial, y otras energías renovables llegaron a un 0,4 %.



Porcentaje de fósiles de la generación de electricidad en 2022

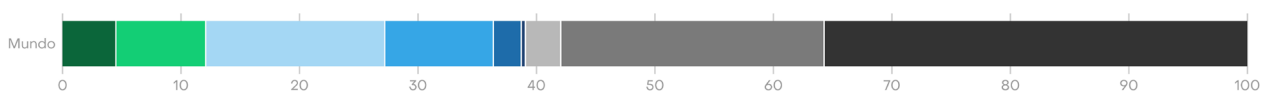


Porcentaje de energía eólica y solar de la generación de electricidad en 2022

Matriz eléctrica mundial

Porcentaje de electricidad (%)

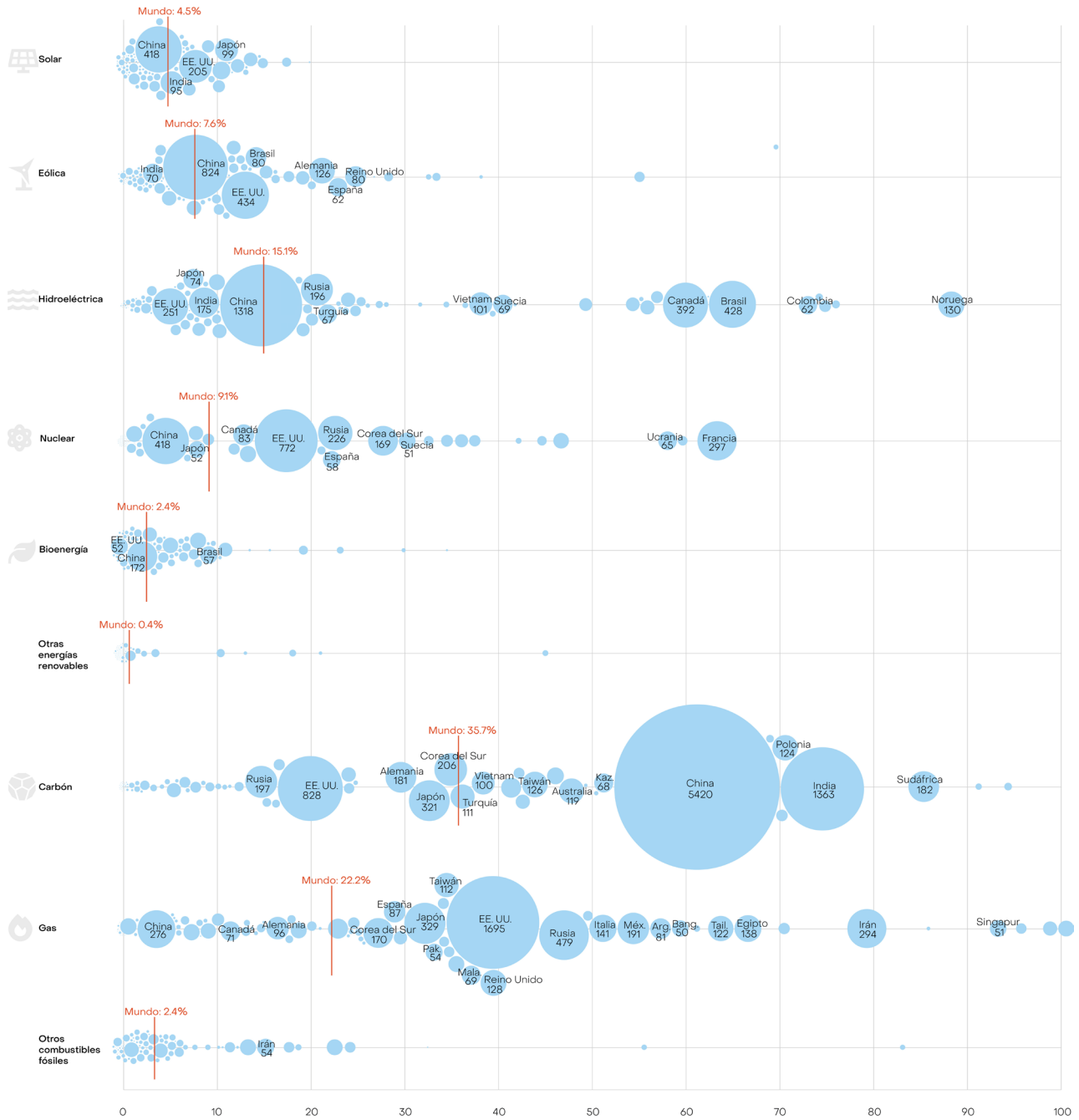
Solar Eólica Hidroeléctrica Nuclear Bioenergía
Otr. ener. renov. Otr. comb. fós. Gas Carbón



Contexto global

Generación de electricidad a nivel mundial

Generación de electricidad (TWh, tamaño de la burbuja) y porcentaje de electricidad (% , eje de las x)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Cambio en 2022

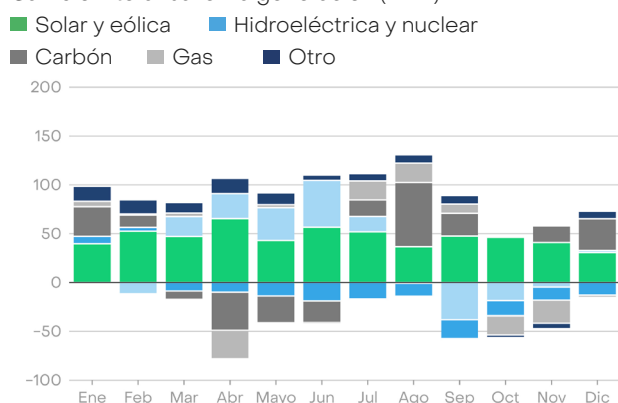
El cambio más significativo en la generación de electricidad en 2022 fue el récord de crecimiento interanual de energía solar y eólica, ya que se registró un aumento de 245 TWh (+24 %) y 312 TWh (+17 %), respectivamente.

En 2022, también se observó una caída histórica en la generación de energía nuclear con una baja del 4,7 % (-129 TWh) en comparación con el año anterior por temas de mantenimiento en Francia y Japón y cierres de plantas en Alemania y Bélgica. La generación de energía hidroeléctrica a nivel mundial aumentó un 1,7 % (+73 TWh), a pesar de las caídas importantes por la ola de calor en la UE y en algunos otros países. En el contexto de precios inestables del gas y la preocupación por la seguridad del suministro a causa de la invasión de Rusia a Ucrania, la generación de gas a nivel mundial permaneció casi sin cambios y disminuyó levemente un 0,2 % (-12,3 TWh). El carbón aumentó un 1,1 % (+108 TWh).

Estos cambios dieron lugar a un desplazamiento en la matriz eléctrica a nivel mundial a favor de la energía eólica y la solar. La energía eólica y la solar combinadas proporcionaron 12 % de la generación a nivel mundial, en comparación con el 10 % en 2021. Otras fuentes de electricidad limpia cayeron; la energía nuclear sufrió la reducción de porcentaje más grande (-0,7 puntos porcentuales), mientras que la energía hidroeléctrica bajó 0,1 puntos porcentuales. El porcentaje de carbón en la matriz eléctrica disminuyó apenas al 35,7 % (-0,5 puntos porcentuales). Del mismo modo, el porcentaje de gas bajó 0,6 puntos porcentuales a 22,2 %.

Cambios mensuales en la generación de electricidad a nivel mundial

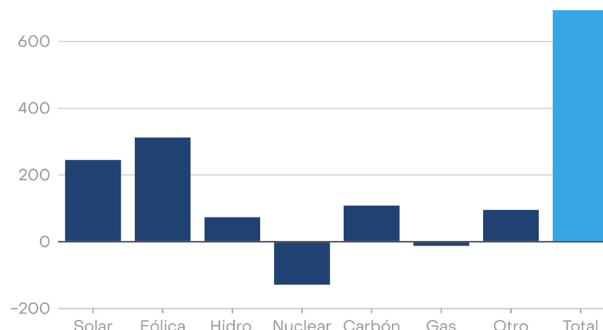
Cambio interanual en la generación (TWh)



Fuente: Ember

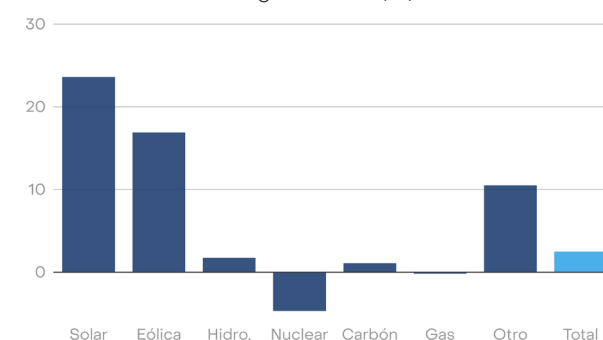
Cambios absolutos en la generación de electricidad a nivel mundial

Cambio interanual en la generación (TWh)



Cambios relativos en la generación de electricidad a nivel mundial

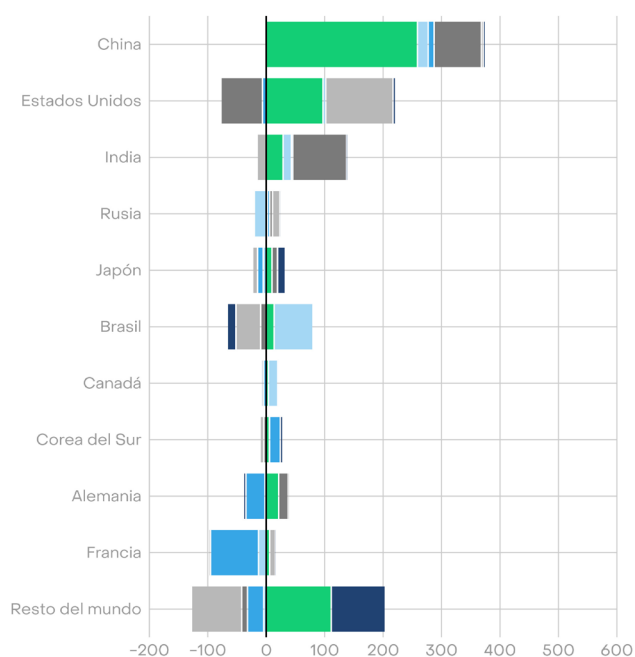
Cambio interanual en la generación (%)



Cambios en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (TWh)

■ Solar y eólica ■ Hidroeléctrica y nuclear
■ Carbón ■ Gas ■ Otro



Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Tendencias a largo plazo

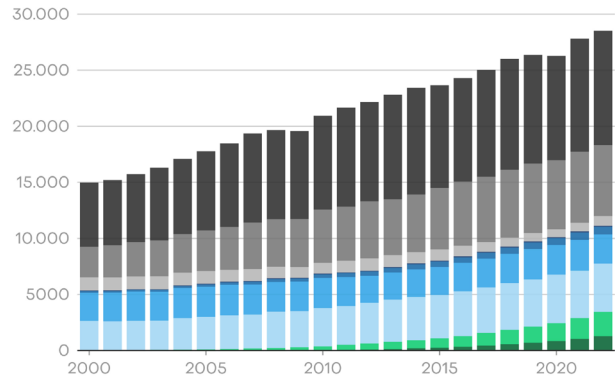
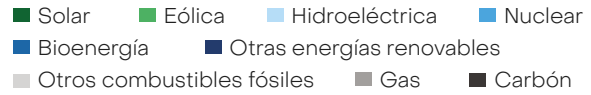
La dependencia mundial en la energía de combustibles fósiles se ha reducido solo levemente en las últimas dos décadas, de 64 % en 2000 a 61 % en 2022. Durante ese período, la generación de carbón creció en términos absolutos desde 5719 TWh en 2000 hasta 10 186 TWh en 2022, incluso mientras su porcentaje de generación disminuyó de 38 % en 2000 a 36 % en 2022. La generación de gas ha aumentado cuatro puntos porcentuales desde 2000 y representó el 22 % de la electricidad a nivel mundial en 2022. La generación de otros combustibles fósiles cayó de 7,8 % a 3 % durante ese mismo período.

En 2000, la generación de energía eólica y solar casi no estaba representada y creció durante las dos últimas décadas para alcanzar un 12 % en 2022. La energía solar tuvo un arranque acelerado como la fuente de electricidad de más rápido crecimiento durante los últimos 18 años, seguida de cerca por la energía eólica. En comparación, las otras formas de electricidad con bajo carbono no han tenido una rápida trayectoria de crecimiento. La bioenergía aumentó su porcentaje levemente durante el mismo período, mientras que la energía hidroeléctrica y la nuclear cayeron en la matriz a nivel mundial. El porcentaje de la energía nuclear es el que más se redujo, de un 17 % de la electricidad a nivel mundial en 2000 a solo un 9,2 % en 2022.

Desde 2015, el año en que se firmó el Acuerdo de París, el porcentaje de la energía solar en la electricidad a nivel mundial se ha cuadruplicado y aumentó de 1,1 % en 2015 a 4,5 % en 2022. En el mismo período, el porcentaje de la energía eólica se ha duplicado con creces, pasó de 3,5 % en 2015 a 7,6 % en 2022. La generación de bioenergía aumentó solo apenas en la matriz a nivel mundial (+0,3 puntos porcentuales) mientras que los porcentajes de las otras fuentes cayeron: el carbón del 39 % en 2015 al 36 % en 2022, el gas del 23 % al 22 %, otros combustibles fósiles del 4,3 % al 3 %, la energía nuclear del 11 % al 9,2 % y la energía hidroeléctrica del 17 % al 15 %.

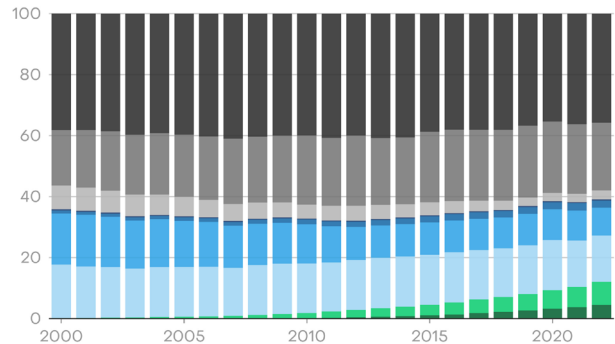
Generación de electricidad a nivel mundial

Generación (TWh)



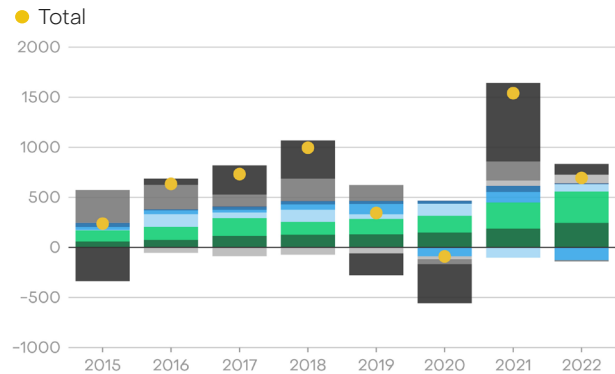
Matriz eléctrica mundial

Porcentaje de electricidad (%)



Cambios anuales en la generación de electricidad a nivel mundial

Cambio interanual en la generación (TWh)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.



Progreso hacia las emisiones cero netas

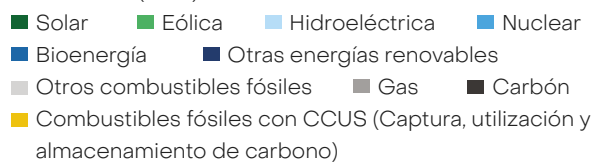
Existe un consenso universal en cuanto a que el sector eléctrico a nivel mundial debe eliminar las emisiones de carbono para que el planeta mantenga el calentamiento global por debajo de 1,5 °C. Esto se puede lograr de varias maneras. De acuerdo con el [escenario de Cero Emisiones Netas de la IEA](#), las plantas de electricidad a partir del carbón que no hayan disminuido deben eliminarse gradualmente para 2035 en las economías maduras y para 2040 en las economías en desarrollo. El gas que no haya disminuido (gas sin captura y almacenamiento de carbono) producirá solo 5 % (13 TWh) de la generación mundial en general en 2035 y se deberá eliminar de forma gradual para 2040. La energía eólica y la solar constituirán el segmento principal de la generación de electricidad a nivel mundial, lo que proporcionará casi un 70 % de la electricidad a nivel mundial en 2050. Para esa época, cerca del 90 % de la electricidad se producirá a través de energías renovables. En el capítulo 5, se incluyen más detalles sobre cada fuente de electricidad.

El crecimiento destacable de la energía eólica y solar deja entrever el sistema eléctrico limpio del futuro, pero el crecimiento continuo, aunque lento, de los combustibles fósiles sigue frenando el avance en un camino hacia el 1,5 °C. Según la IEA, el carbón debe caer un 8,3 % por año entre 2021 y 2030, y la generación de gas debe bajar un 3 % anualmente en el mismo período. Ambos aumentaron en 2022, pero este puede ser el último año de crecimiento de los combustibles fósiles y el pico de emisiones del sector eléctrico (consulte el capítulo 3). En cambio, la energía solar creció un 24 % en 2022, cerca de la tasa anual requerida entre 2021 y 2030 del 25 %, mientras que la energía eólica alcanzó la tasa requerida del 17 % en 2022. Sin embargo, su crecimiento todavía parte de una base relativamente pequeña. Mantener semejantes tasas de crecimiento altas año a año será cada vez más difícil a medida que las industrias crezcan.

Las otras fuentes limpias también deben aumentar su generación. La generación de energía nuclear debe crecer un 3,8 % por año, pero cayó un 4,7 % en 2022. La energía hidroeléctrica debe aumentar un 3,2 %; sin embargo, creció solo cerca de la mitad de la tasa requerida. El modelo de la IEA observa un crecimiento de la bioenergía del 7,6 % por año entre 2021 y 2030, nueve veces más rápido de lo que creció en 2022. No obstante, se pueden

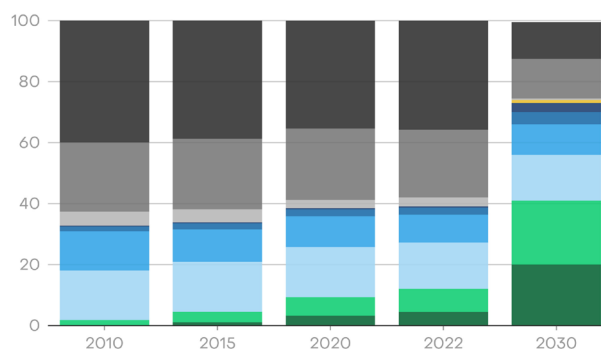
Generación de electricidad a nivel mundial

Generación (TWh)



Matriz eléctrica mundial

Porcentaje de electricidad (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

preferir caminos sin la bioenergía debido a los riesgos de las emisiones (consulte el capítulo 5).

Queda claro que para 2030 el sistema eléctrico a nivel mundial será irreconocible en comparación con el de hace una década: la electricidad será más limpia, se dependerá menos de las importaciones de combustibles fósiles y se usará más para el transporte y la calefacción. La década de 2020 es la década de la implementación. La tarea es monumental, pero un camino hacia el 1,5 °C aún es posible.

Demanda de electricidad a nivel mundial

Tendencias sobre electricidad 2022

La demanda de electricidad a nivel mundial alcanzó un nuevo récord máximo de 28 510 TWh en 2022. Las economías importantes fueron responsables del volumen de esta demanda: China con 8840 TWh (31 %), Estados Unidos con 4335 TWh (15 %), la UE con 2794 TWh (10 %), India con 1836 TWh (6 %), Rusia con 1102 TWh (4 %) y Japón con 968 TWh (3 %). En promedio a nivel mundial, la demanda per cápita fue del 3,6 MWh en 2022, y algunos de los principales países superaron el promedio per cápita a nivel mundial (Estados Unidos con 13 MWh, Corea del Sur con 12 MWh, China con 6,2 MWh, UE con 6,3 MWh) y otros países estuvieron muy por debajo (Bangladés con 0,6 MWh, India con 1,3 MWh).

La electricidad representó alrededor del 20 % del consumo de energía final en 2021. El sector eléctrico es la fuente de crecimiento más rápido en cuanto a la demanda energética final y se prevé que aumente sustancialmente a medida que el mundo le hace frente a la crisis climática al aumentar la electrificación sumado a un crecimiento en la población y a las mejoras en el estándar de vida. De acuerdo con diferentes [escenarios](#), el porcentaje de electricidad en el consumo de energía final puede aumentar entre el 30 % y más del 50 % en 2050.

Los cálculos varían según cuánto crezca la demanda de electricidad en 2050. Algunos de los cálculos de mayor prestigio aparecen en el Escenario de Políticas Declaradas (Stated Policies Scenario, STEPS), el Escenario de Compromisos Anunciados (Announced Pledges Scenario, APS) y en el Escenario de Cero Emisiones Netas en 2050 (Net Zero Emissions Scenario by 2050) realizados por la [IEA](#). En 2050, la demanda de electricidad a nivel mundial es un 75 % más alta en el STEPS que en 2022, un 120 % más alta en el APS y un 150 % más alta en el Escenario de Cero Emisiones Netas en 2050. Queda claro que los escenarios más ambiciosos que reconstruyen el sistema eléctrico en torno a la electricidad limpia requerirán demandas de electricidad mucho más altas que la trayectoria actual.

28510 TWh

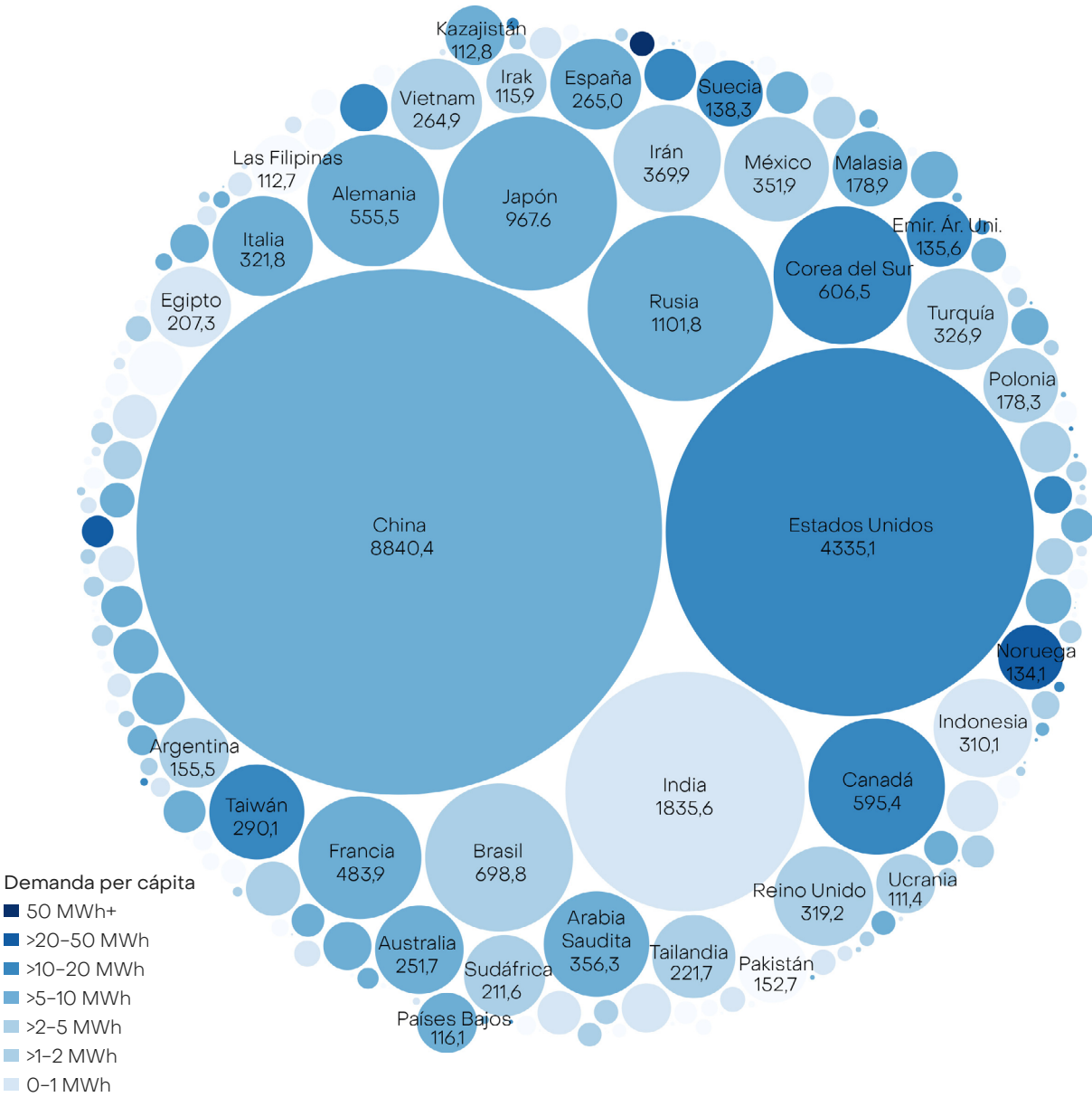
Demanda total mundial en 2022

3.6 MWh

Demanda per cápita

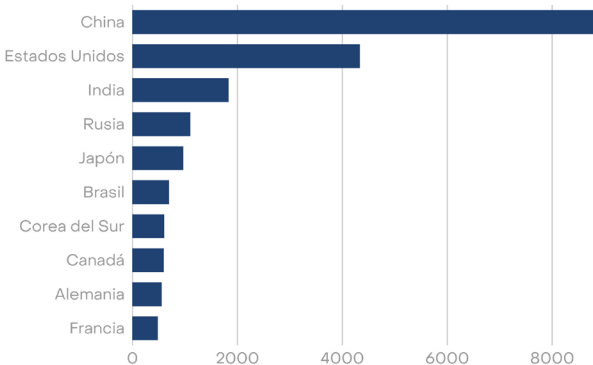
Demanda de electricidad

Demanda de electricidad (tamaño de la burbuja) y demanda per cápita (color de la burbuja)



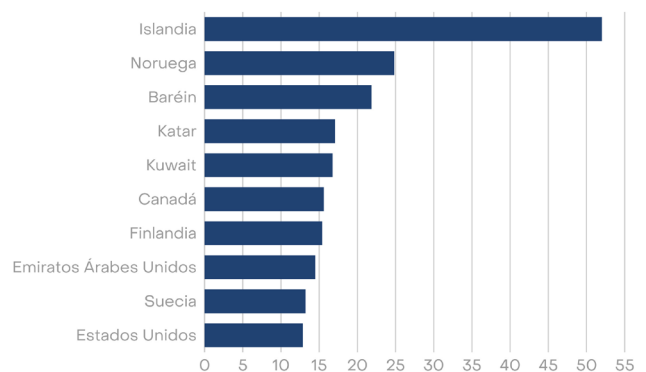
Países con la mayor demanda

Demanda de electricidad (TWh)



Países con la mayor demanda per cápita

Demanda de electricidad per cápita (MWh)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Cambio en 2022

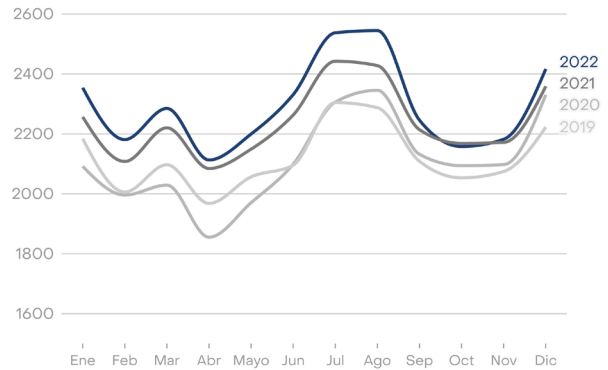
La demanda de electricidad a nivel mundial aumentó 694 TWh (+2,5 %) en 2022 y alcanzó 28 510 TWh, en comparación con 27 816 TWh en 2021. Tal aumento está en amplia consonancia con el crecimiento de la demanda histórica promedio en 2010–2021 del 2,6 % y el crecimiento de la demanda promedio del 2,7 % desde el Acuerdo de París en 2015.

La energía eólica y solar cubrieron el 80 % del crecimiento de la demanda en 2022, mientras que todas las energías renovables en conjunto (eólica, solar, hidroeléctrica, bioenergía y otras energías renovables) abarcaron un 92 % del aumento de la demanda. El incremento en la generación de carbón (+108 TWh) cubrió el aumento restante de la demanda (8 %) así como también el déficit en la generación de energía nuclear y gas. Los otros combustibles fósiles también aumentaron para cubrir el déficit restante (+86 TWh).

El crecimiento en la demanda no fue uniforme en el mundo. China representó el 54 % del aumento mundial en la demanda mientras que los EE. UU. el 21 % e India el 18 %. En cambio, en la UE la demanda de electricidad cayó un 87 TWh (-3 %).

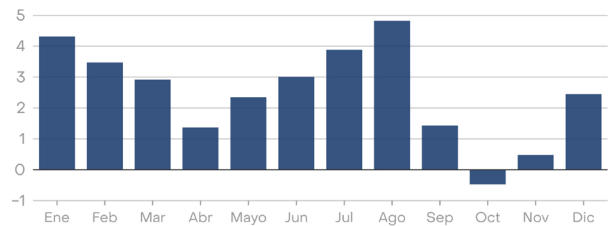
Demanda de electricidad a nivel mundial

Demanda de electricidad (TWh)



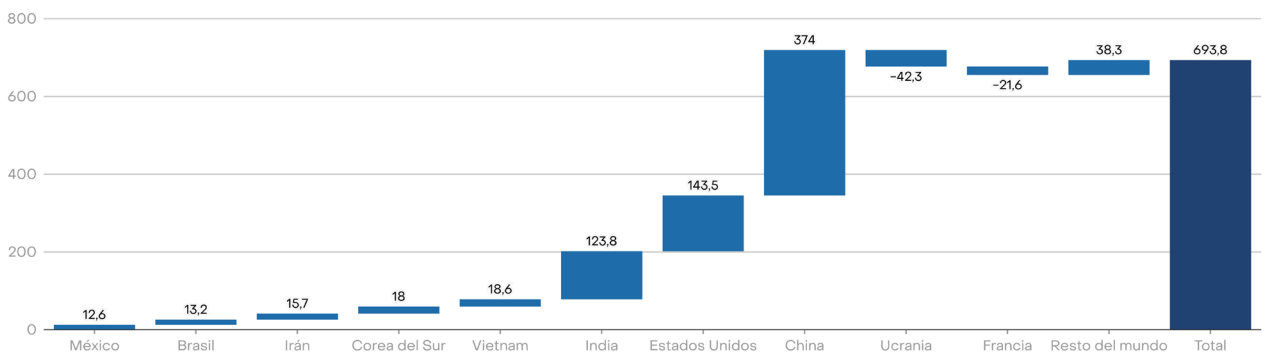
Cambios mensuales en la demanda de electricidad a nivel mundial

Cambio interanual de la demanda (%)



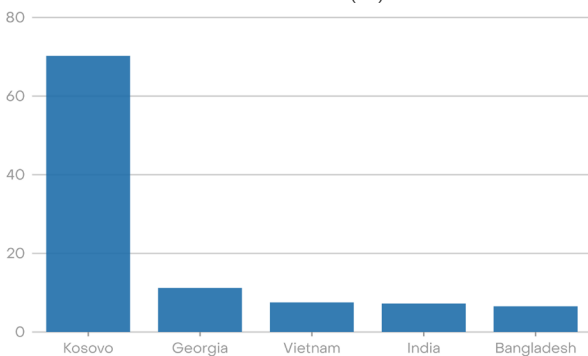
Cambios clave en la demanda de electricidad a nivel mundial

Cambio interanual de la demanda (TWh)



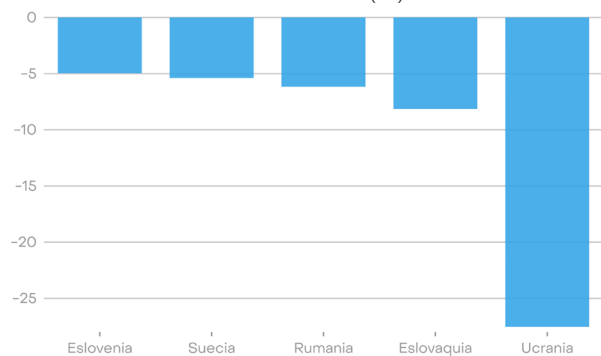
Mayores aumentos

Cambio interanual de la demanda (%)



Mayores descensos

Cambio interanual de la demanda (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

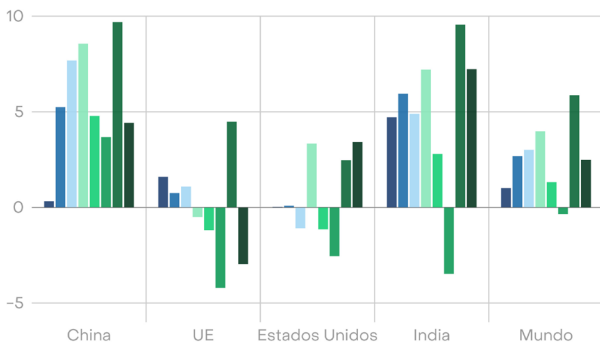
Tendencias a largo plazo

Desde 2000, la demanda de electricidad a nivel mundial se ha casi duplicado, y aumentó de 14 972 TWh en 2000 a 28 510 en 2022. La mayor parte de este aumento estuvo determinado por el incremento en la demanda de las grandes economías en crecimiento. En especial China, donde la generación de electricidad creció más de seis veces y media en las últimas dos décadas, de 1347 TWh en 2000 a 8840 TWh en 2022. En India, la demanda se ha más que triplicado en las últimas dos décadas, de solo 573 TWh en 2000 a 1836 TWh en 2022. El carbón cubrió la mayor parte del aumento en la demanda a nivel mundial y esto llevó a casi duplicar la generación de carbón a nivel mundial. Entre las otras grandes economías en donde la demanda ha aumentado, se incluyen los EE. UU., Rusia e Indonesia.

Desde 2015, el año del Acuerdo de París, la demanda a nivel mundial ha crecido de 23 660 TWh a 28 510 TWh en 2022, un promedio del 2,7 % por año.

Cambios anuales en la demanda de electricidad

Cambio interanual de la demanda (%)
 2015 2022



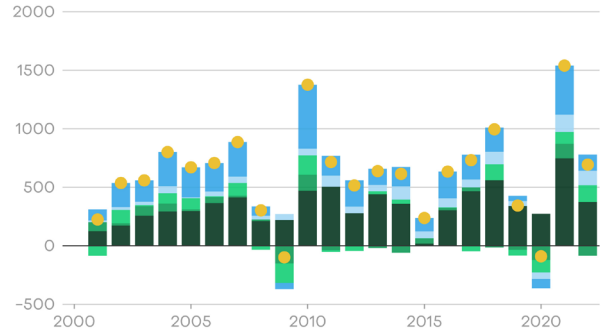
Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Cambios anuales en la demanda de electricidad a nivel mundial

Cambio interanual de la demanda (TWh)

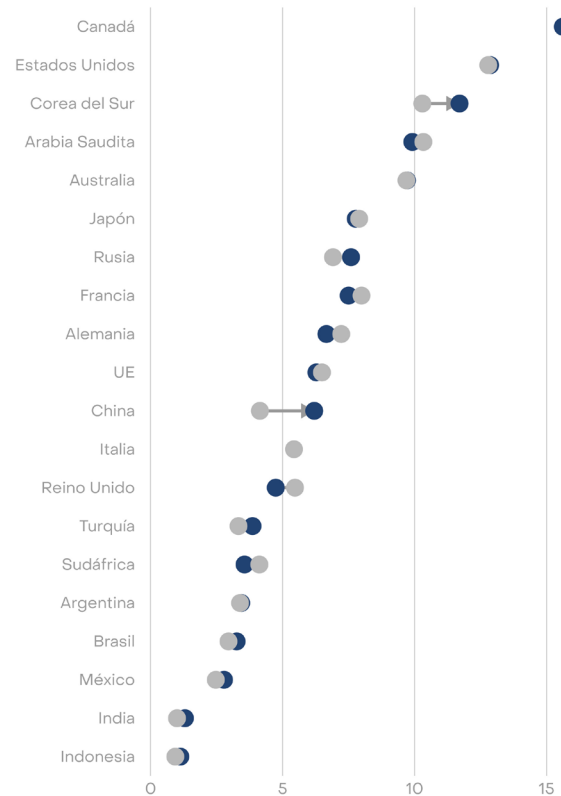
China UE EE. UU. India Resto del mundo
 Total



Demanda per cápita en los países del G20

Demanda per cápita (MWh)

2015 2022





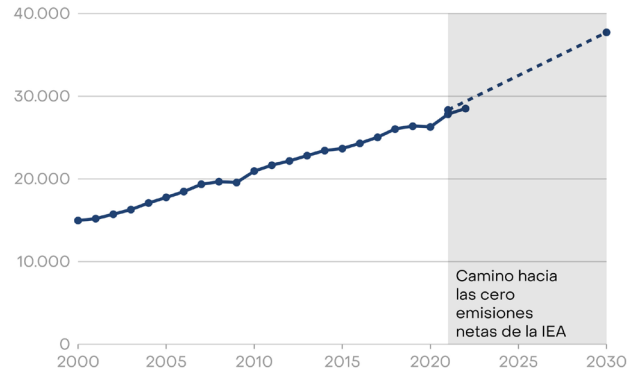
Progreso hacia las emisiones cero netas

El crecimiento en la demanda de electricidad es una parte central en todo camino hacia las emisiones cero netas, ya que una electrificación limpia ayuda a reducir las emisiones en diferentes sectores, como transporte, calefacción e industria. En el [escenario de Cero Emisiones Netas de la IEA](#), la demanda de electricidad crece 3,2 % por año entre 2021 y 2030, lo que representa un aumento del crecimiento anual promedio del 2,7 % entre 2015 y 2022.

La electrificación aumenta la demanda de electricidad, pero la eficiencia energética también ayuda a reducir los incrementos en la demanda. Prevenir un crecimiento desenfrenado de la demanda de electricidad es esencial para cumplir con los objetivos climáticos. El mundo aún no está en una era de electricidad limpia ilimitada.

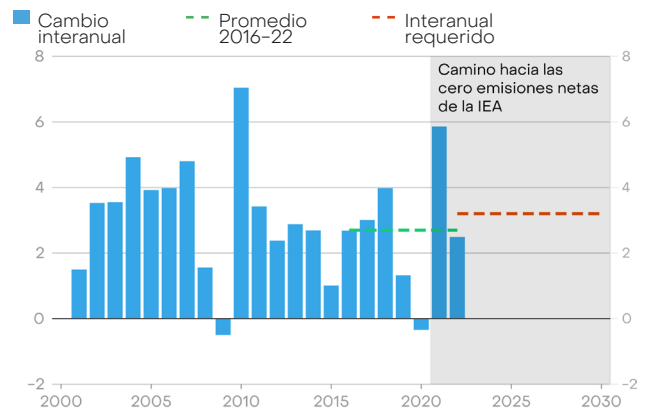
Demanda de electricidad

Demanda de electricidad (TWh)



Cambios en la demanda de electricidad

Cambio interanual de la demanda (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Emisiones del sector eléctrico a nivel mundial

Tendencias sobre electricidad 2022

El sector eléctrico es el mayor emisor de todos los sectores y es responsable de **alrededor del 40 %** del total de las emisiones de CO₂ a nivel mundial. En 2022, las emisiones de la generación de electricidad aumentaron a 12 431 millones de toneladas de CO₂ y alcanzaron un nuevo máximo histórico. Para limitar el calentamiento global a 1,5 °C, deberían más bien estar disminuyendo rápidamente. Los 10 principales emisores absolutos de CO₂ son los responsables de generar el 80 % de las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial: China, EE. UU., India, UE, Japón, Rusia, Corea del Sur, Arabia Saudita, Indonesia e Irán.

Los mayores emisores per cápita son Baréin, Catar, Kuwait, Taiwán, Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita, Corea del Sur, Kosovo, Australia y los EE. UU. Si bien la intensidad de las emisiones a nivel mundial cayó durante los últimos años y, actualmente, está en 436 gCO₂/kWh, el nivel más bajo jamás alcanzado, las emisiones de electricidad a nivel mundial per cápita han aumentado un 39 % desde 2000 hasta 1,57 tCO₂.

12431 mtCO₂

Emisiones eléctricas mundiales en 2022

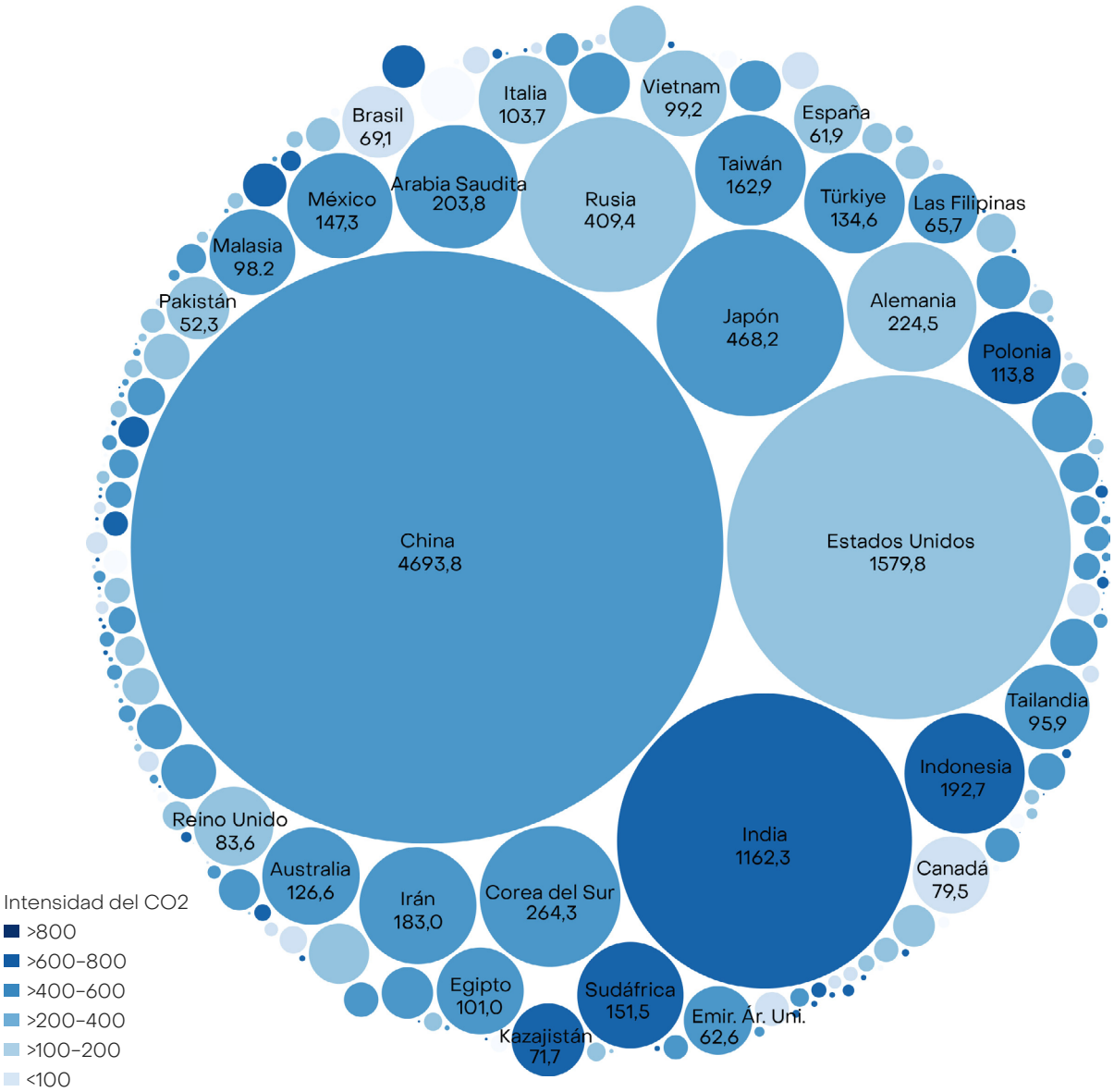
436 gCO₂/kWh

Intensidad de la generación de carbono

Contexto global

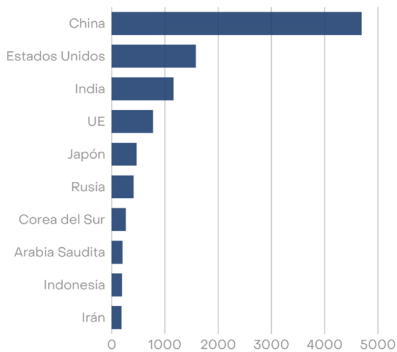
Emisiones del sector eléctrico a nivel mundial

Emisiones del sector eléctrico (mtCO₂, tamaño de la burbuja) e intensidad del CO₂ (gCO₂/kWh, color de la burbuja)



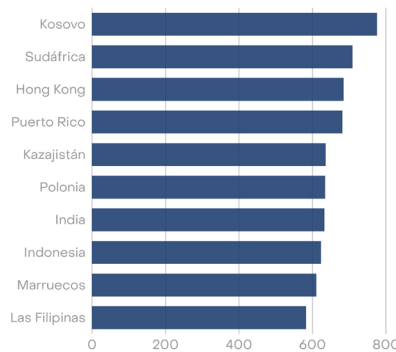
Mayores emisores del sector eléctrico

Total de emisiones (mtCO₂)



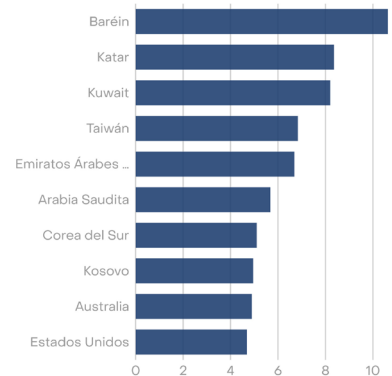
Redes eléctricas más contaminantes

Intensidad del CO₂ (gCO₂/kWh)



Mayores emisiones per cápita

Emisiones (tCO₂)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Cambio en 2022

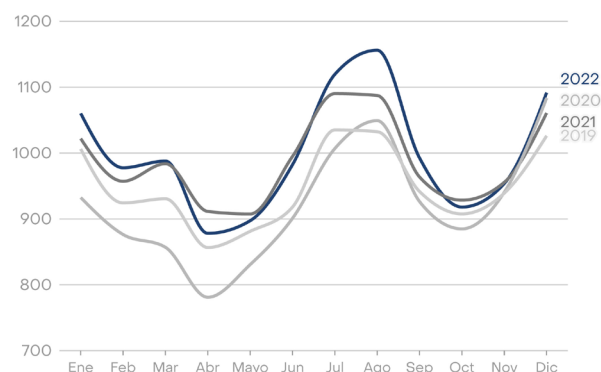
Las emisiones de electricidad a nivel mundial aumentaron 160 millones de toneladas de CO₂ (+1,3 %) y alcanzaron 12 431 mtCO₂ en 2022. Fue un aumento más bajo que en 2021 cuando las emisiones tuvieron un rebote récord debido a una recuperación económica desde la COVID-19 (+797 mtCO₂, +7 % interanual).

Las grandes economías en desarrollo observaron un aumento en las emisiones en 2022 a medida que la demanda crecía y la cubría, en parte, la energía de carbón, en especial China (+76 mtCO₂) e India (+70 mtCO₂). En México, las emisiones crecieron (+13 mtCO₂) porque el aumento de la demanda estuvo cubierto, en gran medida, por el carbón y el petróleo.

Algunas economías redujeron las emisiones en 2022. En Brasil, las emisiones cayeron (-36 mtCO₂) porque la hidroenergía se recuperó desde niveles muy bajos, disminuyendo así la generación del gas. En Chile (-6.3 mtCO₂), Australia (-4.6 mtCO₂) y Vietnam (-10.5 mtCO₂), las emisiones absolutas se redujeron a medida que la energía eólica y solar aumentaron.

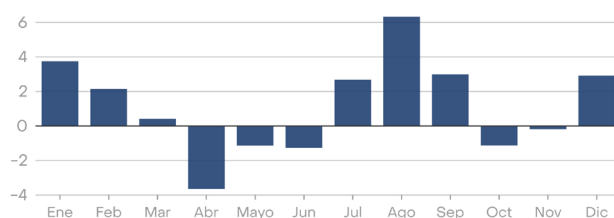
Emisiones del sector eléctrico

Emisiones (mtCO₂)



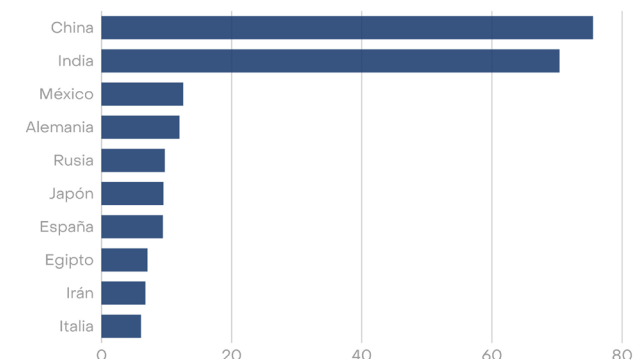
Cambios mensuales en las emisiones de electricidad a nivel mundial

Cambio interanual en las emisiones (mtCO₂)



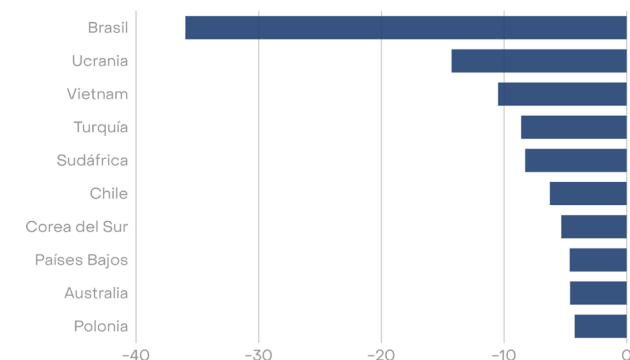
Mayores aumentos en las emisiones

Cambio interanual en las emisiones (mtCO₂)



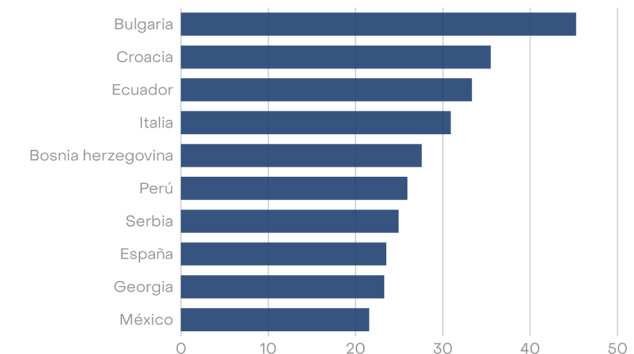
Mayores descensos en las emisiones

Cambio interanual en las emisiones (mtCO₂)



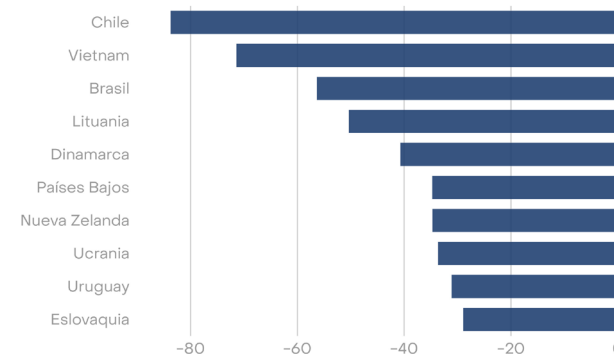
Mayores aumentos en la intensidad del CO₂

Cambio interanual de la intensidad de CO₂ (gCO₂/kWh)



Mayores descensos en la intensidad del CO₂

Cambio interanual de la intensidad de CO₂ (gCO₂/kWh)



Tendencias a largo plazo

Desde 2000, las emisiones absolutas del sector eléctrico se han casi duplicado y aumentaron de 6972 mtCO₂ en 2000 a 12 431 mtCO₂ en 2022. Esto equivale a un aumento anual promedio del 2,7 %. Un rápido crecimiento económico en varias regiones ha sido la causa de este incremento, ya que la demanda de electricidad a nivel mundial ha crecido mientras el mundo sigue dependiendo de manera significativa en los combustibles fósiles. El crecimiento de China cumple un papel importante en esto porque la generación de electricidad aumentó 6,5 veces, de 1356 TWh en 2000 a 8858 TWh en 2022. Esto representa casi un tercio de la generación a nivel mundial, y ha causado un crecimiento de las emisiones absolutas de China del 415 % (+3 782 mtCO₂) de 2000 a 2022.

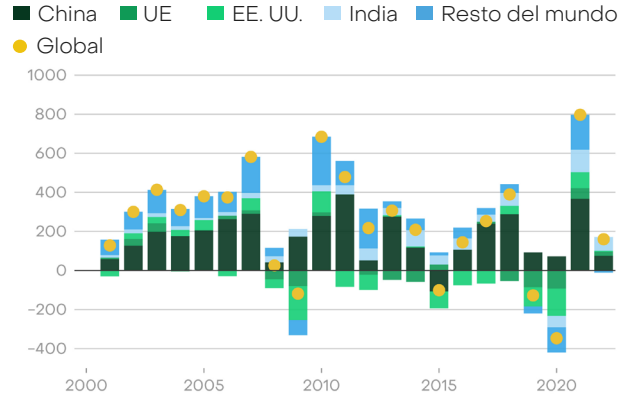
Tal aumento en las emisiones durante las últimas dos décadas ha sido relativamente constante año a año, con excepciones en 2009, 2015, 2019 y 2020 cuando las emisiones se redujeron. En 2009, las emisiones **cayeron** 118 mtCO₂ (-1,3 %) como resultado de la recesión económica, lo que llevó a una menor demanda y a un aumento en las fuentes de electricidad renovables. En 2015, el año del Acuerdo de París, las emisiones y el crecimiento económico se habían **desvinculado**, y las emisiones cayeron 101 millones de toneladas de CO₂, ya que economías importantes, como China y los EE. UU., redujeron las emisiones al emplear más fuentes de electricidad limpia. En 2019, el crecimiento económico más lento y las condiciones climáticas relativamente tranquilas en las grandes economías desaceleraron el aumento en la demanda, el cual fue totalmente cubierto por las fuentes limpias. Esto hizo que las **emisiones** cayeran 127 mtCO₂ (-1,1 %). En 2020, los impactos de la pandemia de la COVID-19 provocaron una disminución en las actividades económicas, y las emisiones a nivel mundial cayeron 346 mtCO₂ (-2,9 %).

La intensidad de las emisiones a nivel mundial disminuyó solo 6 % entre 2000 y 2022, mientras que la demanda per cápita aumentó un 48 %.

Desde 2015, el año del Acuerdo de París, las emisiones han aumentado de 11 161 mtCO₂ a 12 431 mtCO₂, lo que equivale a un aumento anual promedio del 1,6 %.

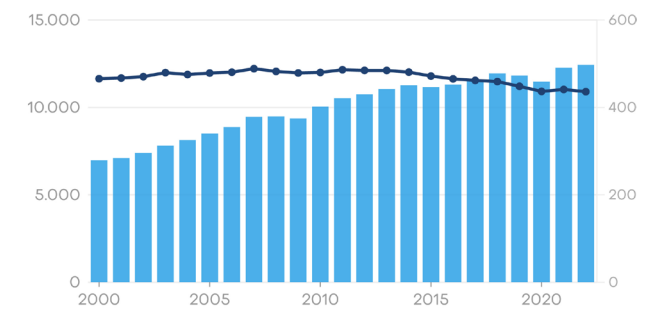
Cambios anuales en las emisiones de electricidad a nivel mundial

Cambio interanual en las emisiones (mtCO₂)



Tendencias a largo plazo en las emisiones de electricidad a nivel mundial

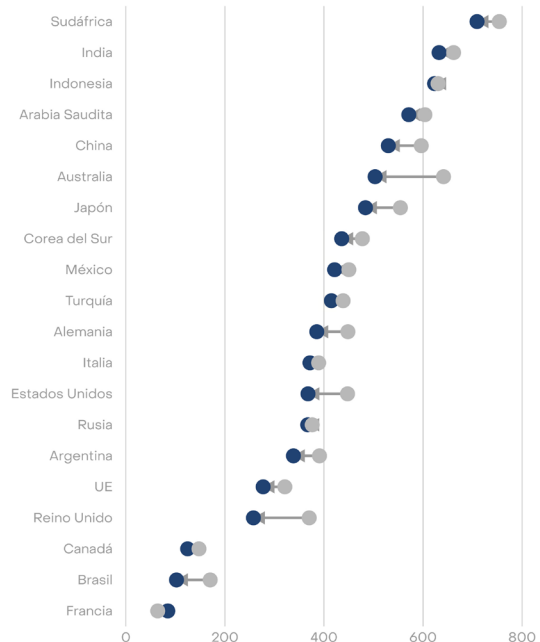
Emisiones (mtCO₂) — Intensidad del CO₂ (gCO₂/kWh)



Intensidad del carbono de la electricidad en los países del G20

Intensidad del CO₂ de la electricidad (gCO₂/kWh)

● 2015 ● Último año



Fuente: Ember

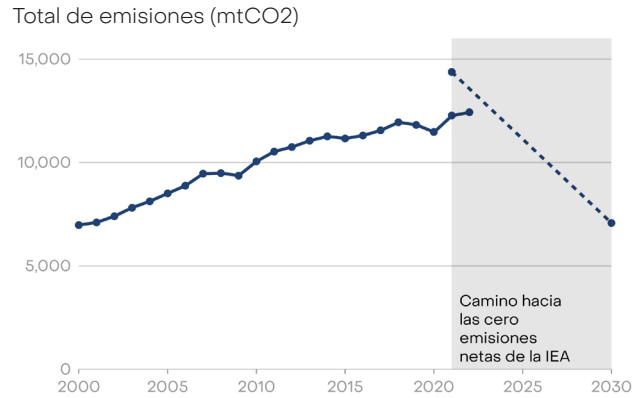
Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Progreso hacia las emisiones cero netas

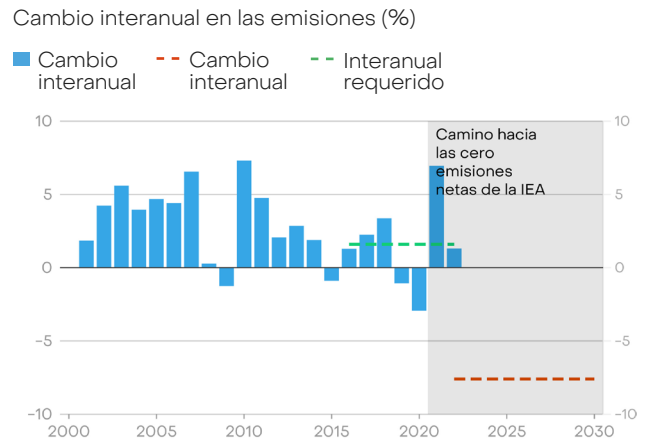
En consonancia con el [escenario de Cero Emisiones Netas de la IEA](#), las economías avanzadas deben eliminar las emisiones de carbono en la generación de electricidad para 2035 y, el resto del mundo, para 2040.

Aún no vemos las disminuciones necesarias para estos umbrales, que requieren que las emisiones del sector eléctrico deban caer más del 7 % por año desde 2021 hasta 2030 y lograr un sector eléctrico completamente sin emisiones de carbono para 2040. Sin embargo, en 2022 puede verse el pico de emisiones del sector eléctrico (consulte el capítulo 3). La rapidez con que las emisiones disminuyan dependerá de que la energía eólica y solar continúen su crecimiento meteórico. Ciertamente, existen señales positivas, ya que las grandes economías, como el G7, siguen con programas de inversión esenciales para lograr sus compromisos de energía limpia en 2035, y más países reconocen los beneficios de la energía eólica y solar para una energía limpia, segura y asequible.

Emisiones del sector eléctrico



Cambios en las emisiones del sector eléctrico



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Capítulo 5 | Tendencias en fuentes de electricidad

Análisis de las diferentes fuentes de electricidad a nivel mundial en 2022

Las siguientes páginas comprenden un análisis más detallado de los cambios en el suministro de electricidad en 2022 y una tendencia a más largo plazo.

Ordenamos las secciones según las fuentes de electricidad de crecimiento más rápido.

Energía solar

Tendencias sobre electricidad 2022



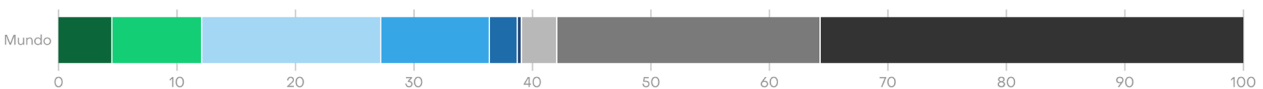
La energía solar produjo un 4,5 % (1284 TWh) de la electricidad a nivel mundial en 2022. China genera la mayor cantidad de electricidad a partir de la energía solar con 418 TWh (4,7 % de su matriz eléctrica), mientras que Chile tiene el porcentaje más alto de energía solar en su matriz eléctrica (17 %, 14 TWh), seguido por Países Bajos (15 %, 18 TWh) y Australia (13 %, 33 TWh).



Matriz eléctrica mundial

Porcentaje de electricidad (%)

Solar Eólica Hidroeléctrica Nuclear Bioenergía
Otr. ener. renov. Otr. comb. fós. Gas Carbón

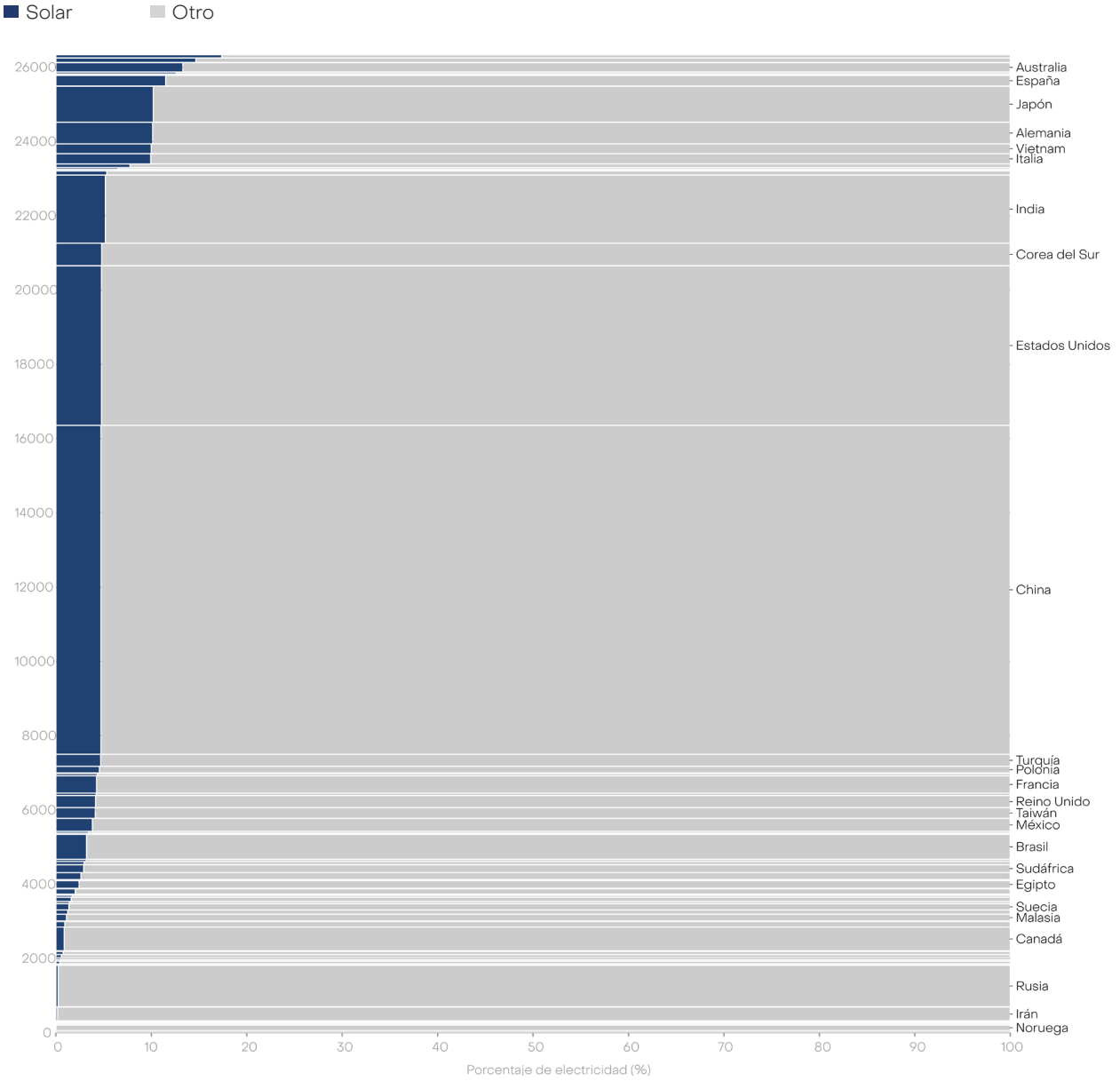


Papel de la energía solar

La energía solar proporciona electricidad limpia que se puede emplear de manera rápida y a nivel local para la fuente de demanda. Por lo tanto, junto con la energía eólica, constituirá la base del sistema eléctrico del futuro al proveer casi el 70 % de la electricidad a nivel mundial en 2050. La energía solar nueva produce la electricidad más económica de la historia, de acuerdo con la [Agencia Internacional de la Energía \(IEA\)](#).

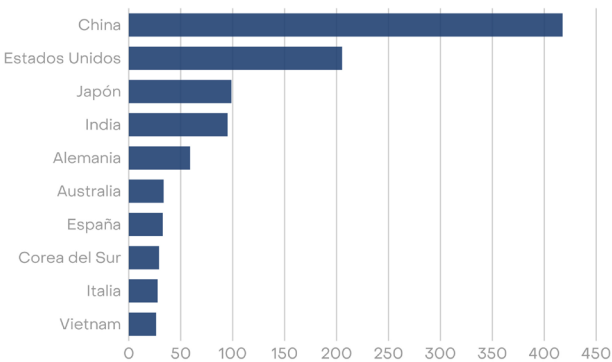
Actores principales en la energía solar

Generación de electricidad (TWh, eje de las y) y porcentaje de electricidad (% , eje de las x)



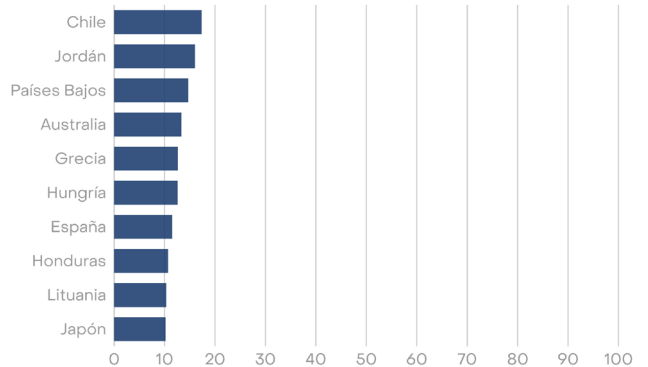
Generadores solares más grandes

Generación de electricidad (TWh)



Porcentajes más altos de energía solar

Porcentaje de electricidad (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

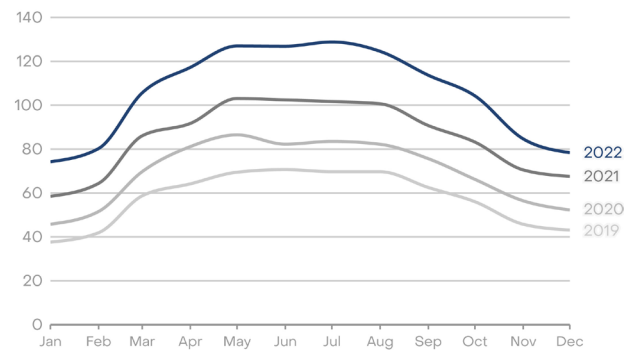
Cambio en 2022

La generación de electricidad a partir de la energía solar a nivel mundial aumentó un 24 % (+245 TWh), de 1039 TWh en 2021 a 1284 TWh en 2022. Este fue el decimoctavo año consecutivo en que la energía solar fue la fuente de electricidad de crecimiento más rápido según el cambio porcentual anual. El porcentaje de energía solar en la matriz eléctrica a nivel mundial creció 0,8 puntos porcentuales, del 3,7 % en 2021 al 4,5 % en 2022.

El aumento a nivel mundial de la energía solar estuvo determinado por un incremento significativo en China (+91 TWh, +28 %), lo que representó el 37 % del aumento a nivel mundial. Los aumentos en la generación de energía solar en EE. UU. (+41 TWh, +25 %) representaron una subida nueva del 17 % del crecimiento a nivel mundial. Otras regiones con aumentos notables incluyen la Unión Europea (UE) (+40 TWh, +24 %), India (+27 TWh, +39 %) y Japón (+10 TWh, +11 %). En Kenia, Lituania y Polonia, la generación de energía solar se ha más que duplicado en 2021.

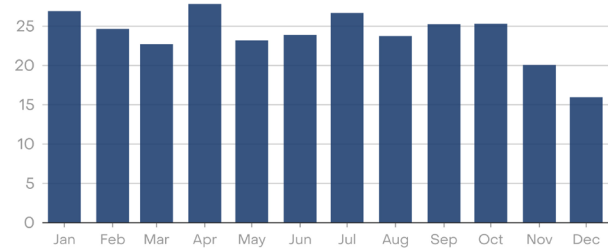
Generación de energía solar a nivel mundial

Generación de electricidad (TWh)



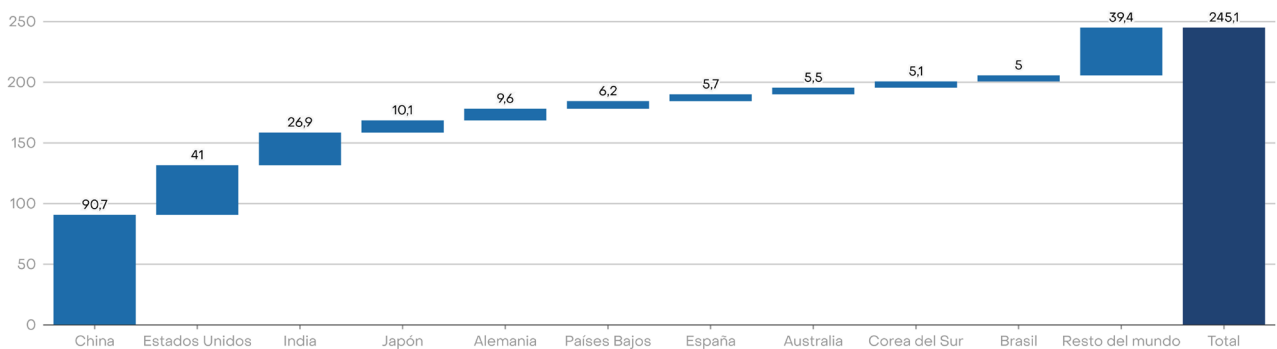
Cambios mensuales en la generación de energía solar

Cambio interanual en la generación (%)



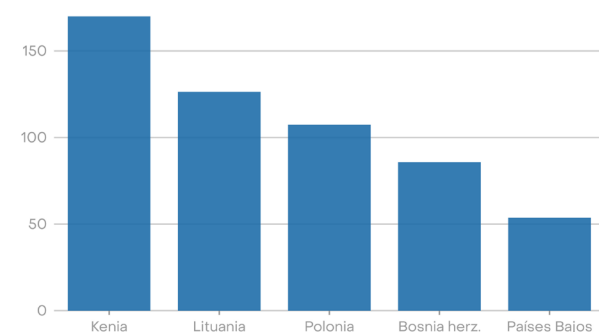
Cambios clave a nivel mundial en la generación de energía solar

Cambio interanual en la generación (TWh)



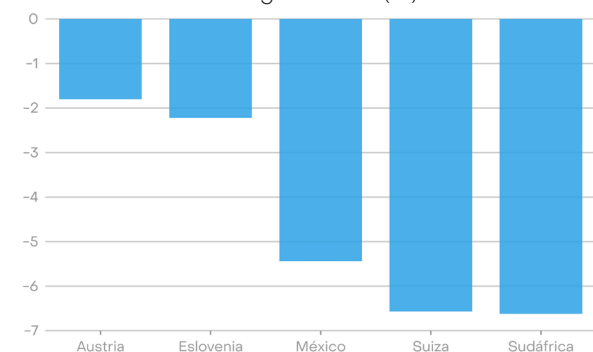
Mayores aumentos

Cambio interanual en la generación (%)



Mayores descensos

Cambio interanual en la generación (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Tendencias a largo plazo

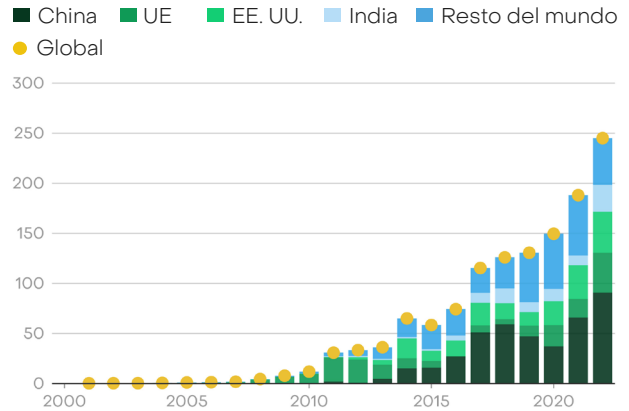
Durante las últimas dos décadas, la generación de energía solar ha aumentado de manera gradual para convertirse en una parte significativa de la matriz eléctrica a nivel mundial. En 2000, la energía solar había generado solo 1,1 TWh. En 2022, aumentó hasta 1284 TWh. Como consecuencia, el porcentaje en la matriz eléctrica se ha disparado del 0,01 % en 2000 al 4,5 % en 2022.

La mayor parte del crecimiento de la energía solar se ha producido en los últimos años. Durante los primeros años de empleo, la energía solar aumentó de casi cero en 2000 a 255 TWh en 2015. En este punto, había alcanzado una participación en el mercado del 1,1 %. Aunque los aumentos en términos absolutos eran todavía relativamente pequeños, este crecimiento era equivalente a una tasa de crecimiento anual relativamente alta del 44 %.

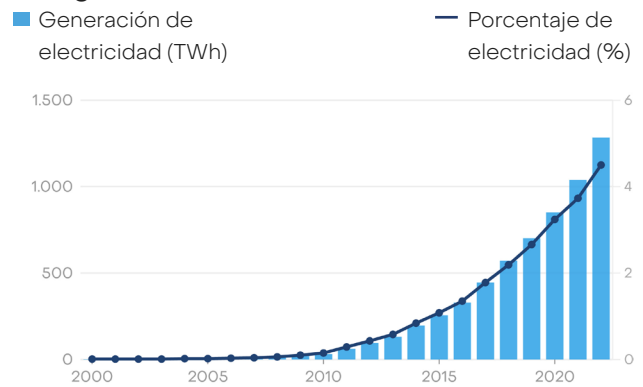
Desde la firma del Acuerdo de París en 2015, hemos sido testigos de una aceleración del aumento en términos absolutos y esto ha sido cada vez mayor cada año. La adopción amplia y acelerada de la energía solar a nivel mundial significa que la energía solar aumentó 1029 TWh en este periodo. La tasa de crecimiento anual disminuyó a 26 % de 2015 a 2022, pero la energía solar aún representa la fuente de electricidad de más rápido crecimiento. En 2022, se observó un aumento interanual del 24 % (+245 TWh). Desde el Acuerdo de París en 2015, la participación en el mercado de la energía solar ha crecido a 4,5 % y ese crecimiento se ha dado en todos los países del G20.

Cambios anuales en la generación de energía solar

Cambio interanual en la generación (TWh)

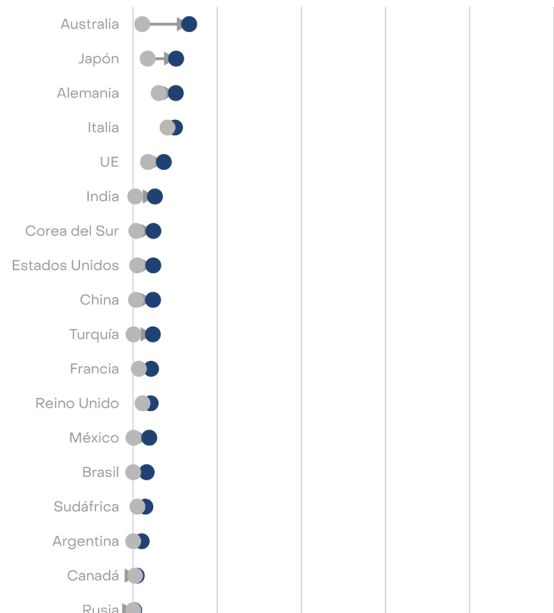


Tendencias a largo plazo en la generación de energía solar



Porcentaje de energía solar en países del G20

Porcentaje de electricidad (%) ● 2015 ● Último año*



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

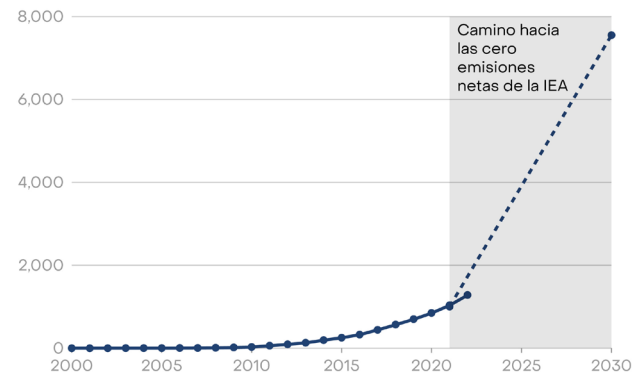
Progreso hacia las emisiones cero netas

La generación de energía solar debe aumentar a 7552 TWh en 2030 para mantener el calentamiento global a 1,5 °C, según el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#). El camino requiere que la energía solar crezca un 25 % por año de 2021 a 2030. Se observaría que el porcentaje de energía solar en la generación de electricidad a nivel mundial alcanzará un 20 % para 2030, en comparación con el 4,5 % actual.

Para estar en consonancia con el camino hacia cero emisiones netas, la energía solar debe sostener la tasa de crecimiento observada entre 2015 y 2022. Esto significaría un aumento del 25 % por año durante el resto de la década. Para lograr este crecimiento, los países deben aumentar de manera continua sus objetivos anuales de empleo de energía solar. Por ejemplo, en 2023 esto requeriría 318 TWh adicionales en la generación de energía solar, mientras que en 2030 el mundo debería agregar al menos 1500 TWh de generación de energía solar por año.

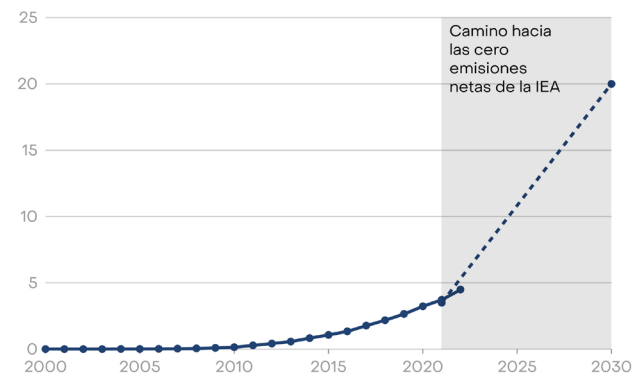
Generación de energía solar

Generación de electricidad (TWh)



Porcentaje de energía solar

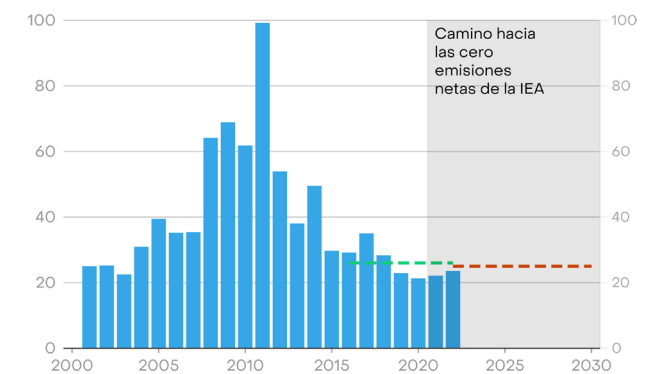
Porcentaje de electricidad (%)



Cambios en la generación de energía solar

Cambio interanual en la generación (%)

- Cambio interanual
- - Cambio porcentual promedio interanual (2016-22)
- - Cambio interanual requerido



Fuente: Ember

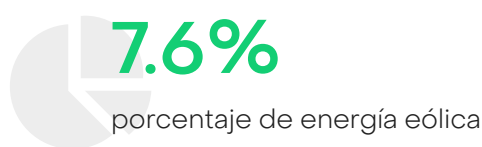
Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Energía eólica

Tendencias sobre electricidad 2022



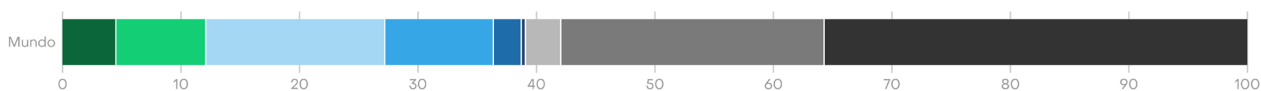
La energía eólica produjo el 7,6 % (2160 TWh) de la electricidad a nivel mundial en 2022. China es el mayor generador de energía eólica con 824 TWh (9,3 % de su matriz eléctrica), mientras que Dinamarca tiene la mayor generación de energía eólica, con una participación porcentual del 55 % (19 TWh). Alemania tiene la tercera mayor generación que cualquier otro país (126 TWh) y el sexto porcentaje más alto en la matriz con un 22 %.



Matriz eléctrica mundial

Porcentaje de electricidad (%)

Solar Eólica Hidroeléctrica Nuclear Bioenergía
Otr. ener. renov. Otr. comb. fós. Gas Carbón



Papel de la energía eólica

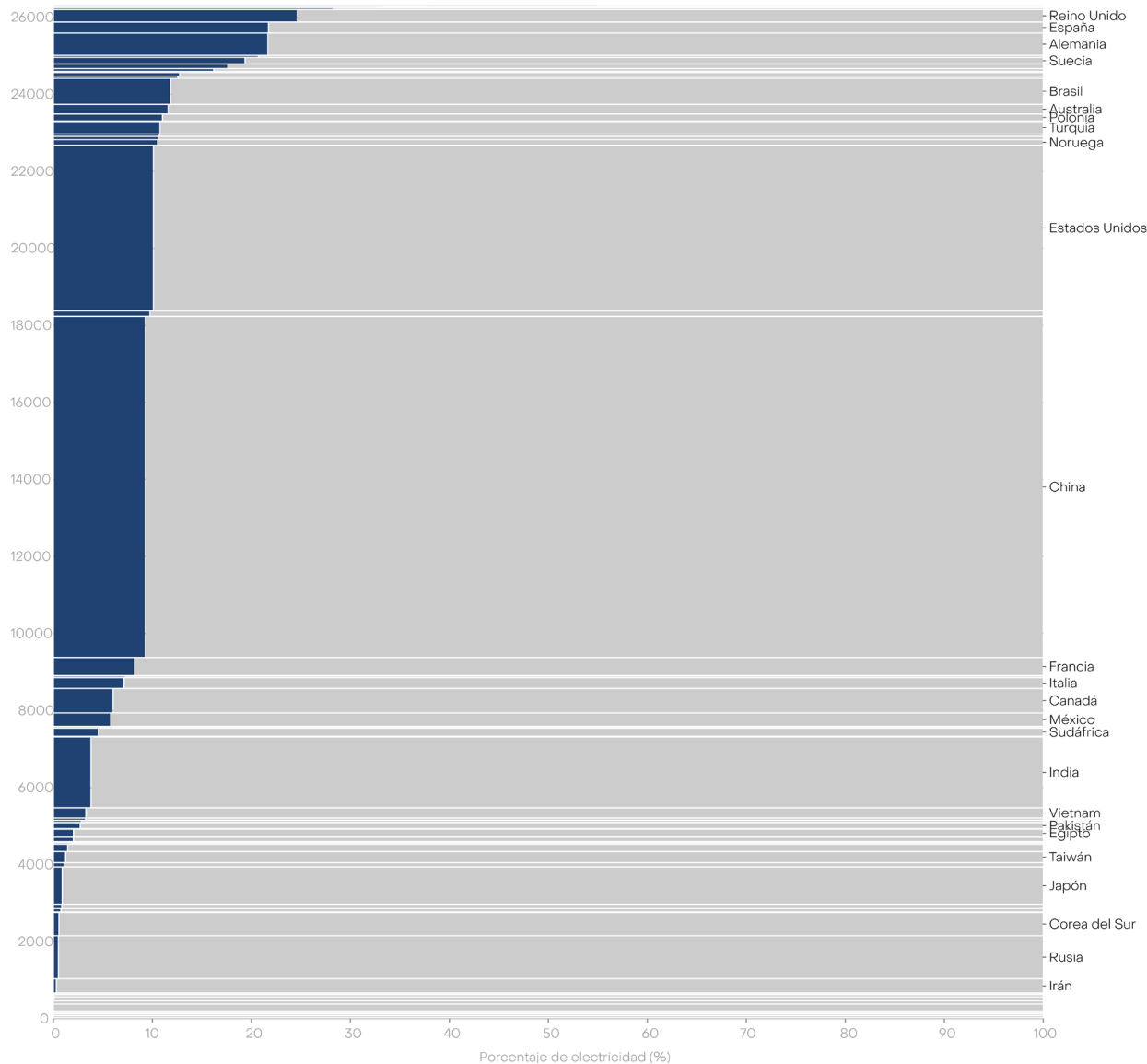
La generación de energía eólica, junto con la energía solar, es clave para reducir las emisiones en el sector eléctrico. Ambas fuentes constituirán la base del sistema eléctrico del futuro al proveer casi el 70 % de la electricidad a nivel mundial en 2050. Por lo tanto, se requiere un incremento rápido en esta década.



Actores principales en la energía eólica

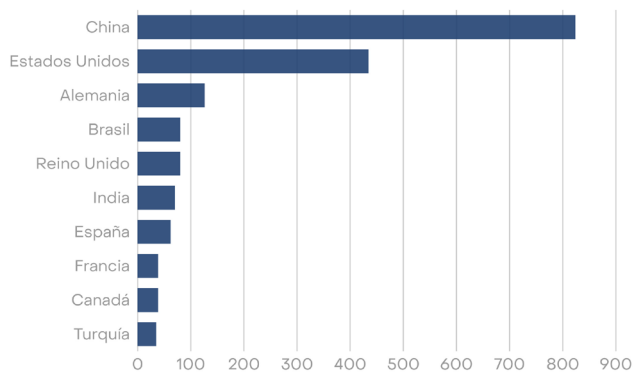
Generación de electricidad (TWh, eje de las y) y porcentaje de electricidad (% , eje de las x)

■ Eólica ■ Otro



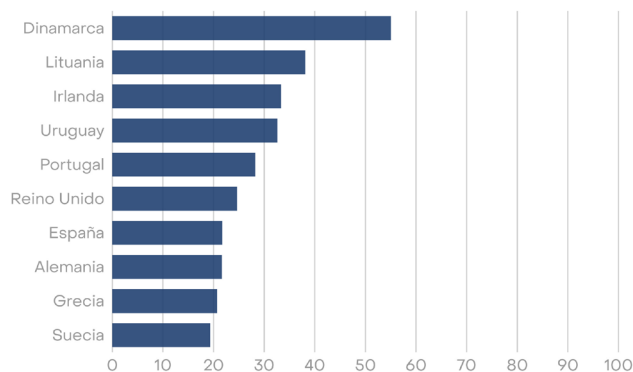
Generadores eólicos más grandes

Generación de electricidad (TWh)



Porcentajes más altos de energía eólica

Porcentaje de electricidad (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Cambio en 2022

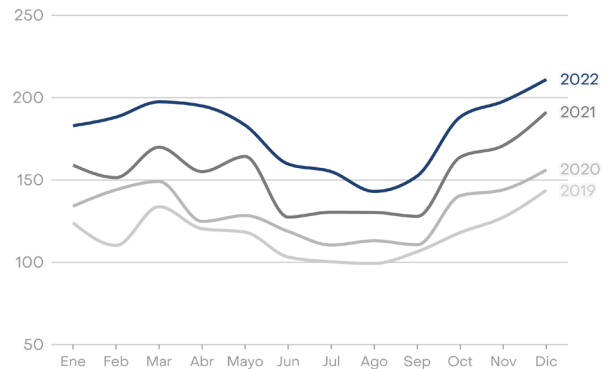
En 2022, la energía eólica fue la fuente de electricidad con el mayor incremento en términos absolutos. La generación de electricidad a partir de la energía eólica a nivel mundial subió un 17 % (+312 TWh), de 1848 TWh en 2021 a 2160 TWh en 2022. Solo la energía solar registró un crecimiento relativo más alto. El porcentaje de energía eólica en la matriz eléctrica a nivel mundial creció un punto porcentual, de 6,6 % en 2021 a 7,6 %.

El crecimiento de la energía eólica en China representó más de la mitad del aumento a nivel mundial (+168 TWh, +26 %). Sin embargo, la energía eólica subió en todo el mundo, incluyendo EE. UU. (+56 TWh, +15 %), la UE (+34 TWh, +8,8 %), el Reino Unido (+15 TWh, +23 %), Brasil (+8,5 TWh, +12 %) y Vietnam (+6,3 TWh, +262 %), entre otros.

Ucrania experimentó una caída en la generación de energía eólica debido al impacto de la guerra, ya que la mayor parte de su capacidad está en las regiones afectadas por el conflicto, de acuerdo con la [Asociación Ucraniana de Energía Renovable](#).

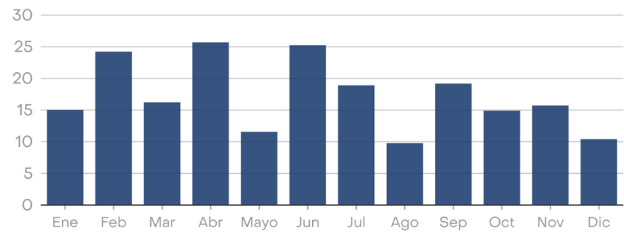
Generación de energía eólica a nivel mundial

Generación de electricidad (TWh)



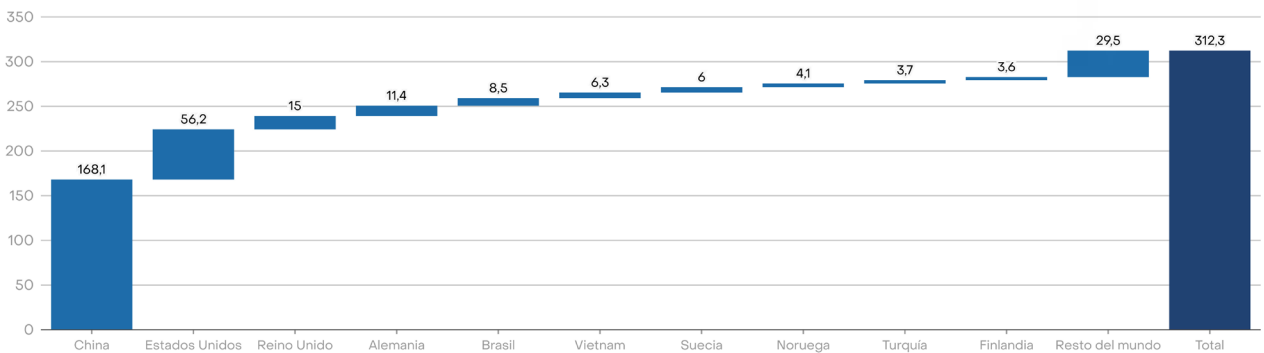
Cambios mensuales en la generación de energía eólica

Cambio interanual en la generación (%)



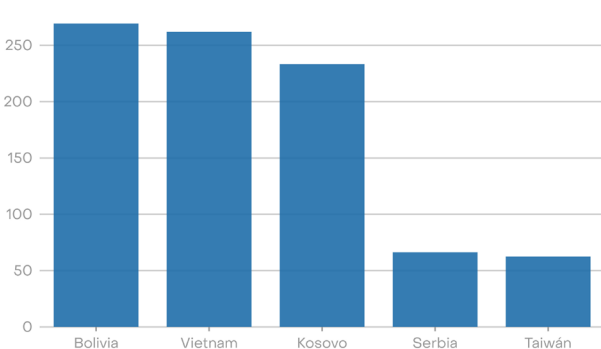
Cambios clave a nivel mundial en la generación de energía eólica

Cambio interanual en la generación (TWh)



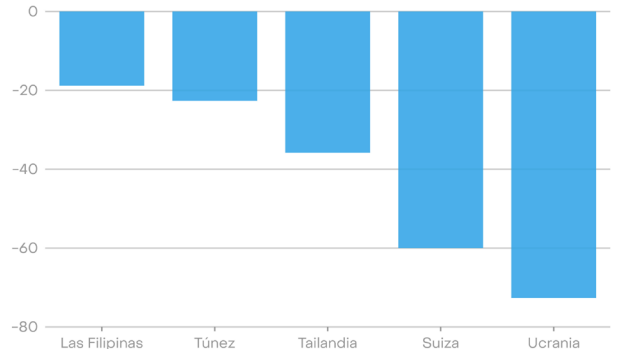
Mayores aumentos

Cambio interanual en la generación (%)



Mayores descensos

Cambio interanual en la generación (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Tendencias a largo plazo

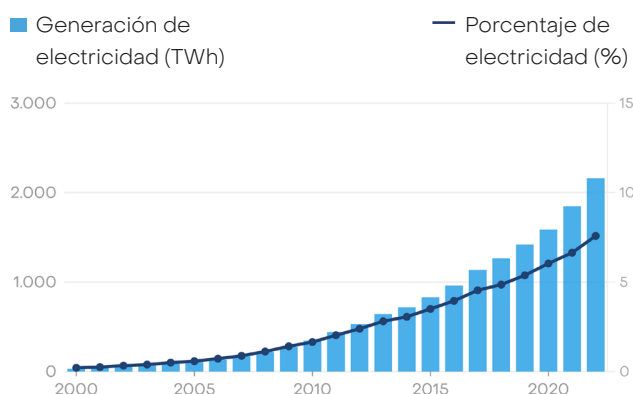


La generación de energía eólica se ha incrementado con rapidez en las últimas dos décadas. En 2000, la generación de energía eólica fue de 31 TWh con un porcentaje a nivel mundial de electricidad de solo el 0,2 %. En 2022, la generación de energía eólica tuvo un aumento de 2129 TWh y alcanzó 2160 TWh. En consecuencia, la participación en el mercado ha subido a 7,6 %.

Como ha sucedido con la generación de energía solar, la generación de energía eólica se ha acelerado de manera dramática en los últimos años. Entre 2000 y 2015, la generación creció a una tasa anual relativamente alta del 24 %. Sin embargo, esos aumentos en términos absolutos permanecieron pequeños y la generación de energía eólica alcanzó 828 TWh y un 3,5 % del porcentaje de la generación a nivel mundial en 2015. Desde entonces, el crecimiento en términos absolutos ha aumentado significativamente y se han añadido 1332 TWh en solo siete años. El crecimiento relativo se ha desacelerado y la generación de energía eólica registró una tasa de crecimiento anual del 15 % durante este periodo. En 2022, se observó un crecimiento relativamente más alto con un aumento de la generación de energía eólica del 17 % (+312 TWh).

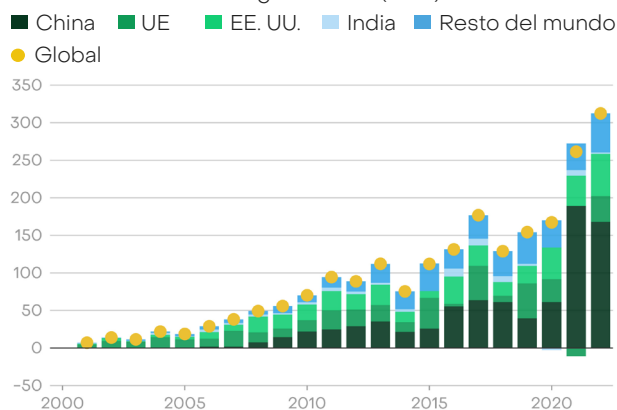
Notablemente, la participación en el mercado de la energía eólica ha crecido en todos los países del G20 durante ese periodo. En Alemania y el Reino Unido, la energía eólica ahora representa más del 20 % de la generación (22 % y 25 %, respectivamente) y es incluso más alta en países más pequeños, como Dinamarca (55 %), Irlanda y Uruguay (ambos 33 %).

Tendencias a largo plazo en la generación de energía eólica



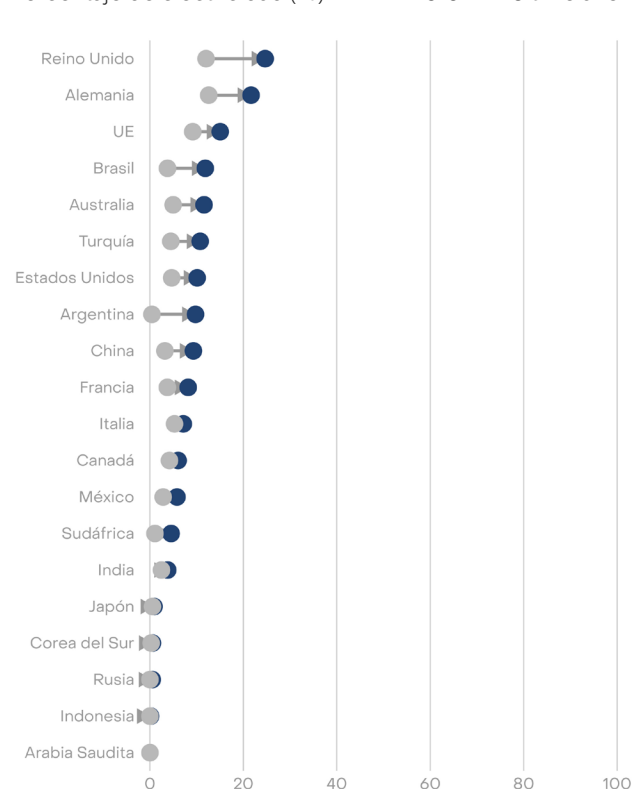
Cambios anuales en la generación de energía eólica

Cambio interanual en la generación (TWh)



Porcentaje de energía eólica en países del G20

Porcentaje de electricidad (%)

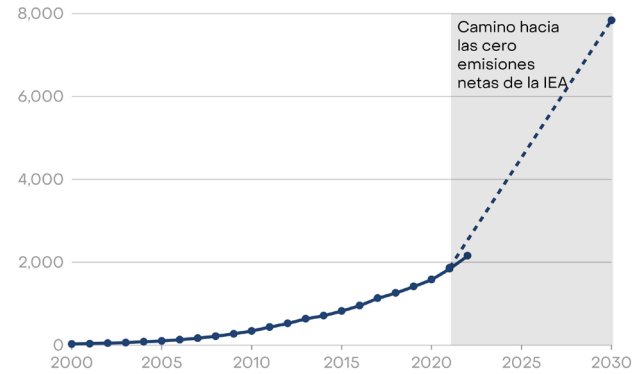


Fuente: Ember

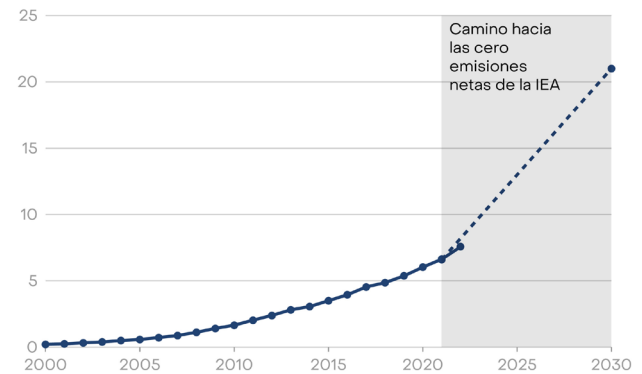
Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Para un escenario de 1,5 °C en el sector eléctrico, la generación de energía eólica debe aumentar a 7840 TWh en 2030, según el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#). Esto requeriría un aumento del 17 % por año de 2021 a 2030 y alcanzaría un 21 % de la generación a nivel mundial. En 2022, la energía eólica logró esta tasa de crecimiento, pero de 2015 a 2022, el crecimiento anual promedio fue levemente menor con un 15 %.

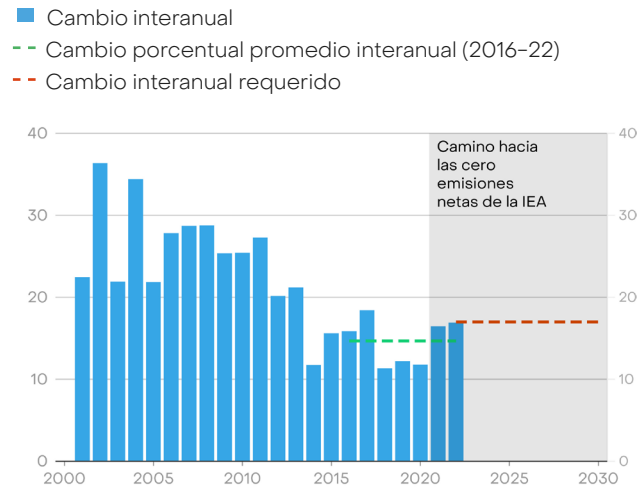
Generación de energía eólica
Generación de electricidad (TWh)



Porcentaje de energía eólica
Porcentaje de electricidad (%)



Cambios en la generación de energía eólica
Cambio interanual en la generación (%)



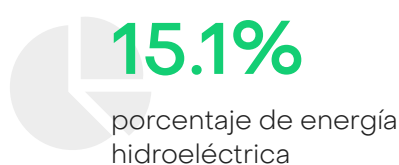
Fuente: Ember
Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Energía hidroeléctrica

Tendencias sobre electricidad 2022



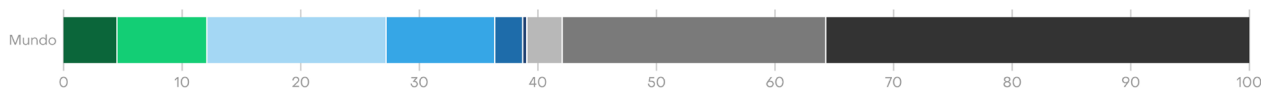
La energía hidroeléctrica produjo un 15 % (4311 TWh) de la electricidad a nivel mundial en 2022. China produce la mayor cantidad de electricidad a partir de la energía hidroeléctrica con 1318 TWh (15 % de su matriz eléctrica), mientras que Paraguay tiene la participación porcentual más alta de energía hidroeléctrica en su matriz eléctrica (99,7 %, 40 TWh). La energía hidroeléctrica domina el sistema eléctrico de algunos de los principales productores de electricidad: Brasil produce el 63 % (428 TWh), Canadá el 61 % (392 TWh) y Noruega el 88 % (130 TWh) a partir de la energía hidroeléctrica.



Matriz eléctrica mundial

Porcentaje de electricidad (%)

Solar Eólica Hidroeléctrica Nuclear Bioenergía
Otr. ener. renov. Otr. comb. fós. Gas Carbón

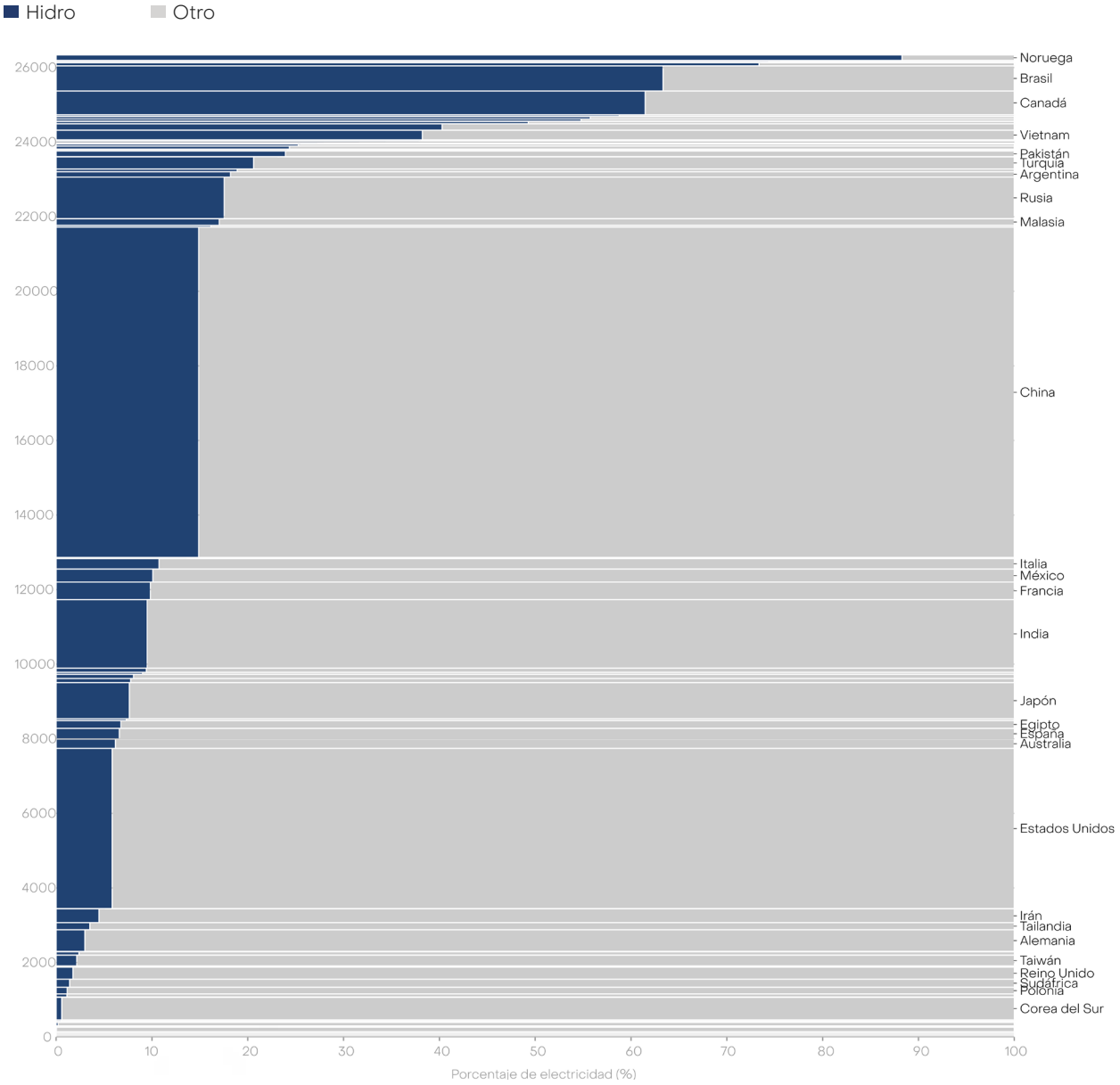


Papel de la energía hidroeléctrica

La energía hidroeléctrica tiene un papel importante en la matriz eléctrica a nivel mundial. En la actualidad, no solo es la fuente más grande de electricidad limpia, sino que también proporciona flexibilidad para ayudar a adaptarse al gran influjo de energía eólica y energía solar. El mundo necesita plantas de energía hidroeléctrica nuevas, pero en muchas regiones, los recursos hidroeléctricos ya se han ampliado. En otras regiones en donde hay potencial, los proyectos pueden tener un costo ecológico y social demasiado alto.

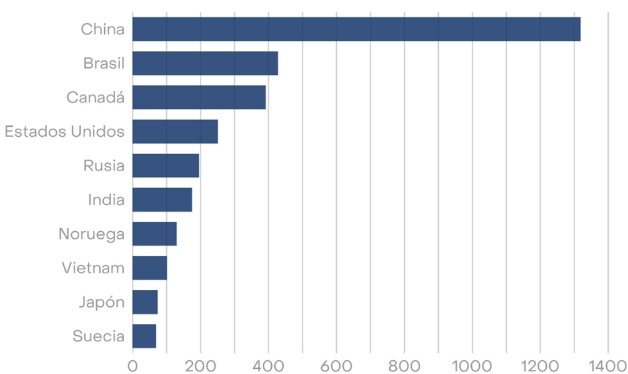
Actores principales en energía hidroeléctrica

Generación de electricidad (TWh, eje de las y) y porcentaje de electricidad (% , eje de las x)



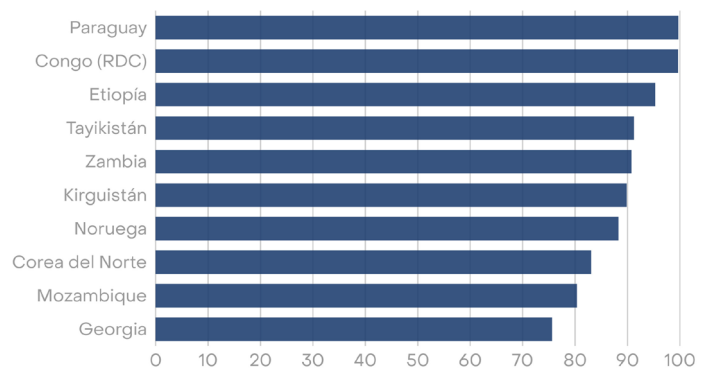
Generadores hidroeléctricos más grandes

Generación de electricidad (TWh)



Porcentajes más altos de energía hidroeléctrica

Porcentaje de electricidad (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Cambio en 2022



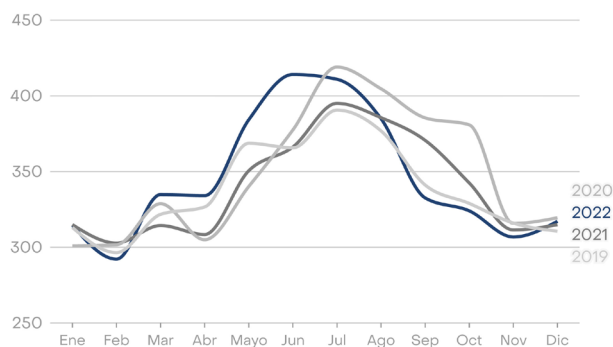
La generación de electricidad a partir de la energía hidroeléctrica a nivel mundial aumentó 1,7 % (+73 TWh), de 4238 TWh en 2021 a 4311 TWh en 2022. Debido a un fuerte crecimiento en la demanda, el porcentaje de energía hidroeléctrica en la matriz eléctrica general bajó 0,1 puntos porcentuales, de 15,2 % en 2021 a 15,1 %.

La energía hidroeléctrica tuvo una recuperación en 2022, luego de una caída en 2021 por primera vez en más de una década. La energía hidroeléctrica sigue estando por debajo de la generación máxima histórica que se observó en 2020 (4340 TWh).

En 2022, el aumento a nivel mundial estuvo determinado por incrementos en Brasil (+65 TWh, +18 %), Vietnam (+25 TWh, +33 %), China (+18 TWh, +1,4 %), Canadá (+15 TWh, +3,9 %), India (+14 TWh, +8,9 %) y Turquía (+11 TWh, +20 %). Sin embargo, muchos países europeos sufrieron el golpe de sequías históricas en el verano y esto causó que la producción de energía hidroeléctrica cayera de manera dramática (-66 TWh, -19 %). En Rusia, la generación de energía hidroeléctrica también disminuyó considerablemente con 19 TWh (-8,9 %).

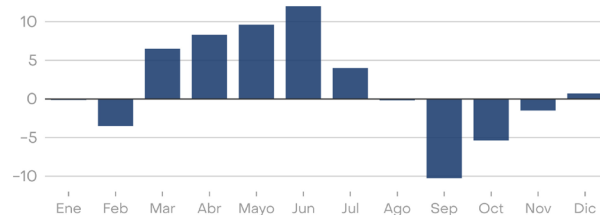
Generación de energía hidroeléctrica a nivel mundial

Generación de electricidad (TWh)



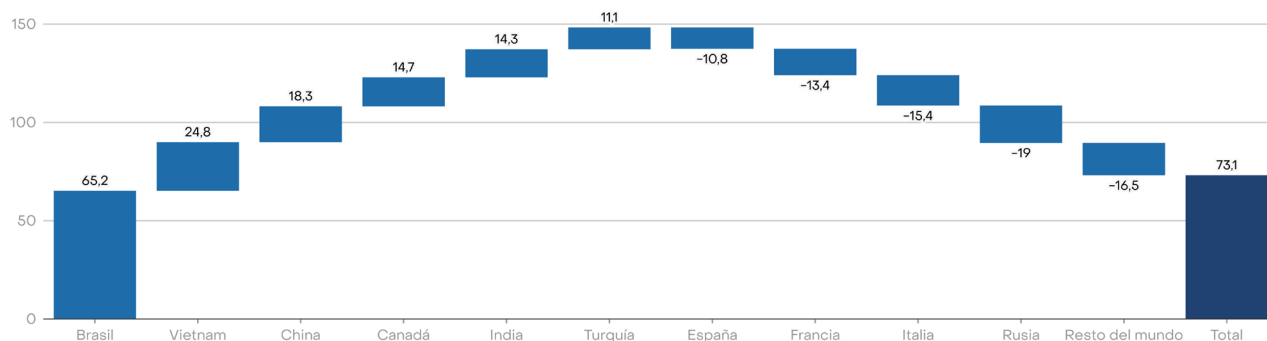
Cambios mensuales en la generación de energía hidroeléctrica

Cambio interanual en la generación (%)



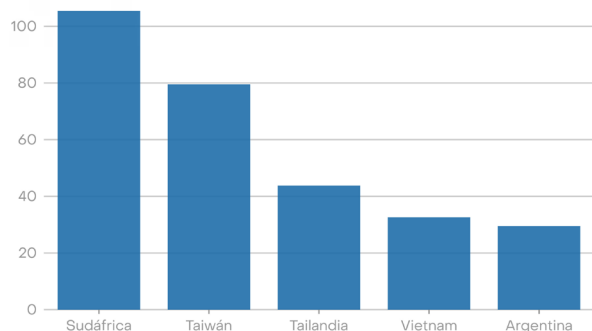
Cambios clave a nivel mundial en la generación de energía hidroeléctrica

Cambio interanual en la generación (TWh)



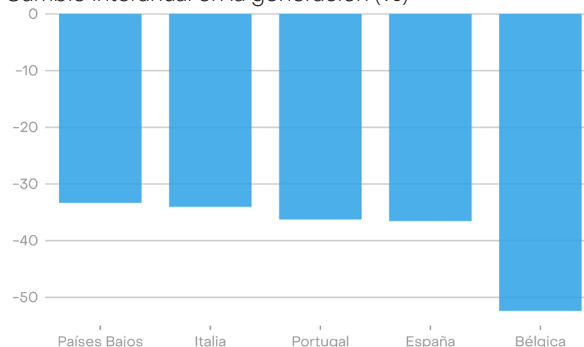
Mayores aumentos

Cambio interanual en la generación (%)



Mayores descensos

Cambio interanual en la generación (%)

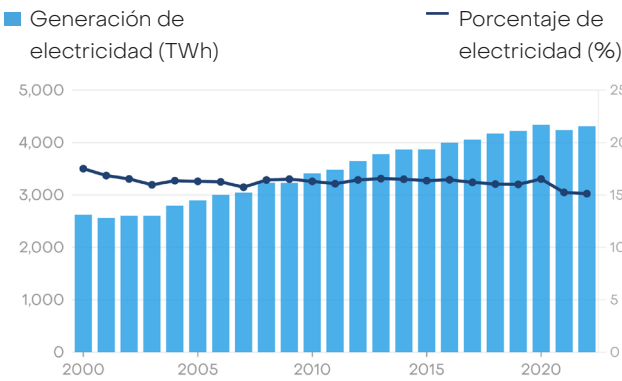


Tendencias a largo plazo

La generación de energía hidroeléctrica ha aumentado sustancialmente durante las últimas dos décadas con un crecimiento estable (+1690 TWh). No obstante, su porcentaje en la matriz eléctrica ha caído del 18 % en 2000 al 15 % en 2022, debido a que su crecimiento no ha mantenido el ritmo con la cada vez mayor demanda de electricidad.

Desde el Acuerdo de París en 2015, el crecimiento interanual promedio en energía hidroeléctrica ha sido del 1,6 %. Este número es menor que la tasa de crecimiento anual de 2000 a 2015 del 2,6 %. El porcentaje de la energía hidroeléctrica ha disminuido del 16 % al 15 % en la generación de electricidad a nivel mundial desde 2015. En la mayoría de los países del G20, la participación en el mercado ha permanecido estable o en caída. Solo en Australia, Canadá, Corea del Sur, Rusia y Sudáfrica, el porcentaje de la generación de energía hidroeléctrica ha aumentado desde 2015.

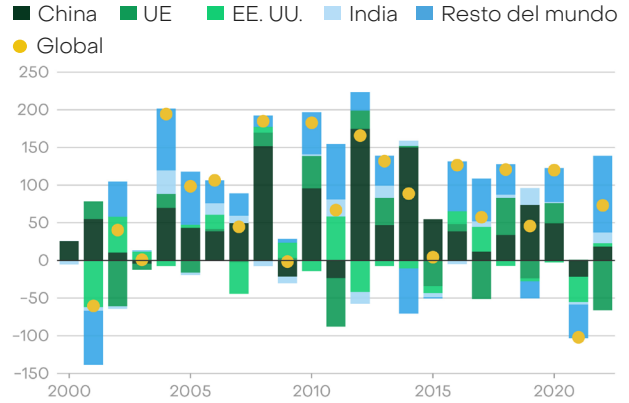
Tendencias a largo plazo en la generación de energía hidroeléctrica



Fuente: Ember

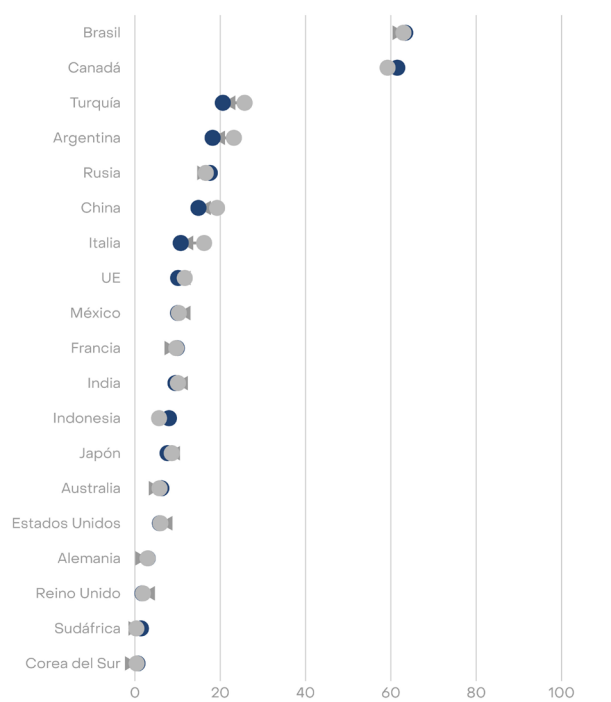
Cambios anuales en la generación de energía hidroeléctrica

Cambio interanual en la generación (TWh)



Porcentaje de energía hidroeléctrica en países del G20

Porcentaje de electricidad (%)



Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.



Progreso hacia las emisiones cero netas

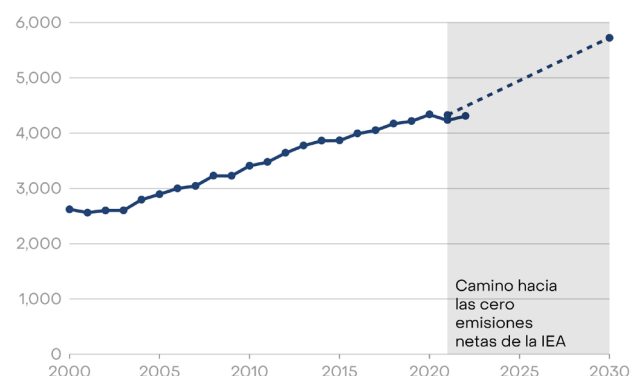


La generación de energía hidroeléctrica debe aumentar un 3,2 % por año entre 2021 y 2030, de acuerdo con el objetivo que se describe en el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#). Esto mantendría en el nivel actual el porcentaje de energía hidroeléctrica en la generación mundial. Desde 2015, el crecimiento interanual promedio de la energía hidroeléctrica ha sido del 1,6 %. Por lo tanto, para estar en consonancia con el camino hacia cero emisiones netas, el crecimiento de la energía hidroeléctrica tendría que ser el doble de rápido.

Dado que, en los últimos años, la generación de energía hidroeléctrica en algunas regiones se vio afectada por condiciones climáticas extremas, esta tasa de crecimiento podría presentar un desafío en los próximos años con las olas de calor y las sequías. El [Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático \(IPCC\)](#) menciona la incertidumbre en torno a las condiciones de la energía hidroeléctrica en algunas regiones. El sur de Europa, Australia y el sur de los Estados Unidos, entre otras regiones, podrían observar una caída del 20 % en la generación, mientras que otras regiones, como India o el norte de Europa, podrían experimentar un aumento en la producción de energía hidroeléctrica. Este riesgo se podría mitigar con soluciones nuevas, como paneles solares flotantes, que pueden reducir la evaporación y maximizar la generación de electricidad a partir de la energía hidroeléctrica.

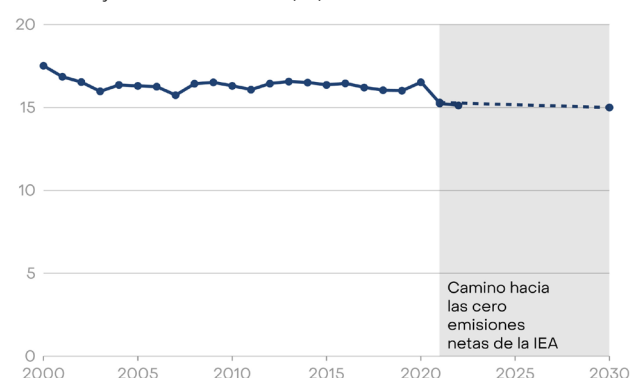
Generación de energía hidroeléctrica

Generación de electricidad (TWh)



Porcentaje de energía hidroeléctrica

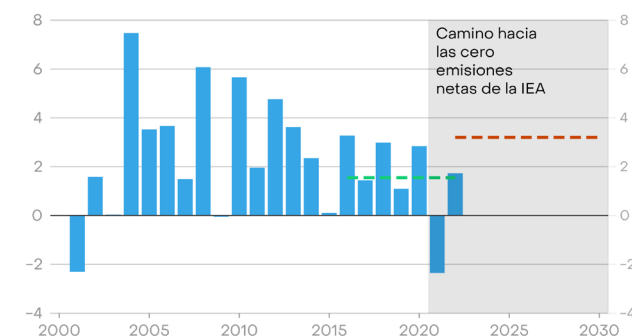
Porcentaje de electricidad (%)



Cambios en la generación de energía hidroeléctrica

Cambio interanual en la generación (%)

- Cambio interanual
- - Cambio porcentual promedio interanual (2016-22)
- - Cambio interanual requerido



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Energía de carbón

Tendencias sobre electricidad 2022



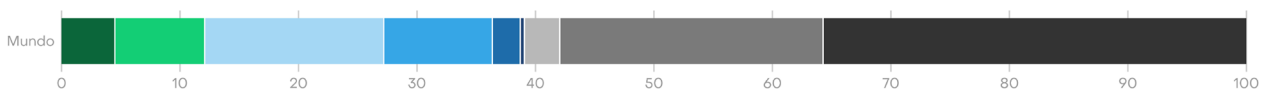
La generación de electricidad a partir del carbón a nivel mundial alcanzó un registro histórico de 10 186 TWh en 2022, ya que produjo el 36 % de la electricidad a nivel mundial en 2022. China produce, por mucho, la mayor cantidad de electricidad a partir del carbón que cualquier otro país al generar 5420 TWh de energía con carbón (61 % de su matriz eléctrica). Esta cifra supera cuatro veces al segundo productor más grande, India, con 1363 TWh (74 % de la matriz). Kosovo tiene el porcentaje más grande de carbón en la matriz eléctrica con un 94 % (10 TWh).



Matriz eléctrica mundial

Porcentaje de electricidad (%)

Solar Eólica Hidroeléctrica Nuclear Bioenergía
Otr. ener. renov. Otr. comb. fós. Gas Carbón

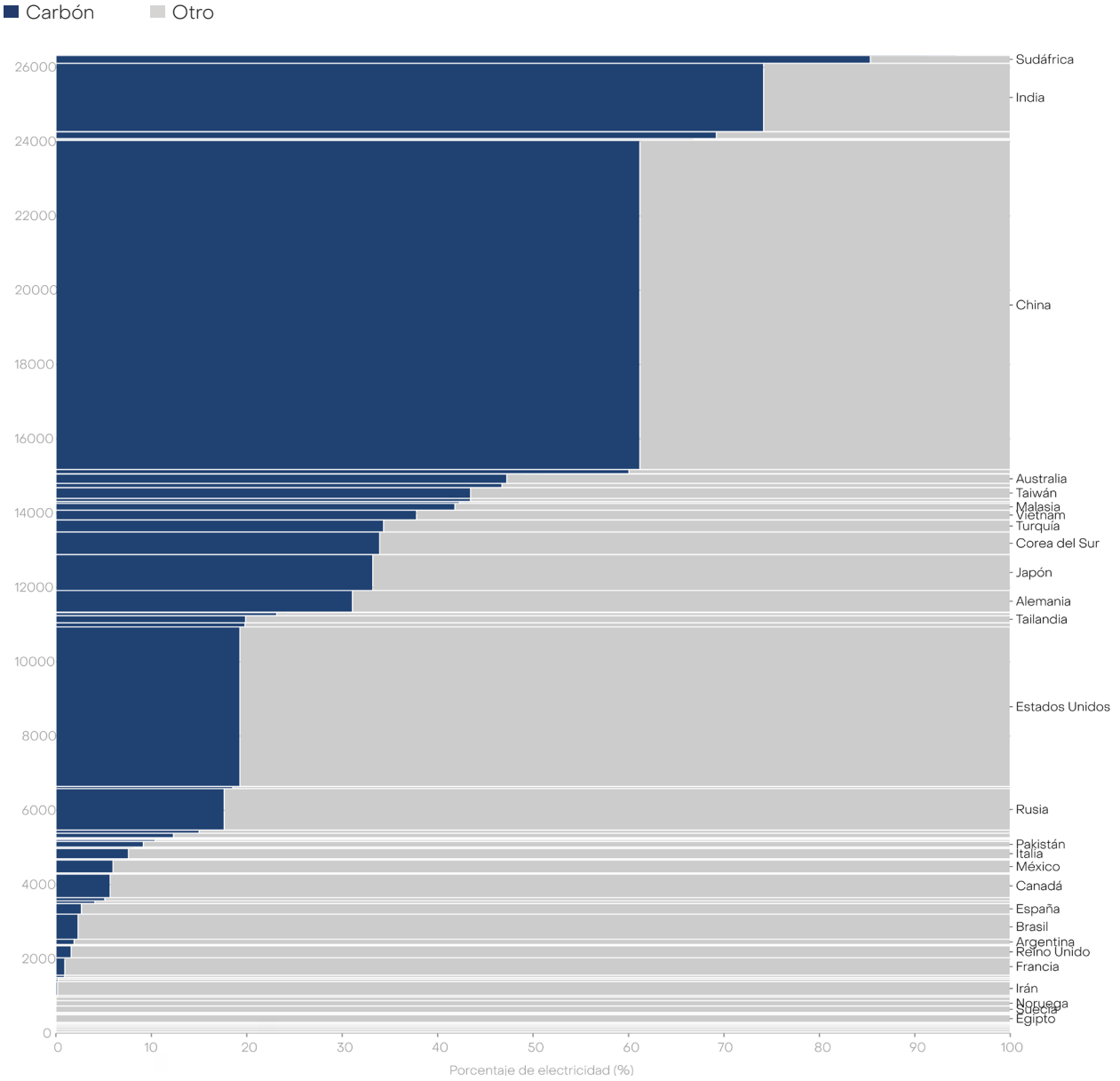


Papel del carbón

El carbón es el mayor contribuyente de emisiones en el sector de la generación de electricidad. Como tal, su papel se debe reducir rápidamente en las próximas dos décadas para que el mundo tenga una oportunidad para limitar el calentamiento global a 1,5 °C. Según el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#), las centrales de carbón en funcionamiento deben eliminarse gradualmente para 2030 en las economías avanzadas y para 2040 en las economías en desarrollo.

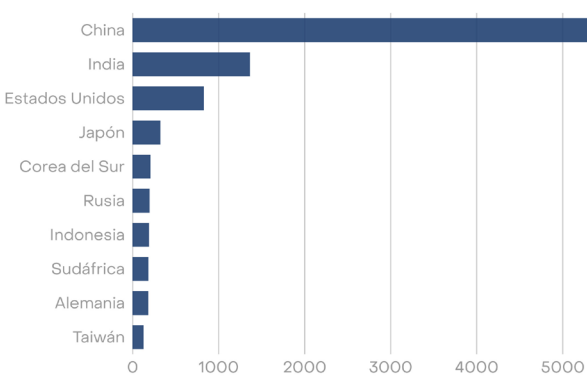
Actores principales en la energía de carbón

Generación de electricidad (TWh, eje de las y) y porcentaje de electricidad (% , eje de las x)



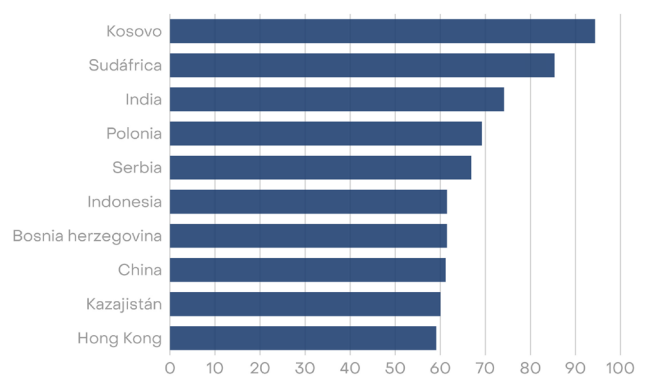
Generadores de carbón más grandes

Generación de electricidad (TWh)



Porcentajes más altos de energía de carbón

Porcentaje de electricidad (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Cambio en 2022

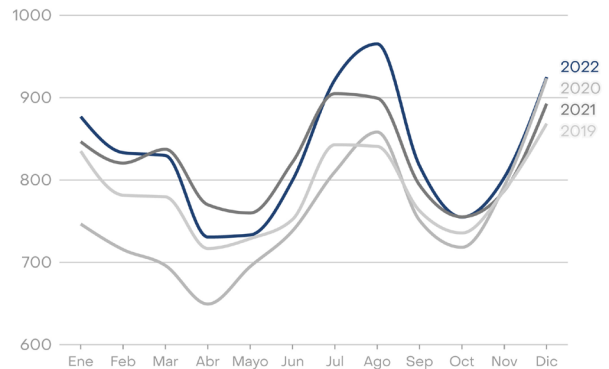
La generación de carbón aumentó un 11 % (+108 TWh), de 10 078 en 2021 a 10 186 TWh en 2022. Aunque la generación de carbón alcanzó un récord alto, el porcentaje de la generación de carbón cayó 0,5 puntos porcentuales en 2022 hasta un 35,7 %, en comparación con el 36,2 % en 2021. Esta caída en el porcentaje se puede atribuir a un crecimiento significativo en la energía eólica y la energía solar (+19 %, +557 TWh).

A pesar de la generación récord, el crecimiento del carbón del 11 % fue mucho menor que en 2021, cuando el carbón fue testigo de un aumento del 8,4 %, a medida que las economías a nivel mundial flexibilizaban las restricciones impuestas a causa de la COVID-19.

El mayor aumento se vio en India (+92 TWh), China (+81 TWh) y Alemania (+17 TWh). EE. UU. registró la mayor caída en la generación de carbón (-70 TWh), seguido por Vietnam (-15 TWh). Nueva Zelanda y Portugal casi detuvieron la generación de carbón en 2022, con caídas anuales del 94 % y 93 %, respectivamente.

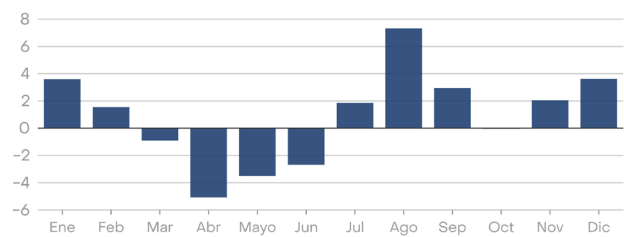
Generación de carbón a nivel mundial

Generación de electricidad (TWh)



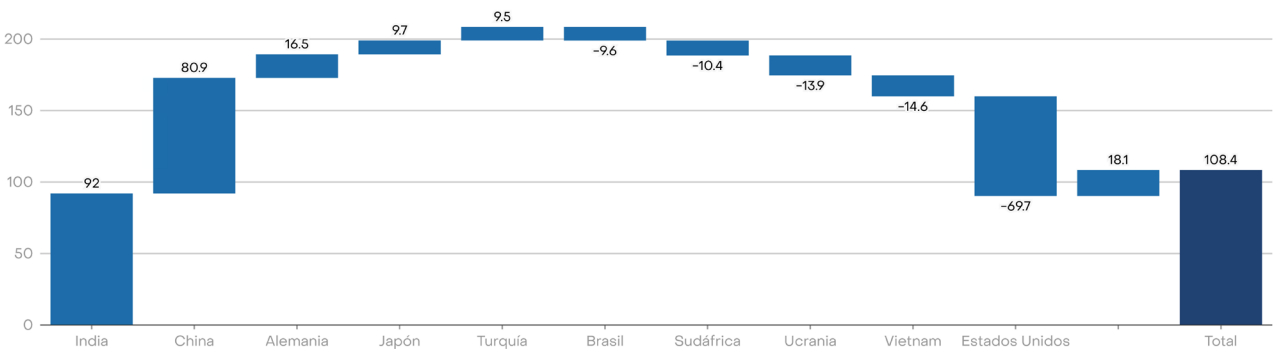
Cambios mensuales en la generación de carbón

Cambio interanual en la generación (%)



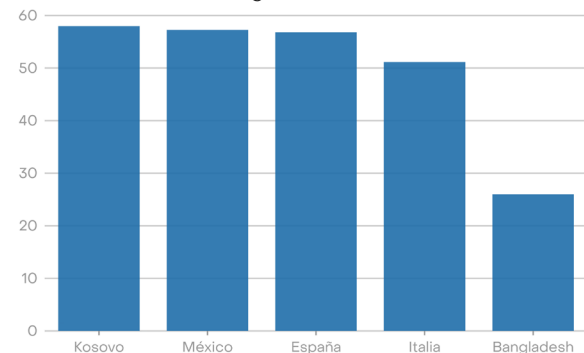
Cambios clave a nivel mundial en la generación de carbón

Cambio interanual en la generación (TWh)



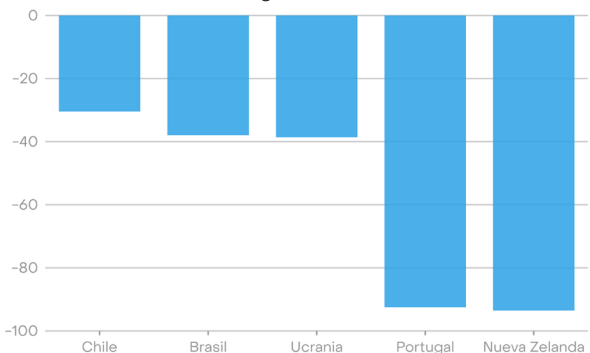
Mayores aumentos

Cambio interanual en la generación (%)



Mayores descensos

Cambio interanual en la generación (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

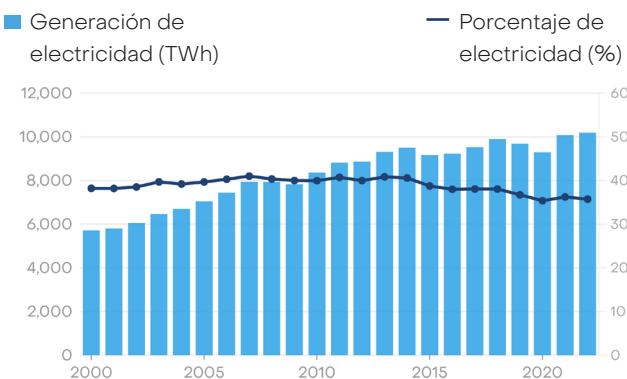
Tendencias a largo plazo

Durante las últimas dos décadas, la generación de carbón aumentó un 78 %, de 5719 TWh en 2000 a 10 186 TWh en 2022. Sin embargo, el porcentaje de carbón en la matriz eléctrica a nivel mundial ha caído levemente (de un 38 % en 2000 a un 36 % en 2022). No existe otra fuente de combustible individual más grande que el carbón, aunque las fuentes limpias en total superaron la generación de carbón en 2019.

Desde el Acuerdo de París, la tasa de crecimiento anual de generación de carbón se ha desacelerado, con una tasa de crecimiento promedio del 1,5 % de 2015 a 2022, la mitad de la tasa promedio entre 2000 y 2015 (+3,2 %). De 2000 a 2015, el porcentaje de electricidad de carbón en la matriz eléctrica había aumentado un punto porcentual (de 38 % a 39 %). En 2022 ese porcentaje cayó a 36 %.

Entre los países del G20, Sudáfrica ha tenido el porcentaje más alto de generación de carbón desde 2015, seguido por India con el segundo más alto y China con el tercero, lo que muestra que no hay cambios en la clasificación. La mayoría de los países del G20 han tenido una caída en su porcentaje de carbón en diferentes grados. El Reino Unido ha tenido la mayor caída en el porcentaje de carbón con una disminución del 23 % en 2015 al 1,6 % en 2022.

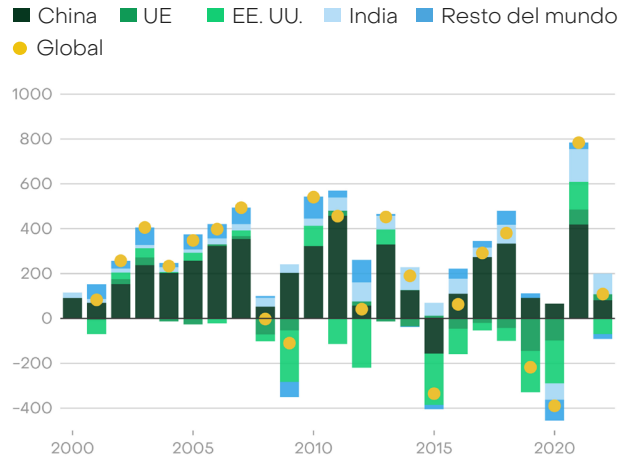
Tendencias a largo plazo en la generación de carbón



Fuente: Ember

Cambios anuales en la generación de carbón

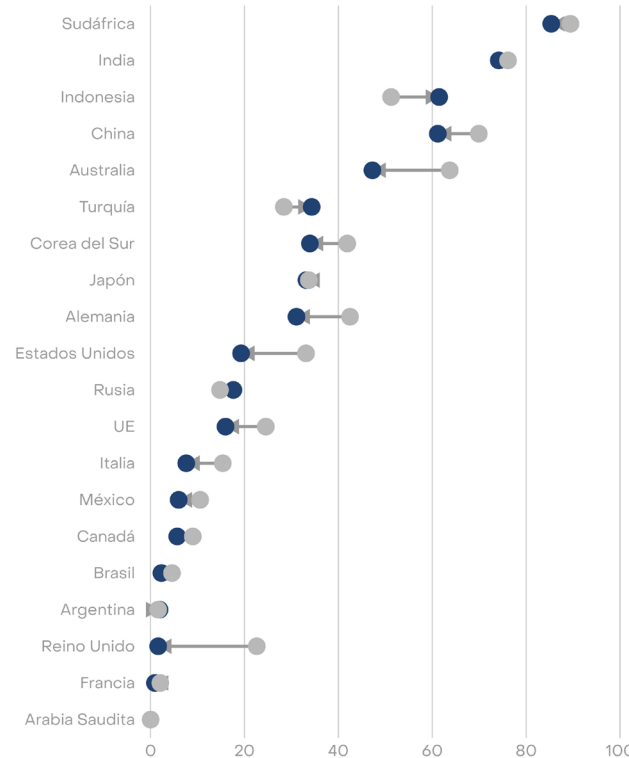
Cambio interanual en la generación (TWh)



Porcentaje de energía de carbón en países del G20

Porcentaje de electricidad (%)

● 2015 ● Último año*



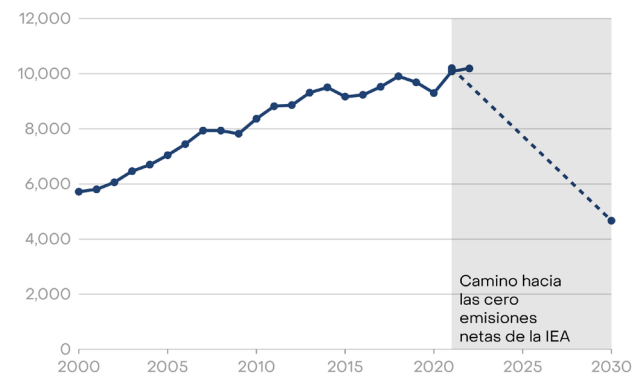
Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Progreso hacia las emisiones cero netas

De acuerdo con el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#), el mundo debe bajar el porcentaje de carbón en la matriz eléctrica a 12 % en 2030, una disminución de 24 puntos porcentuales en comparación con el porcentaje en 2022 (36 %). El camino de la IEA requiere que el carbón baje un 8,3 % cada año desde 2021 hasta 2030, pero desde 2015 el carbón ha aumentado un 1,5 % por año. Para cumplir los requisitos del camino de la IEA, los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) deberán reducir el carbón para 2030 y, el resto del mundo, para 2040.

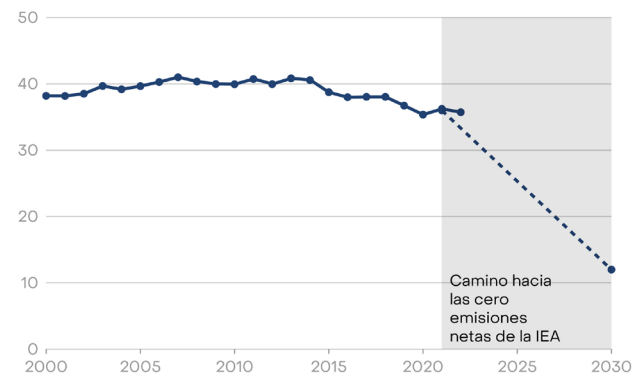
Generación de carbón

Generación de electricidad (TWh)



Porcentaje de carbón

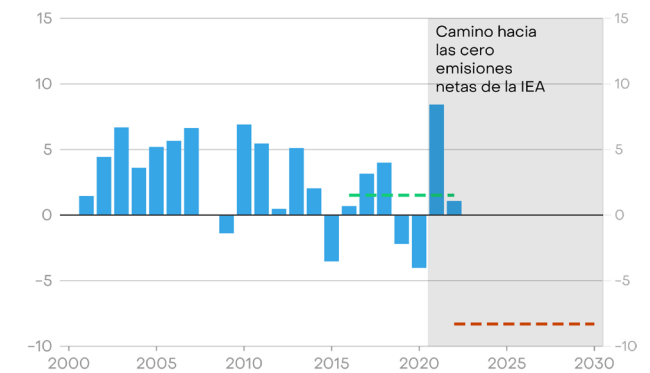
Porcentaje de electricidad (%)



Cambios en la generación de carbón

Cambio interanual en la generación (%)

- Cambio interanual
- - Cambio porcentual promedio interanual (2016-22)
- - Cambio interanual requerido



Fuente: Ember

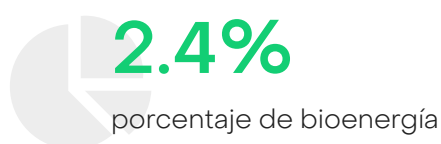
Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Bioenergía

Tendencias sobre electricidad 2022



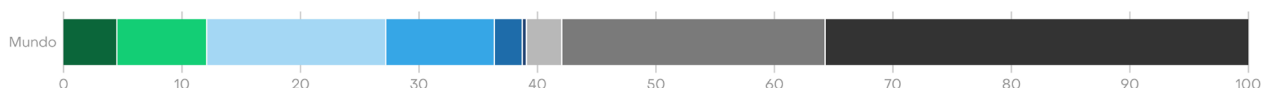
En 2022, el 2,4 % (672 TWh) de la electricidad a nivel mundial se generó a partir de bioenergía. China fue el mayor productor, ya que generó 172 TWh (1,9 % de su matriz eléctrica), seguida por Brasil (57 TWh, 8,5 % de la matriz). Los países que más dependen de la bioenergía son Finlandia (19 % de la generación total, 14 TWh) y el Reino Unido (11 %, 35 TWh).



Matriz eléctrica mundial

Porcentaje de electricidad (%)

Solar Eólica Hidroeléctrica Nuclear Bioenergía
Otr. ener. renov. Otr. comb. fós. Gas Carbón



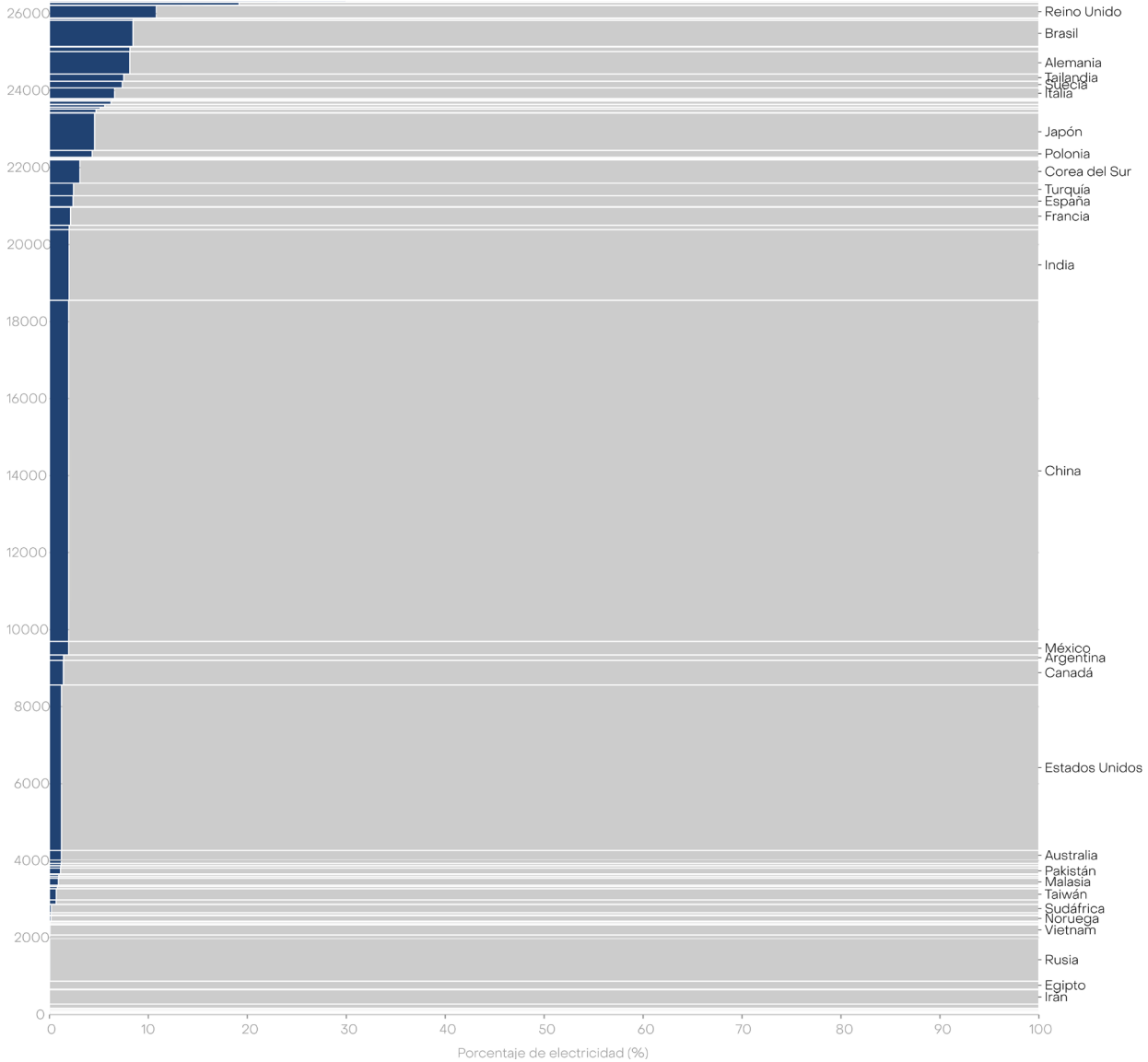
Papel de la bioenergía

Aunque en este informe la bioenergía está categorizada como una fuente renovable, su impacto sobre el clima depende, en gran medida, del tipo de materia prima y cómo se consigue. Cada vez es mayor la cantidad de evidencia científica que sugiere que, en algunos casos, quemar bioenergía para generar electricidad contribuye al cambio climático.

Actores principales en la bioenergía

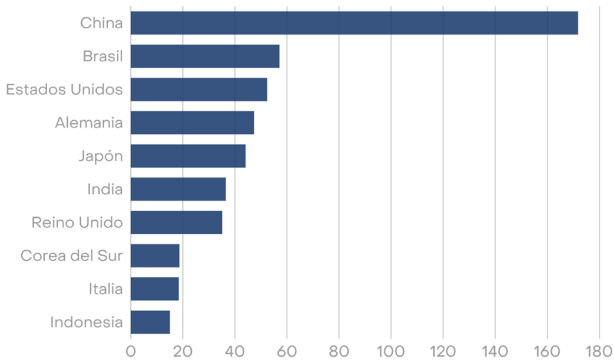
Generación de electricidad (TWh, eje de las y) y porcentaje de electricidad (% , eje de las x)

■ Bioenergía ■ Otro



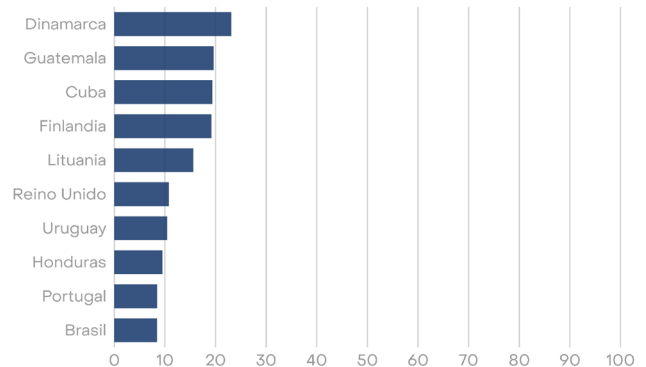
Generadores de bioenergía más grandes

Generación de electricidad (TWh)



Porcentajes más altos de bioenergía

Porcentaje de electricidad (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Cambio en 2022

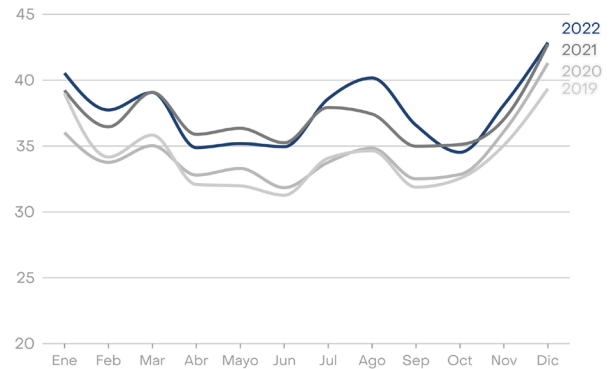
La producción de bioenergía subió levemente un 0,8 % (+6 TWh), de 666 TWh en 2021 a 672 TWh en 2022. Este fue el aumento anual en términos absolutos más bajo para la bioenergía desde 2001. El porcentaje de bioenergía en la matriz eléctrica a nivel mundial permaneció sin cambios con 2,4 % en 2022.

El Reino Unido tuvo la caída más grande en términos absolutos (-4,1 TWh), seguido por EE. UU. (-1,9 TWh) y Países Bajos (-1,1 TWh). La disminución en el Reino Unido es en particular relevante, ya que fue el primer año en que la producción de bioenergía cayó desde 2000. La caída también fue bastante importante en términos relativos (-10 %), lo que provocó una baja en el porcentaje de bioenergía en la matriz eléctrica del Reino Unido de 13 % en 2021 a 11 % en 2022.

Por otro lado, Japón aumentó la producción en 7,2 TWh (+19 %), debido a que presentó un crecimiento anual de demanda de electricidad por encima del 1 % por primera vez desde 2010. Corea del Sur también tuvo un incremento en la producción y agregó 3,6 TWh de bioenergía a la matriz eléctrica (+24 %) para cubrir la creciente demanda, mientras disminuía la dependencia del carbón.

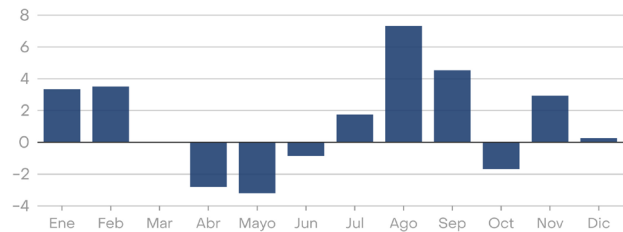
Generación de bioenergía a nivel mundial

Generación de electricidad (TWh)



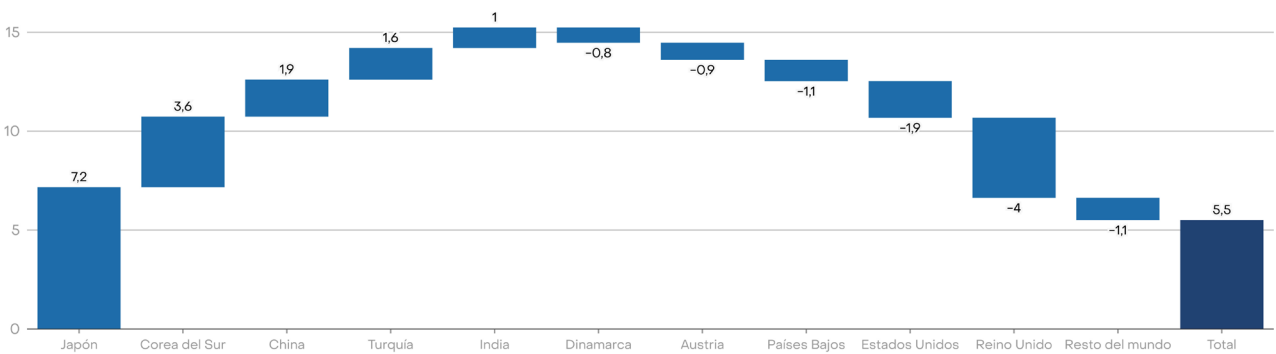
Cambios mensuales en la generación de bioenergía

Cambio interanual en la generación (%)



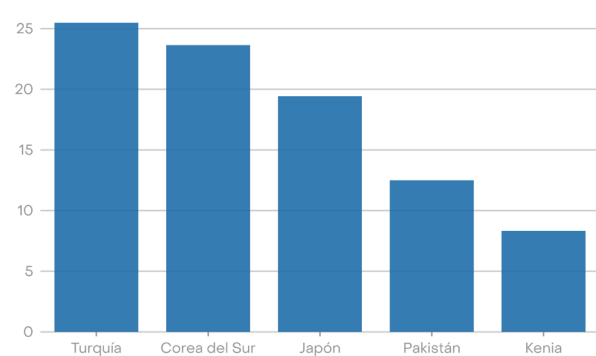
Cambios clave a nivel mundial en la generación de bioenergía

Cambio interanual en la generación (TWh)



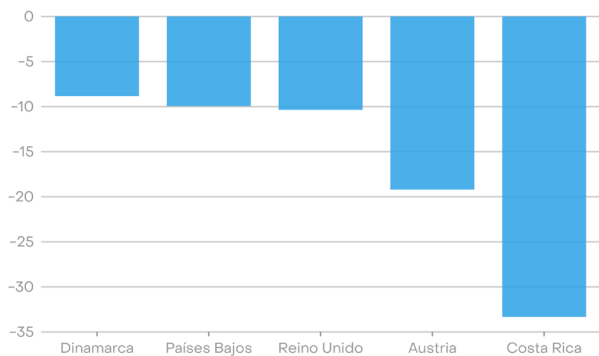
Mayores aumentos

Cambio interanual en la generación (%)



Mayores descensos

Cambio interanual en la generación (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

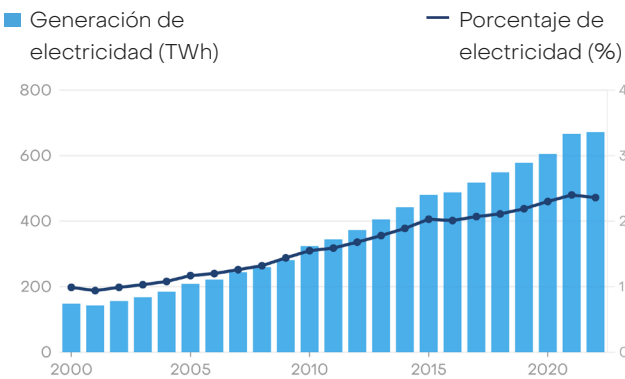
Tendencias a largo plazo

En las últimas dos décadas, la generación de bioenergía aumentó 4,5 veces, de 148 TWh en 2000 a 672 TWh en 2022. En consecuencia, el porcentaje de bioenergía en la matriz eléctrica a nivel mundial pasó de menos del 1 % en 2000 a 2,4 % en 2022. Hubo solo un año calendario en que la generación de bioenergía mostró una reducción anual: en 2001 la producción cayó 5,5 TWh (-3,7 %). Desde entonces, la generación de bioenergía ha crecido a una tasa anual promedio del 8 %. En 2022, la tasa de crecimiento se desplomó a 0,8 % porque los principales productores, como Brasil, los Estados Unidos y el Reino Unido, redujeron la generación de bioenergía.

El crecimiento de la generación de bioenergía se ha desacelerado desde 2015, lo que demuestra una tasa de crecimiento anual promedio más baja con un 4,9 %. El porcentaje de bioenergía ha aumentado solo 0,4 puntos porcentuales desde 2015, de 2 % a 2,4 % en 2022.

Entre los países del G20, el Reino Unido tiene el porcentaje más alto de bioenergía en la matriz eléctrica nacional. En 2000, su porcentaje había sido solo del 1,1 %. En 2015, el porcentaje aumentó a 8,5 %, aunque el aumento se desaceleró e hizo que el porcentaje de bioenergía en el Reino Unido llegara a 11 % en 2022. Brasil y Alemania tienen valores similares, con un porcentaje consistente de alrededor del 8 % desde 2015.

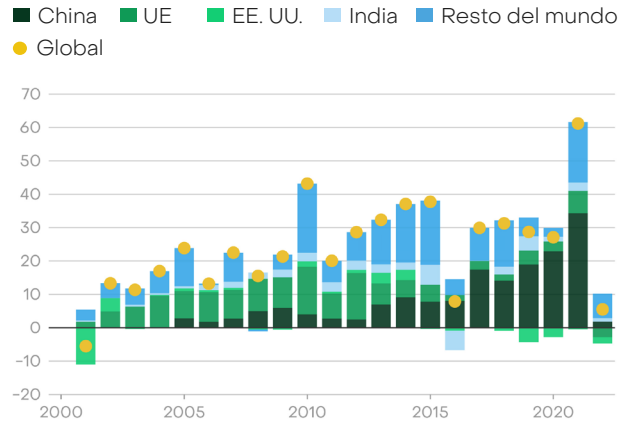
Tendencias a largo plazo en la generación de bioenergía



Fuente: Ember

Cambios anuales en la generación de bioenergía

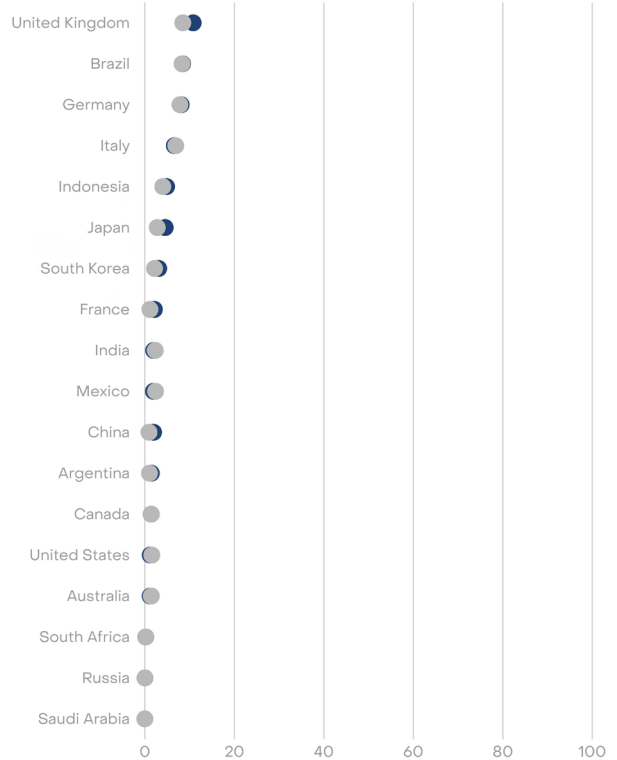
Cambio interanual en la generación (TWh)



Porcentaje de bioenergía en países del G20

Porcentaje de electricidad (%)

● 2015 ● Último año*



Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.



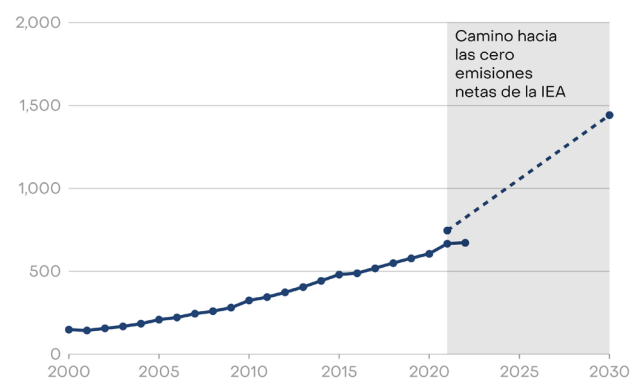
Progreso hacia las emisiones cero netas



Debido a los riesgos climáticos asociados a las materias primas con mayor contenido de carbono, la bioenergía debe desempeñar un papel limitado en la transición hacia la electricidad limpia. En el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#), la generación de bioenergía solo representa el 4 % de la generación de electricidad a nivel mundial en 2030. El [Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático](#) sugirió que la bioenergía se limite aún más a solo 2 % para 2040. Sin embargo, el camino hacia las cero emisiones netas de la IEA sugiere que la generación de bioenergía debe duplicarse a 1442 TWh para 2030, a medida que el mundo reduce el uso de carbón. Para permanecer en este camino, la generación de bioenergía a nivel mundial debería aumentar un 7,6 % cada año desde 2021 hasta 2030, en comparación con una tasa de crecimiento del 4,9 % desde 2015.

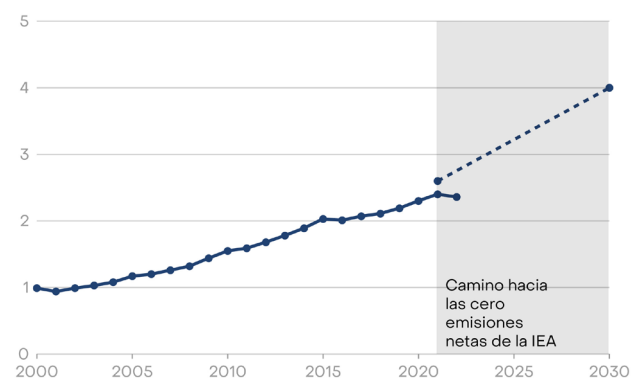
Generación de bioenergía

Generación de electricidad (TWh)



Porcentaje de bioenergía

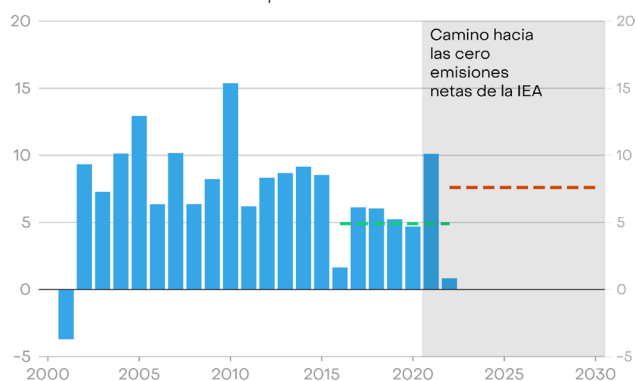
Porcentaje de electricidad (%)



Cambios en la generación de bioenergía

Cambio interanual en la generación (%)

- Cambio interanual
- - Cambio porcentual promedio interanual (2016-22)
- - Cambio interanual requerido



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Gas

Tendencias sobre electricidad 2022

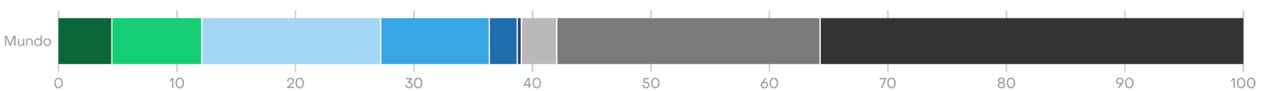
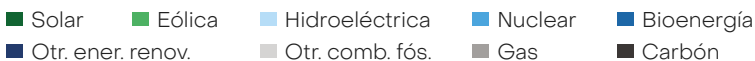


La generación de gas de origen fósil es la segunda fuente más grande de electricidad a nivel mundial y es responsable del 22 % de la generación de electricidad en el mundo. EE. UU. es el mayor productor de electricidad a partir del gas con 1695 TWh (39 % de su matriz eléctrica). Supera más de tres veces al siguiente mayor generador, que es Rusia (479 TWh, 43 % de su matriz). Kuwait tiene el porcentaje más alto de gas en la matriz con 99,9 % (71 TWh) de su electricidad a partir del gas.



Matriz eléctrica mundial

Porcentaje de electricidad (%)



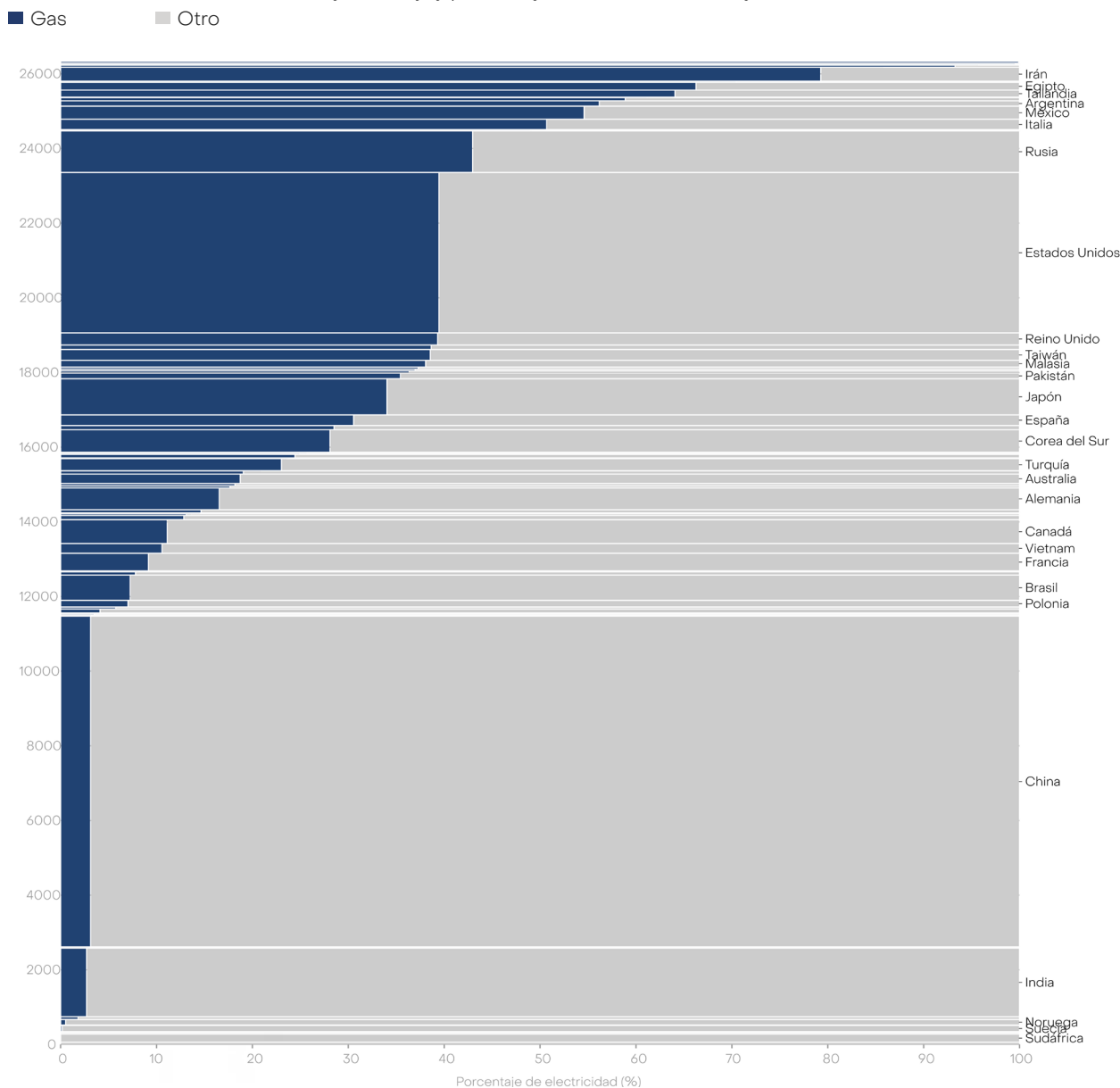
Papel del gas

El gas, después del carbón, es el segundo mayor contribuyente de emisiones en el sector eléctrico. A mediano plazo, tiene un papel que desempeñar en la flexibilidad del sistema eléctrico para adaptarse a un gran flujo de energía eólica y energía solar. Sin embargo, el gas que no se haya disminuido (gas sin captura y almacenamiento de carbono) se deberá eliminar para 2040 a fin de pasar a un sistema eléctrico limpio.



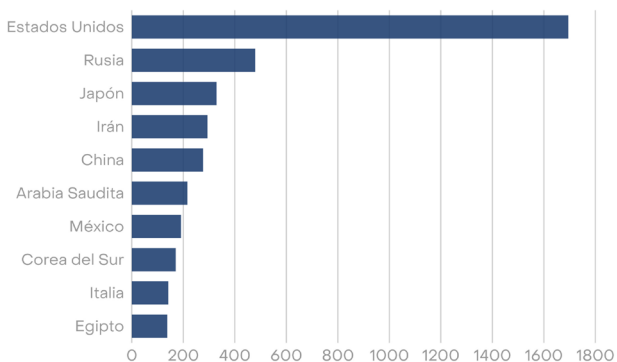
Actores principales en la energía de gas

Generación de electricidad (TWh, eje de las y) y porcentaje de electricidad (% , eje de las x)



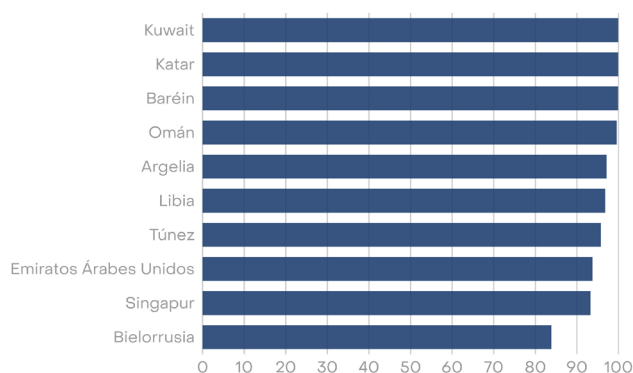
Generadores de gas más grandes

Generación de electricidad (TWh)



Porcentajes más altos de energía de gas

Porcentaje de electricidad (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Cambio en 2022

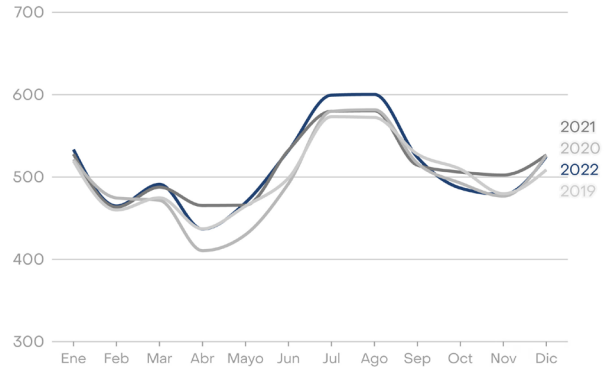
A pesar de las interrupciones en la cadena de suministro después de la invasión de Rusia a Ucrania y los aumentos de los precios como consecuencia, la generación de gas solo tuvo un cambio marginal. La generación de gas bajó un 0,2 % (-12 TWh), de 6348 TWh en 2021 a 6336 TWh en 2022. El porcentaje de gas también disminuyó de manera marginal del 23 % en 2021 al 22 % en 2022.

En EE. UU., el gas registró un gran incremento de 116 TWh (+7,4 %), impulsado por el aumento de la demanda y el abandono del carbón. Forzado por la reducción en la generación de energía nuclear en Francia, algunos países en Europa occidental también aumentaron la generación de gas, incluyendo Francia (+9,6 TWh, +29 %), y España (+15 TWh, +22 %).

Brasil tuvo una caída de 42 TWh en el gas (-46 %), impulsada por un resurgimiento de la energía hidroeléctrica después de un mal año en 2021. En Turquía, muchas otras fuentes de electricidad, en especial la energía hidroeléctrica y el carbón, aumentaron y esto permitió que el gas cayera 35 TWh (-32 %).

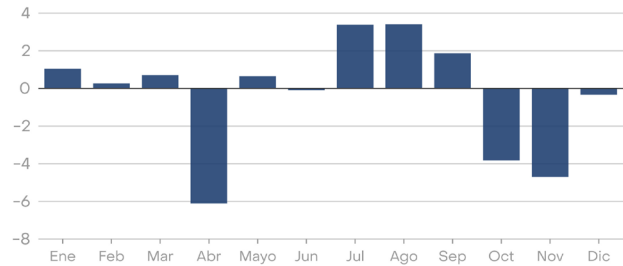
Generación de gas a nivel mundial

Generación de electricidad (TWh)



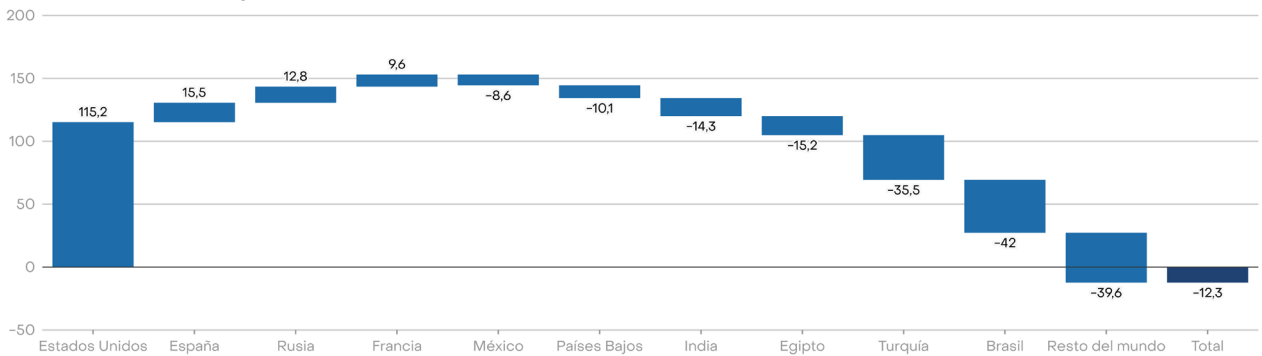
Cambios mensuales en la generación de gas

Cambio interanual en la generación (%)



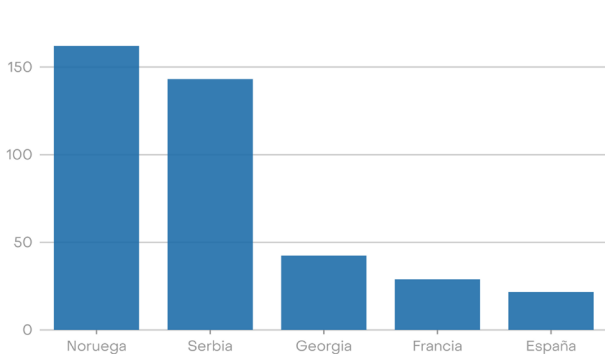
Cambios clave a nivel mundial en la generación de gas

Cambio interanual en la generación (TWh)



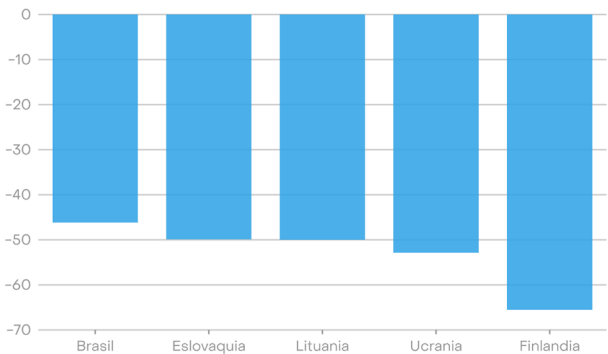
Mayores aumentos

Cambio interanual en la generación (%)



Mayores descensos

Cambio interanual en la generación (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Tendencias a largo plazo



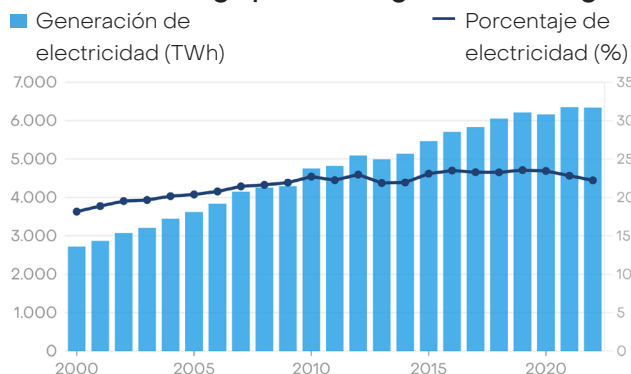
En las últimas dos décadas, la generación de gas aumentó 2,3 veces, de 2718 TWh en 2000 a 6336 TWh en 2022. En 2022, la generación de gas alcanzó el segundo nivel más alto en su historia, no muy lejos del récord de 6348 TWh en 2021. El porcentaje de gas subió del 18 % en 2000 al 23 % en 2015 y luego bajó levemente al 22 % en 2022.

En las últimas dos décadas, solo tres años calendario fueron testigos de una caída en la generación de gas: 2013 (-2,1 %, -105 TWh), 2020 (-0,8 %, -50 TWh) y 2022 (-0,2 %, -12 TWh). La caída en la generación de gas en 2022 no fue tan importante como en los otros dos años, pero esto apunta a las repercusiones de la crisis del gas a nivel mundial.

Desde 2000 hasta el Acuerdo de París en 2015, la generación de gas se duplicó y alcanzó 5463 TWh en 2015. Esto se traduce en una tasa de crecimiento anual promedio de 4,8 %. Desde 2015, la tasa de crecimiento se ha ralentizado a 2,1 % por año en promedio.

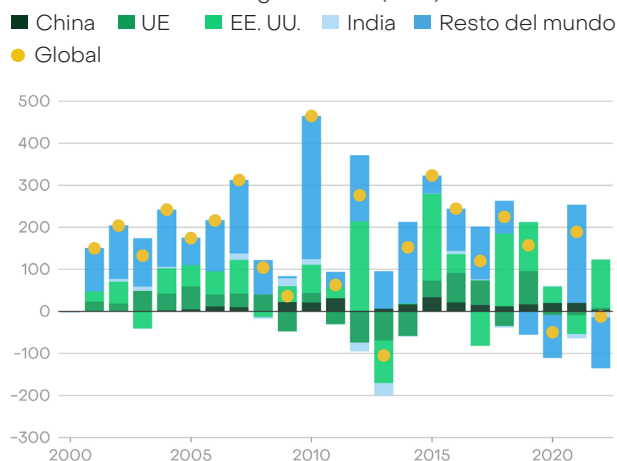
La mitad de los países del G20 han aumentado el porcentaje de gas en sus matrices eléctricas desde 2015. Arabia Saudita es el más notable, ya que el porcentaje de gas aumentó del 46 % en 2015 al 61 % en 2021. El porcentaje de gas de Italia fue del 39 % en 2015 al 51 % en 2022, Alemania del 9,9 % al 17 %, Francia del 3,7 % al 9,2 %, EE. UU. del 33 % al 40 % y Corea del Sur del 22 % al 28 %. Por otro lado, el porcentaje de gas de Brasil cayó del 13 % en 2015 al 7 % en 2022, Turquía del 38 % al 23 %, India del 4,9 % al 2,7 %, Japón del 40 % al 34 % y Rusia del 49 % al 43 %.

Tendencias a largo plazo en la generación de gas



Cambios anuales en la generación de gas

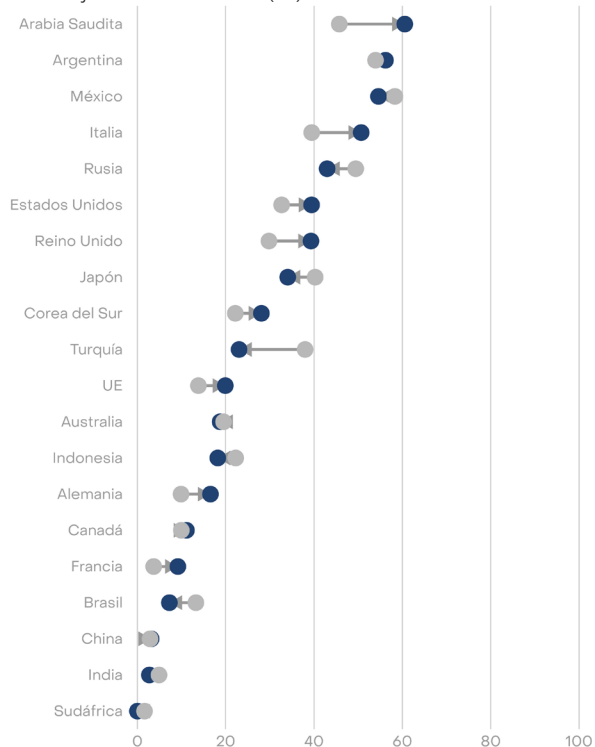
Cambio interanual en la generación (TWh)



Porcentaje de gas en países del G20

Porcentaje de electricidad (%)

● 2015 ● Último año*



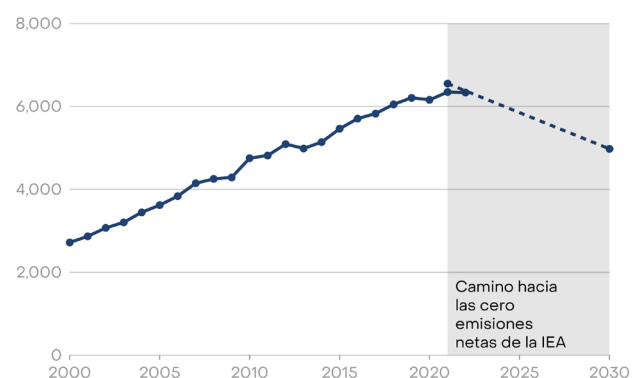


De acuerdo con el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#), el mundo debe reducir la generación de gas hasta 4977 TWh en 2030 y así limitar el aumento de temperatura a nivel mundial a 1,5 °C. En este escenario, el gas representaría el 13 % de la matriz eléctrica a nivel mundial en 2030. A fin de lograr este objetivo, la generación de gas debe caer un 3 % cada año de 2021 a 2030.

Históricamente, la generación de gas ha aumentado de manera estable, aunque su tasa de crecimiento se ha desacelerado desde 2015. La crisis del gas en 2022 puede suponer un punto de inflexión, ya que reveló las vulnerabilidades de la cadena de suministro de gas a nivel mundial y llevó a que muchos países reconsideraran el papel del gas en la matriz eléctrica. Si se acelera el crecimiento de la electricidad limpia, tiene el potencial de adelantar la caída del gas en los años futuros.

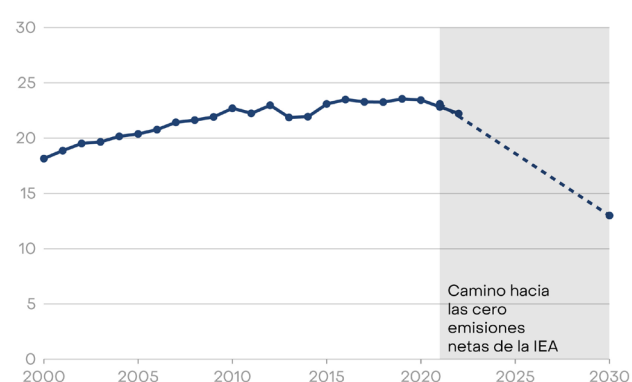
Generación de gas

Generación de electricidad (TWh)



Porcentaje de gas

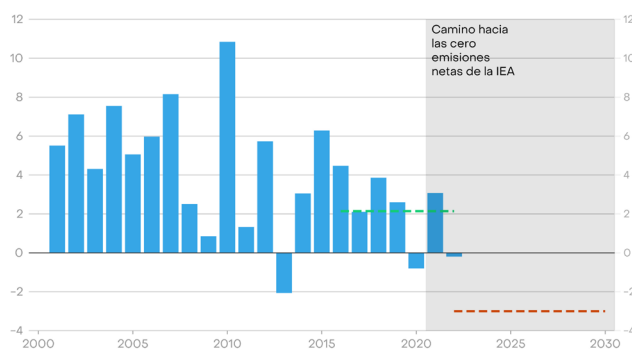
Porcentaje de electricidad (%)



Cambios en la generación de gas

Cambio interanual en la generación (%)

- Cambio interanual
- - Cambio porcentual promedio interanual (2016-22)
- - Cambio interanual requerido



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Nuclear

Tendencias sobre electricidad 2022



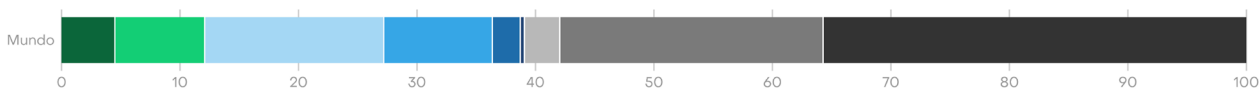
En 2022, la energía nuclear produjo un 9,2 % (2611 TWh) de la electricidad a nivel mundial. EE. UU. es el mayor generador de energía nuclear, lo que representa el 30 % de la producción de energía nuclear a nivel mundial (772 TWh). La producción de energía nuclear en China fue menos de la mitad que en Estados Unidos, con 418 TWh y el 16 % de la producción mundial. Los países que más recurren a la energía nuclear son Francia (63 %, 298 TWh), Eslovaquia (59 %, 16 TWh), Ucrania (58 %, 65 TWh), Bélgica (47 %, 44 TWh) y Hungría (45 %, 16 TWh).



Matriz eléctrica mundial

Porcentaje de electricidad (%)

■ Solar ■ Eólica ■ Hidroeléctrica ■ Nuclear ■ Bioenergía
■ Otr. ener. renov. ■ Otr. comb. fós. ■ Gas ■ Carbón



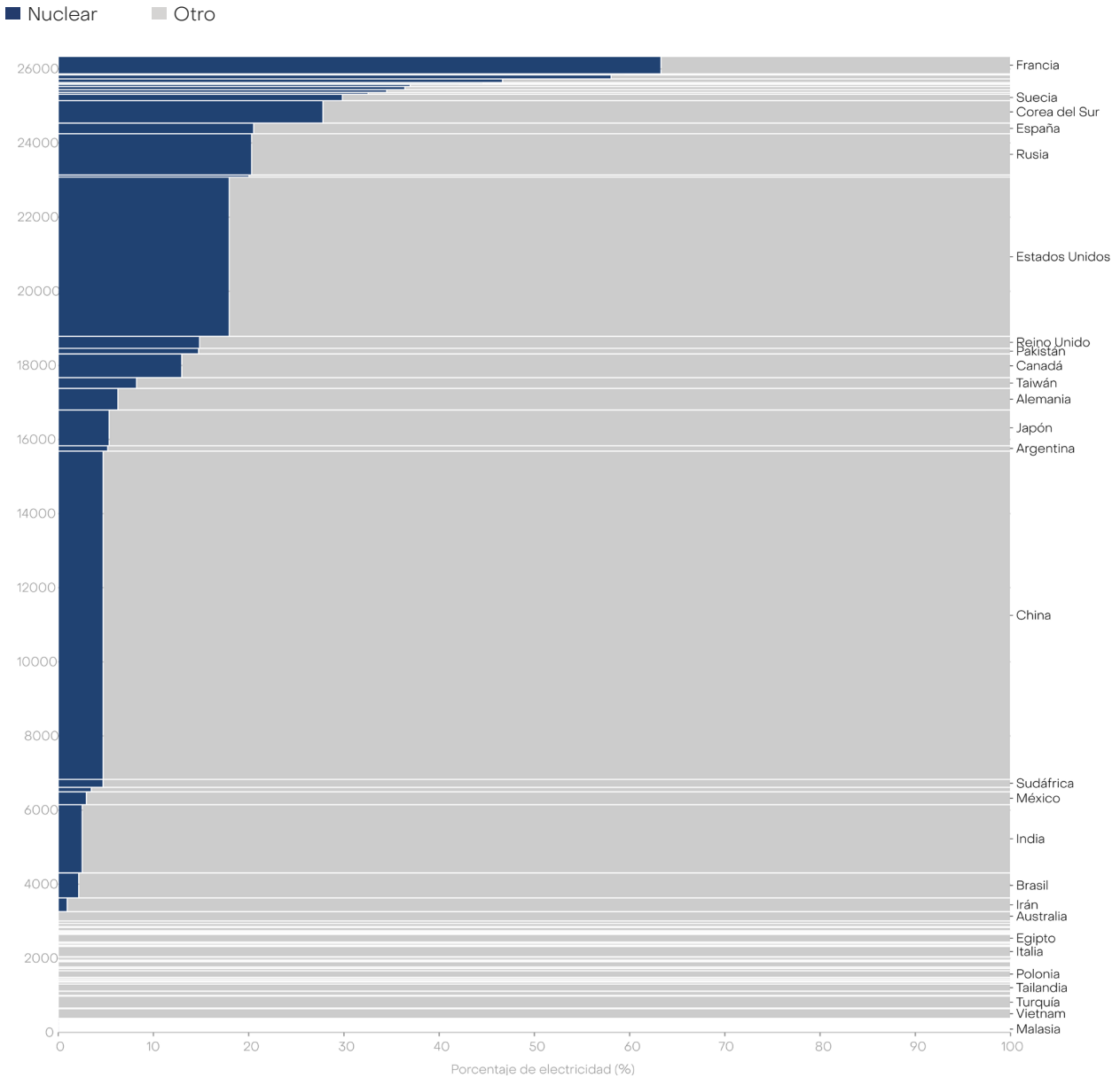
Papel de la energía nuclear

La energía nuclear es una fuente importante de electricidad firme, sin emisiones de carbono, dada la gravedad de la crisis climática y la necesidad de apartarse rápidamente de los combustibles fósiles. La capacidad de energía nuclear debe aumentar de manera significativa durante las próximas décadas en consonancia con la creciente demanda de electricidad, pero es probable que el porcentaje de generación de electricidad a nivel mundial se mantenga similar al de la actualidad.



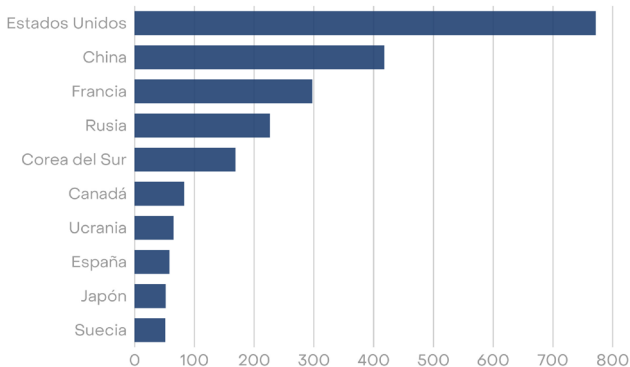
Actores principales en la energía nuclear

Generación de electricidad (TWh, eje de las y) y porcentaje de electricidad (% , eje de las x)



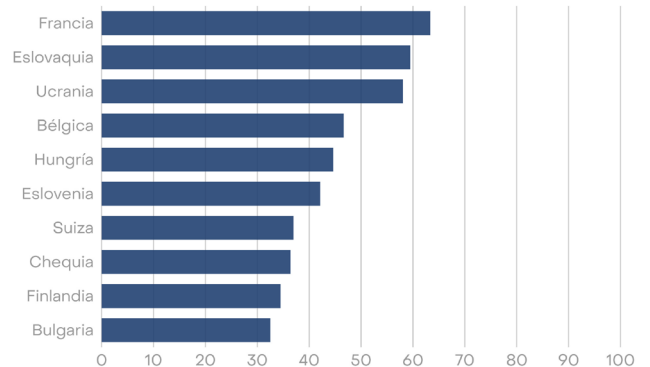
Generadores nucleares más grandes

Generación de electricidad (TWh)



Porcentajes más altos de energía nuclear

Porcentaje de electricidad (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Cambio en 2022



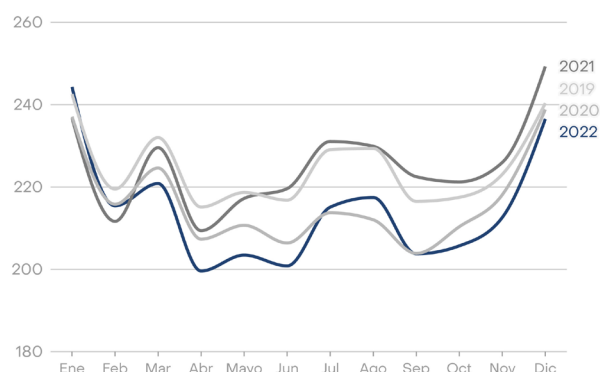
La generación mundial de electricidad a partir de la energía nuclear cayó un 4,7 % (-129 TWh), de 2739 TWh en 2021 a 2611 TWh en 2022. El porcentaje de energía nuclear en la matriz eléctrica a nivel mundial también cayó 0,7 puntos porcentuales, de 9,9 % en 2021 a 9,2 % en 2022.

La mayor caída se produjo en Francia, en donde muchas plantas de energía nuclear se apagaron por motivos de mantenimiento durante más tiempo de lo esperado (-82 TWh, -22 %). La segunda mayor caída se debió al retraso del abandono de la energía nuclear por parte de Alemania (-47 %, -33 TWh). La invasión de Ucrania forzó a apagar numerosos reactores (-21 TWh, -25 %). Entre los países no europeos, Japón tuvo la mayor caída en la generación de energía nuclear debido a un mantenimiento programado (-9,5 TWh, -15 %), a pesar del cambio en la política para [revivir la industria nuclear](#).

Entre los países que registraron un aumento en la generación de energía nuclear, Corea del Sur fue el que más creció con 18 TWh (+12 %), seguido por China (+10 TWh, +2,5 %) y Pakistán (+6,7 TWh, +43 %).

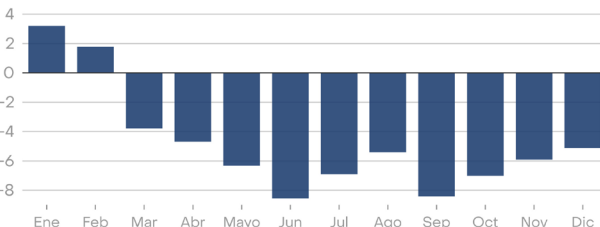
Generación de energía nuclear a nivel mundial

Generación de electricidad (TWh)



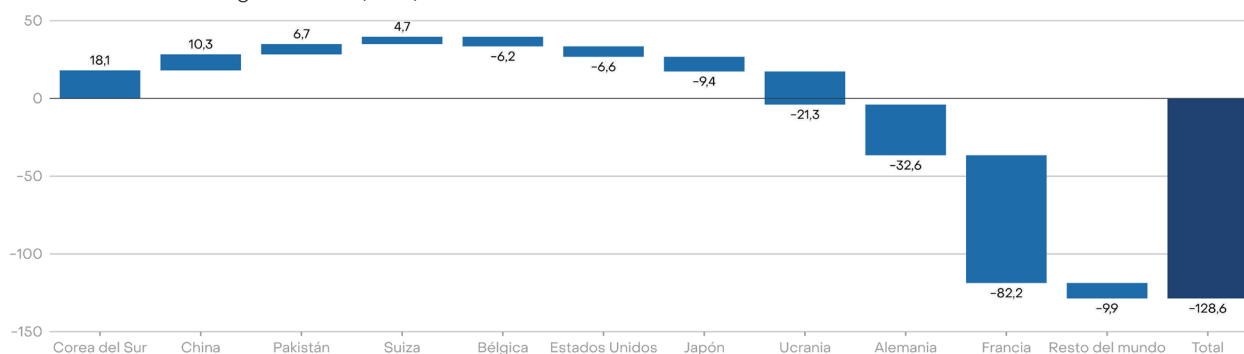
Cambios mensuales en la generación de energía nuclear

Cambio interanual en la generación (%)



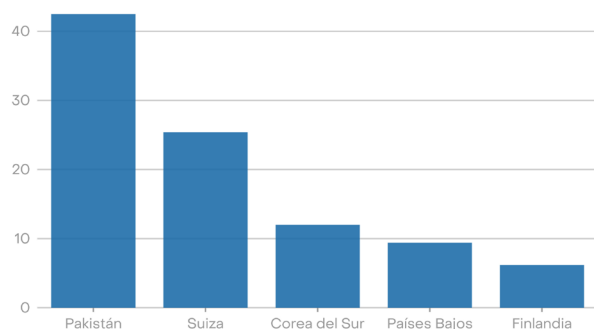
Cambios clave a nivel mundial en la generación de energía nuclear

Cambio interanual en la generación (TWh)



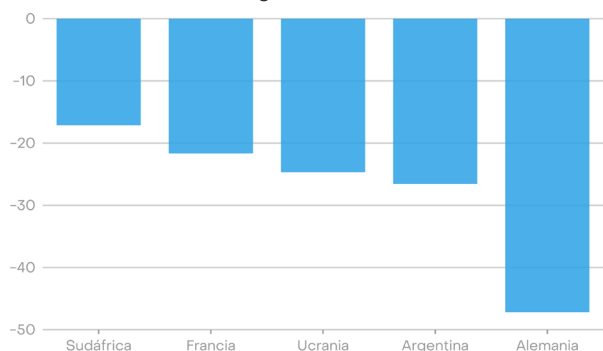
Mayores aumentos

Cambio interanual en la generación (%)



Mayores descensos

Cambio interanual en la generación (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Tendencias a largo plazo



En las últimas dos décadas, la energía nuclear no ha visto un crecimiento significativo. Desde 2000 hasta 2022, la energía nuclear aumentó solo a una tasa media de crecimiento anual del 0,2 %. Como consecuencia, el porcentaje de energía nuclear ha disminuido significativamente, es decir, cayó a 9,2 % (2611 TWh) en 2022, en comparación con el 17 % de la electricidad a nivel mundial (2507 TWh) en 2000.

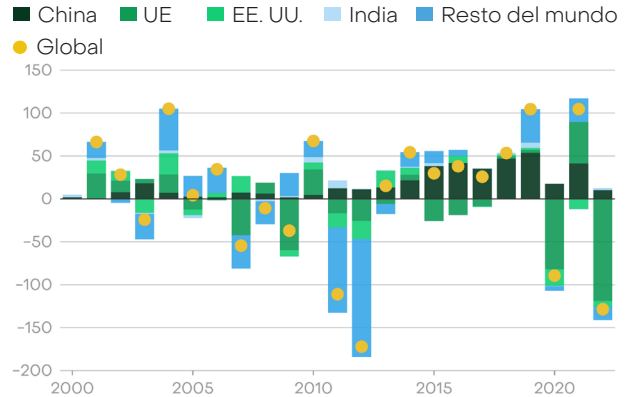
La caída en la generación de energía nuclear en 2022 (-4,7 %, -129 TWh) fue el segundo mayor descenso interanual jamás registrado en el mundo. La generación de energía nuclear en 2022 (2611 TWh) fue incluso inferior a la de 2020 (2635 TWh) cuando la pandemia de la COVID-19 paralizó la economía mundial. La mayor caída se observó en 2012 (-6,7 %, -172 TWh), un año después de que el desastre nuclear de Fukushima golpeara Japón.

Luego del gran revés en 2012, la generación de energía nuclear recuperó el impulso de crecimiento durante los siete años siguientes hasta 2020, año en que empezó la pandemia de la COVID-19. Sin embargo, el crecimiento todavía no era lo suficientemente fuerte para seguir el ritmo de la creciente demanda mundial de energía. En consecuencia, el porcentaje de energía nuclear en la matriz eléctrica mundial ha disminuido. En 2015, el porcentaje de energía nuclear se situaba en el 11 % y ha seguido descendiendo hasta alcanzar el 9,2 % en 2022.

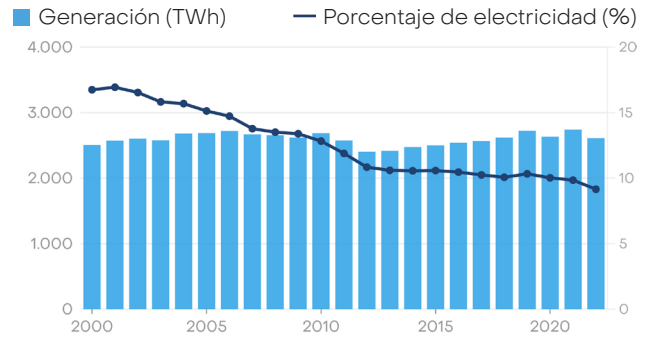
Entre los países del G20, Francia tiene el mayor porcentaje de energía nuclear en su matriz eléctrica nacional. También, registró la mayor caída en el porcentaje de energía nuclear, el cual disminuyó del 76 % en 2015 al 63 % en 2022. La caída en la energía nuclear refleja una fuerte adopción de las energías solar y eólica y del gas. Corea del Sur, que tiene el segundo porcentaje de energía nuclear más alto en el G20, ha presentado una leve caída del 30 % en 2015 al 28 % en 2022.

Cambios anuales en la generación de energía nuclear

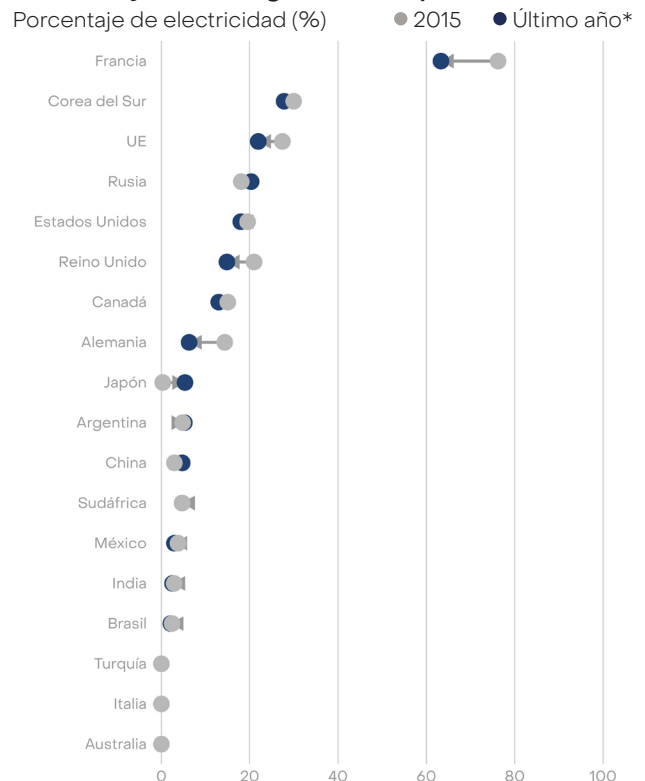
Cambio interanual en la generación (TWh)



Tendencias a largo plazo en la generación de energía nuclear



Porcentaje de energía nuclear, países del G20



Fuente: Ember

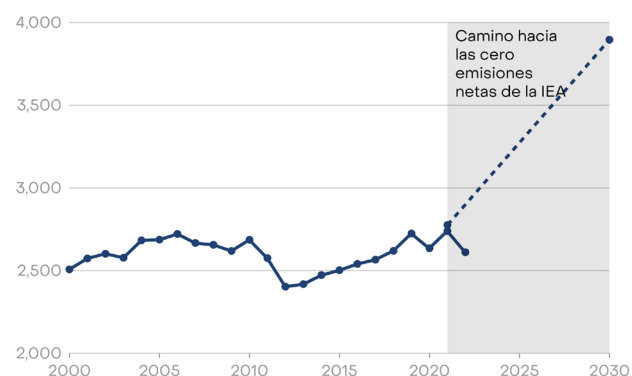
Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.



De acuerdo con el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#), la energía nuclear tendrá un papel limitado en la matriz eléctrica a nivel mundial en 2030 y mantendrá su porcentaje en alrededor del 10 %. No obstante, para satisfacer la creciente demanda mundial de electricidad con una fuente de energía sin emisiones de carbono, el camino de la IEA requiere que la generación de energía nuclear aumente un 3,8 % por año de 2021 a 2030. De 2015 a 2022, la tasa de crecimiento promedio fue de solo un 0,6 % y, en 2022, se registró una caída del 4,7 %.

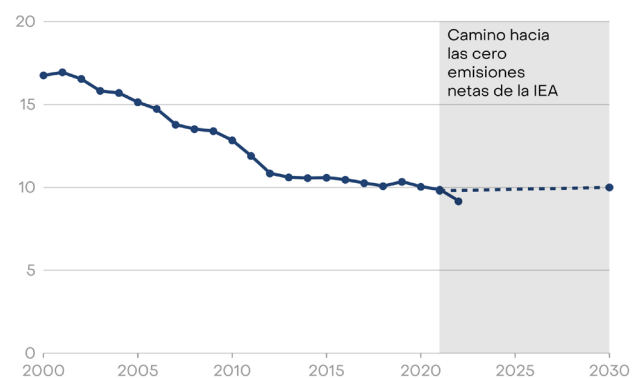
Generación de energía nuclear

Generación de electricidad (TWh)



Porcentaje de energía nuclear

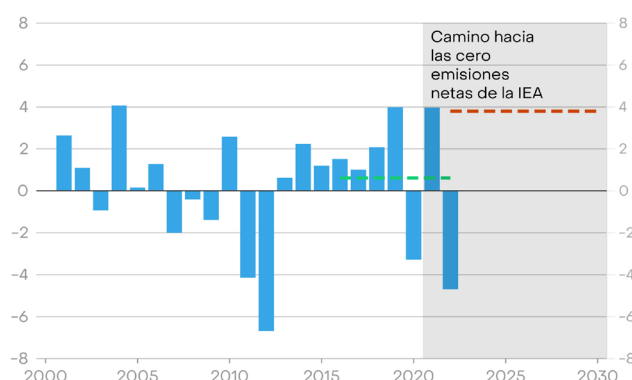
Porcentaje de electricidad (%)



Cambios en la generación de energía nuclear

Cambio interanual en la generación (%)

- Cambio interanual
- - Cambio porcentual promedio interanual (2016-22)
- - Cambio interanual requerido



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Capítulo 6 | Análisis exhaustivos de países y regiones

Análisis de los diez mayores emisores del sector eléctrico en 2022

En este capítulo, se proporciona un análisis más profundo de lo que ha sucedido en los países y las regiones que son los principales diez emisores de CO₂ en términos absolutos a nivel mundial. En conjunto, son responsables de aproximadamente el 80 % de las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial.

Las secciones están ordenadas de acuerdo con la cantidad de emisiones de dióxido de carbono que se produjeron en el sector eléctrico de ese país o esa región en 2022 o el año anterior si no hay datos disponibles.

China



Tendencias sobre electricidad 2022

En el último año, China produjo la mayor cantidad de emisiones de CO₂ en comparación con cualquier otro sector eléctrico en el mundo. Con 4694 millones de toneladas de CO₂, China representó el 38 % del total de las emisiones a nivel mundial de generación de electricidad. En 2021, el 19 % del consumo final de energía de China provino de la electricidad y es probable que crezca con rapidez, debido a la electrificación de otros sectores, como el transporte y la calefacción. Dada la escala de las emisiones de China, la descarbonización rápida del sector eléctrico a nivel mundial no será posible sin el carbón para lograr una transición hacia la electricidad limpia en China.

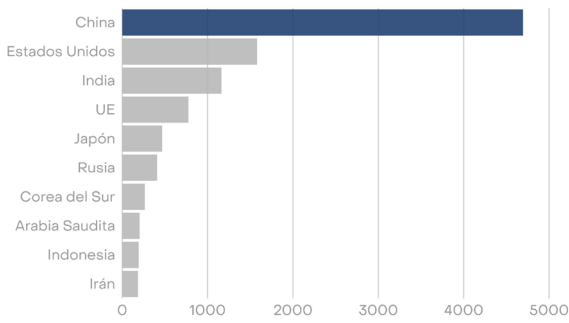
Aunque la energía solar y la energía eólica han sido los principales actores de la producción de electricidad adicional en China, la dependencia del carbón aún es alta. El carbón por sí solo constituyó el 61 % de la matriz eléctrica de China en el último año (5420 TWh). Si se consideran el gas (3,1 %, 276 TWh) y otros combustibles fósiles, todos los combustibles fósiles representaron el 64 % de la electricidad de China en 2022. En conjunto, la energía solar y la energía eólica constituyeron el 14 % de la matriz eléctrica (1241 TWh). El porcentaje de energía eólica (9,3 %) es casi el doble que el de la energía solar (4,7 %). Entre las demás fuentes de electricidad limpia en China, se incluyen la energía hidroeléctrica (15 %), la energía nuclear (5 %) y la bioenergía (2 %).

Debido a su alta dependencia en los combustibles fósiles, la intensidad de las emisiones del sector eléctrico de China (530 gCO₂/kWh) fue un 22 % más alta que el valor a nivel mundial de 436 gCO₂/kWh. Asimismo, la demanda de electricidad per cápita de China (6,2 MWh) fue casi el doble que la demanda a nivel mundial (3,6 MWh). Como resultado, las emisiones per cápita del sector eléctrico en China (3,3 toneladas de CO₂) fueron más que el doble del promedio mundial de 1,6 toneladas en 2022.

Contexto global

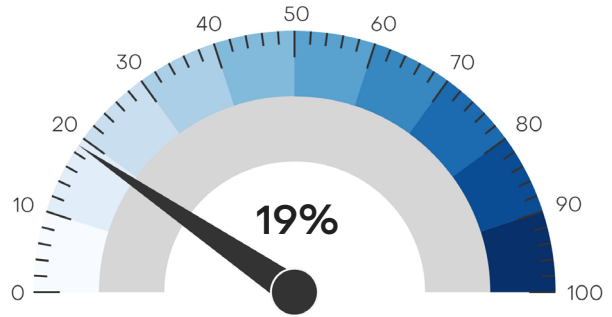
Principales emisores del sector eléctrico

Emisiones de CO2 per cápita (millones de toneladas)



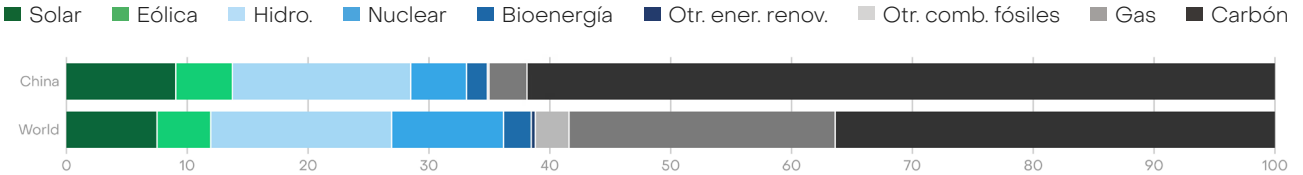
Electrificación de China

La electricidad como un porcentaje de consumo final de energía (%)



China vs. el mundo: matriz eléctrica

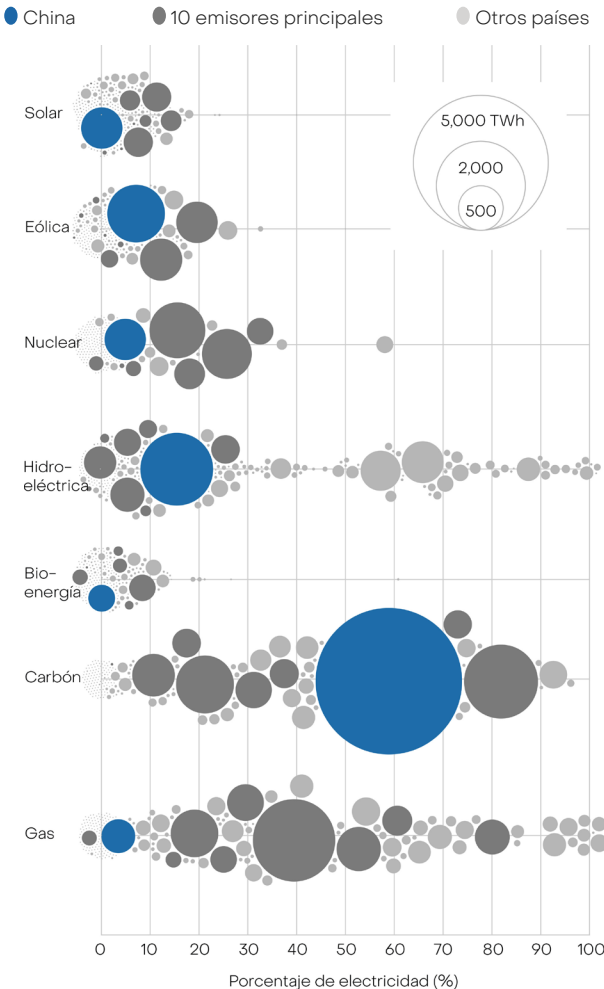
Porcentaje de electricidad (%)



China vs. el mundo: fuentes de electricidad

Porcentaje de electricidad (%)

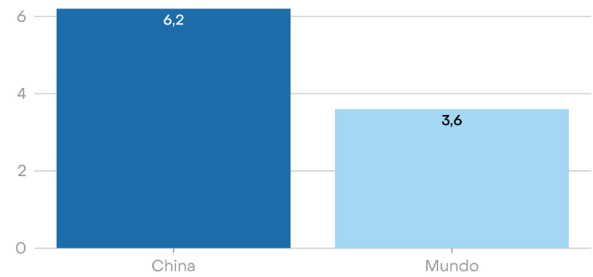
El tamaño de la burbuja representa la generación de electricidad (TWh)



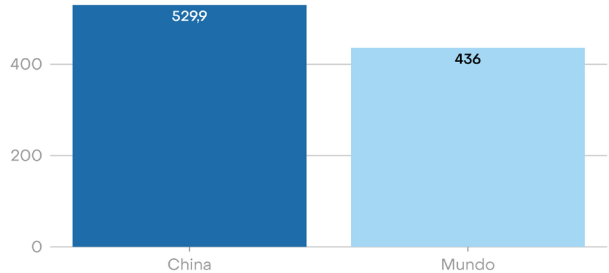
China vs. el mundo: emisiones y demanda

● China ● Mundo

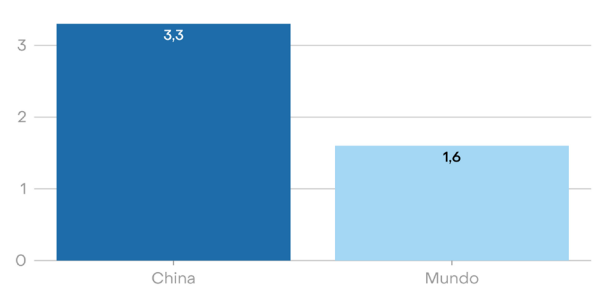
Demanda per cápita (MWh)



Intensidad del CO2 (gCO2/kWh)



Emisiones de CO2 per cápita (toneladas)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Cambio en 2022

La demanda de electricidad en China aumentó un 4,4 % en 2022 y estuvo por debajo de la tasa de crecimiento promedio desde 2010 (6,5 %), ya que la política de cero COVID de China continuaba afectando la demanda. A pesar de esto, el aumento de la demanda en China de 374 TWh supuso más de la mitad del aumento total de la demanda mundial.

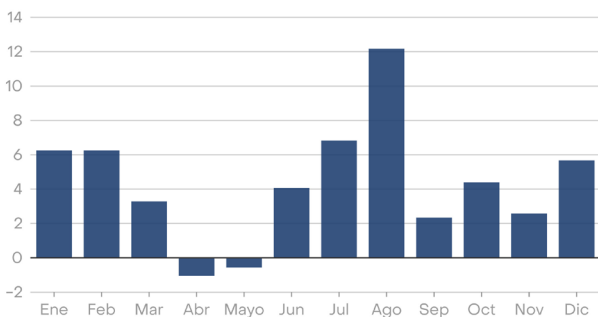
En 2022 la generación de energía eólica y energía solar tuvo un crecimiento enorme del 26 % (+259 TWh), y China representó casi la mitad de la generación adicional a nivel mundial para esas dos fuentes. El incremento interanual en la energía solar y la energía eólica cubrió el 69 % del aumento de la demanda neta de China en 2022.

El crecimiento de electricidad limpia de China ha sido fuerte, pero ha estado por debajo de la suba en la demanda. En consecuencia, la generación de carbón alcanzó un máximo histórico en términos absolutos este año y aumentó un 1,5 % (+81 TWh) para cubrir el 22 % del aumento de la demanda en general. La generación de gas aumentó un 1,3 % (+3,5 TWh).

La generación de energía nuclear aumentó un 2,5 % (+10 TWh), un valor significativamente menor que la tasa de crecimiento anual promedio en la última década (+16 %). La energía hidroeléctrica aumentó solo un 1,4 % (+18 TWh) en medio de sequías en verano e invierno, y alcanzó el porcentaje más bajo en la generación desde 2011 (15 %).

Cambios mensuales de China en las emisiones

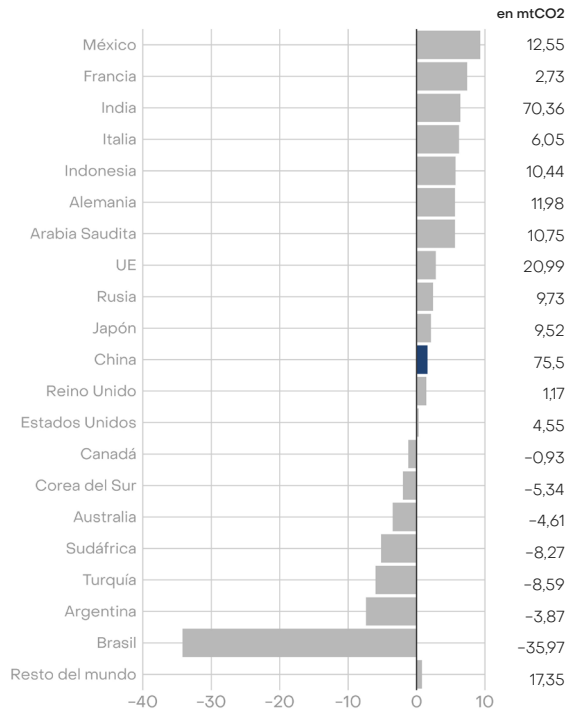
Cambio interanual en las emisiones de CO2 (%)



Fuente: Ember

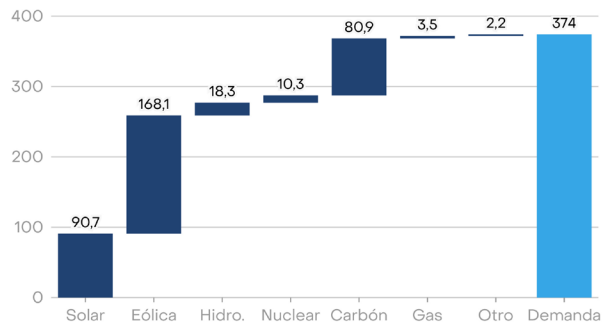
Cambios por parte del G20 en las emisiones del sector eléctrico

Cambio interanual en las emisiones de CO2 (%)



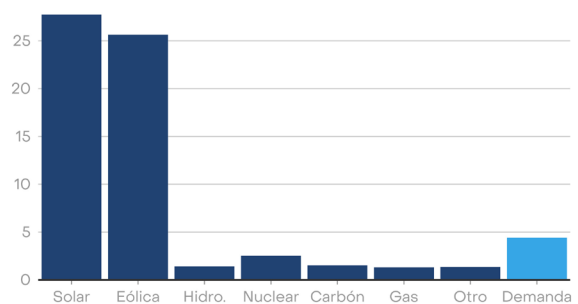
El cambio de China en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (TWh)



El cambio de China en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (%)



Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Tendencias a largo plazo



Durante las últimas dos décadas, la demanda de electricidad creció seis veces en China. El total de la demanda de electricidad en 2022 fue de 8840 TWh, lo que significó un salto enorme de los 1347 TWh en 2000. Para hacer frente al aumento de la demanda en China, la generación de carbón ha crecido de manera estable, alcanzando un máximo histórico en 2022.

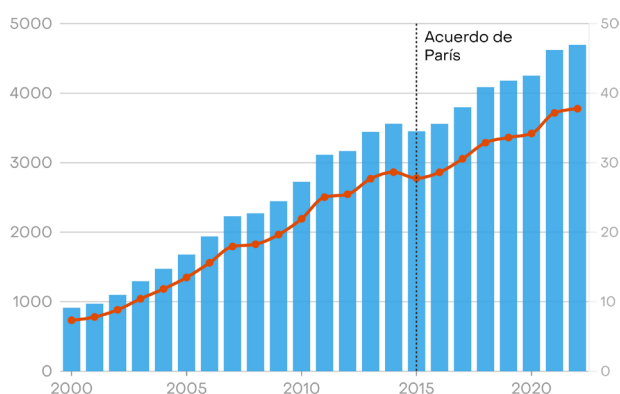
La tasa de crecimiento de la energía solar y la energía eólica en China es abrumadora. En 2015, el porcentaje de energía eólica y solar era de 3,9 %. Desde entonces, la energía eólica y la energía solar han tenido un aumento cinco veces mayor en la generación en términos absolutos. Esto representa casi la mitad del cambio mundial en la generación de energía eólica y energía solar y un 14 % de la generación de electricidad en China.

A pesar del aumento en la demanda de electricidad, el porcentaje de carbón ha caído 17 puntos porcentuales del 78 % en 2000 al 61 % de la electricidad de China en 2022, gracias a un rápido empleo de fuentes de electricidad limpia. Como resultado, la intensidad de las emisiones en la generación de electricidad en China ha caído un 21 % desde 2000 y llegó a 530 gCO₂/KWh en 2022.

Sin embargo, la generación de carbón en términos absolutos en 2022 (5420 TWh) fue cinco veces más alta que en 2000 (1060 TWh). Como resultado, el total de las emisiones del sector eléctrico de China en 2022 fue cinco veces más alto que en 2000 (+415 %, +3872 mtCO₂). Las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial aumentaron mucho menos, con un 78 %.

Emisiones del sector eléctrico de China

■ Emisiones (mtCO₂) — % de emisión mundial

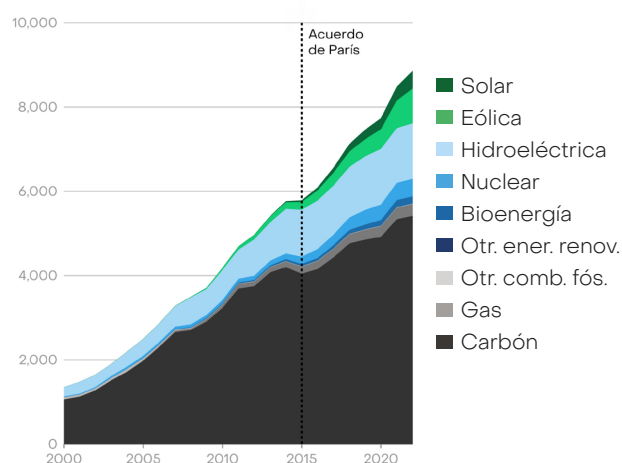


Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

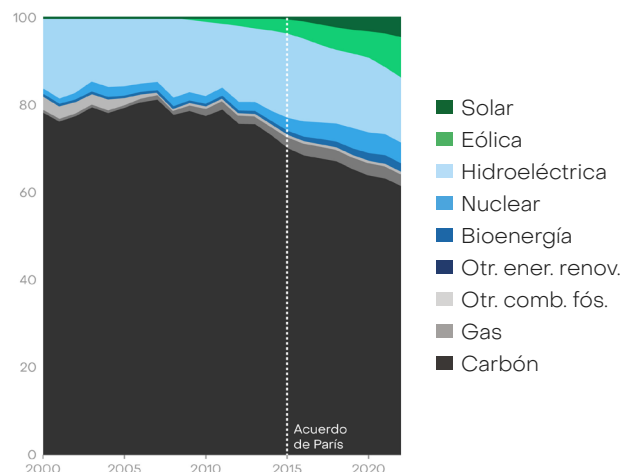
Generación de electricidad por parte de China

Generación de electricidad (TWh)



Matriz eléctrica de China

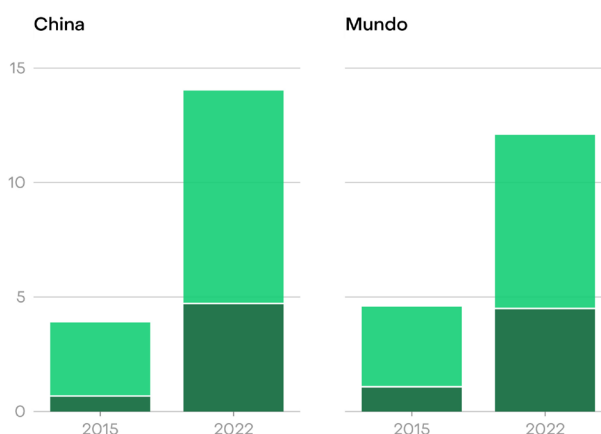
Porcentaje de electricidad (%)



China vs. el mundo: porcentaje de energía eólica y solar

Porcentaje de electricidad (%)

■ Solar ■ Eólica



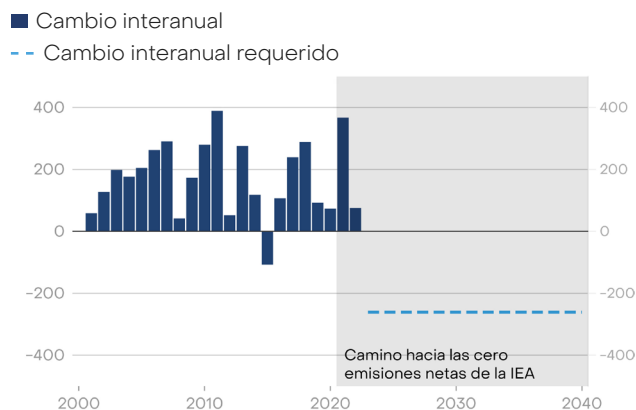


China debe generar toda su electricidad de fuentes limpias para 2040 con el fin de obtener un sector eléctrico con cero emisiones netas, de acuerdo con el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#). Eso significaría reducir las emisiones del sector eléctrico en 261 millones de toneladas de CO₂ cada año hasta 2040. Desde 2015, el sector eléctrico de China ha agregado un promedio de 177 millones de toneladas de emisiones de CO₂ cada año. Revertir esta tendencia es un gran desafío, pero el desarrollo rápido de la generación de energía eólica y solar ha acercado a China a satisfacer y superar una nueva demanda de electricidad mediante electricidad adicional baja en carbono en lugar de carbón. Seguir con esta tendencia será clave en el sector eléctrico del país y para su transición de la electricidad.

En septiembre de 2020, el presidente Xi Jinping anunció que China tendrá como objetivo alcanzar el punto máximo en las emisiones de CO₂ antes de 2030 y lograr la neutralidad de carbono en 2060. La [IEA](#) declaró que “un sector eléctrico dominado por energías renovables proporciona los cimientos para que China realice la transición a la electricidad limpia”. [14.º Plan de cinco años](#) de China y las nuevas [reformas del mercado](#) buscan darle prioridad a estos esfuerzos. Políticas impactantes como “Whole-County Rooftop Solar”, que consiste en colocar paneles solares en los techos de edificios de todo un condado, (consulte el capítulo 3), ayudaron a que la energía solar llegue a niveles nuevos en 2022. A corto plazo, la energía solar tiene una enorme oportunidad de crecer aún más rápido. En 2022, nuevas plantas de fabricación de paneles solares importantes entraron en funcionamiento en China y, [según se informa](#), aumentaron la capacidad de fabricación anual un 66 %, lo que supera con creces las expectativas de demanda de paneles solares en 2023.

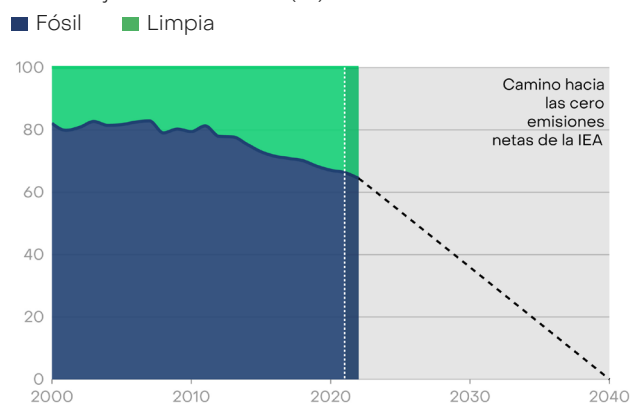
Emisiones del sector eléctrico de China

Cambio interanual (millones de toneladas)



Matriz eléctrica de China

Porcentaje de electricidad (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Estados Unidos



Tendencias sobre electricidad 2022

Estados Unidos es el segundo mayor emisor de CO₂ del sector eléctrico en el mundo, responsable de 1580 millones de toneladas de CO₂ en 2022 o del 13 % del total de las emisiones mundiales provenientes de la generación de electricidad.

EE. UU. genera alrededor del 60 % de su electricidad a partir de combustibles fósiles: 19 % (828 TWh) del carbón, 39 % (1695 TWh) del gas y 0,9 % (40 TWh) de otros combustibles fósiles. La energía eólica y la energía solar ahora conforman el 15 % (644 TWh) de la matriz eléctrica, mientras que el resto procede de la energía nuclear (18 %, 772 TWh), la energía hidroeléctrica (5,9 %, 251 TWh) y la bioenergía (1,2 %, 52 TWh).

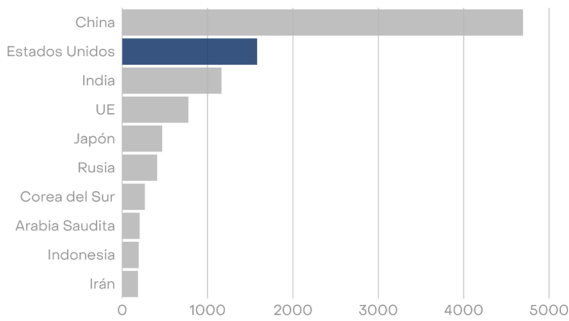
EE. UU. tiene una intensidad de emisiones de 368 gCO₂/kWh, que está por debajo del promedio a nivel mundial de 436 gCO₂/kWh. La demanda per cápita anual es de 13 MWh, más de tres veces el promedio a nivel mundial de 3,6 MWh. Las emisiones per cápita del sector eléctrico en EE. UU. también son casi tres veces el promedio a nivel mundial, con 4,7 toneladas de CO₂ per cápita en comparación con 1,6 toneladas a nivel mundial.

Al ser el segundo mayor emisor del sector eléctrico a nivel mundial, los esfuerzos por reducir las emisiones a través del desarrollo de energía eólica, energía solar y otras fuentes de electricidad limpia pueden tener un gran impacto en el esfuerzo a nivel mundial por alcanzar las cero emisiones netas en 2050.

Contexto global

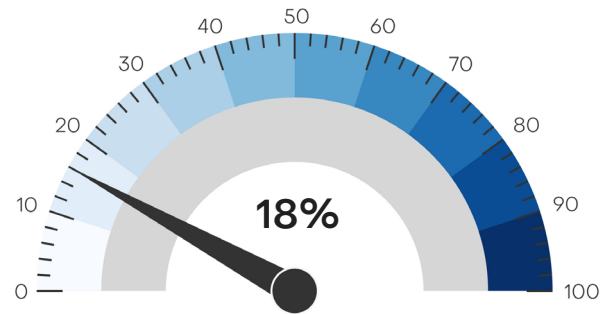
Principales emisores del sector eléctrico

Emisiones de CO2 per cápita (millones de toneladas)



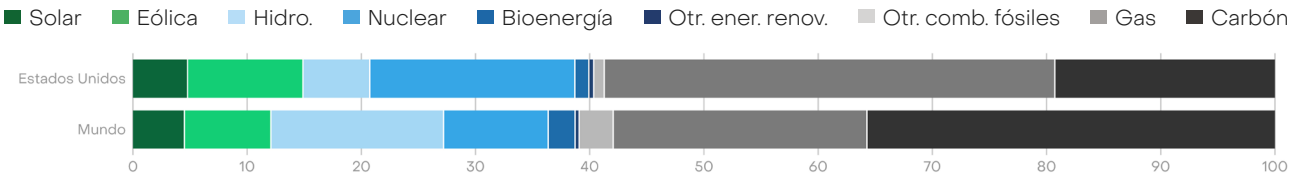
Electrificación de Estados Unidos de América

La electricidad como un porcentaje de consumo final de energía (%)



Estados Unidos vs. el mundo: matriz eléctrica

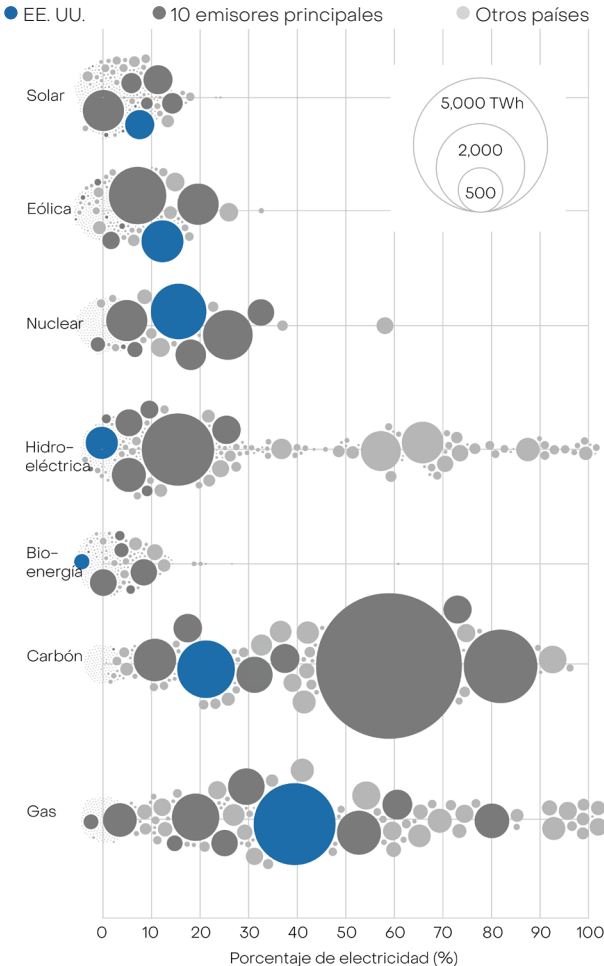
Porcentaje de electricidad (%)



Estados Unidos vs. el mundo: fuentes de electricidad

Porcentaje de electricidad (%)

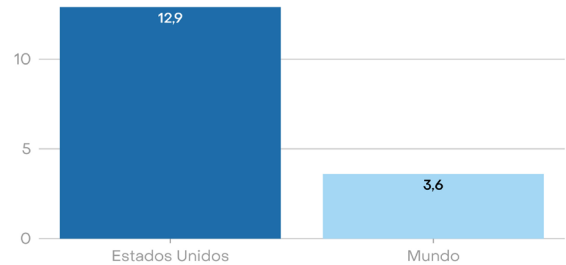
El tamaño de la burbuja representa la generación de electricidad (TWh)



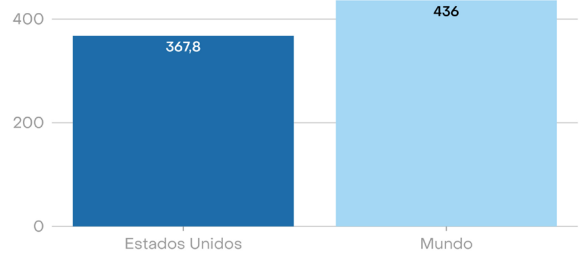
Estados Unidos vs. el mundo: emisiones y demanda

● USA ● Mundo

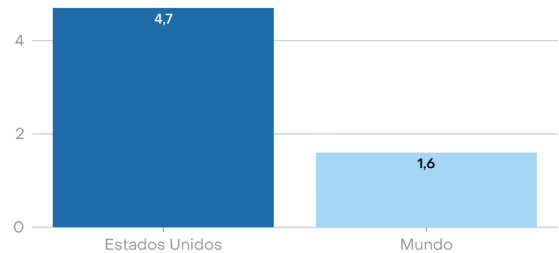
Demanda per cápita (MWh)



Intensidad del CO2 (gCO2/kWh)



Emisiones de CO2 per cápita (toneladas)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Cambio en 2022



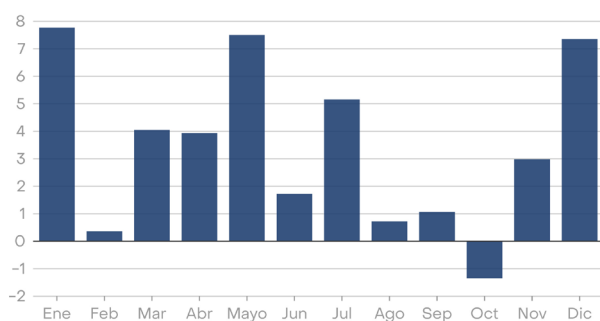
En 2022, las emisiones del sector eléctrico en EE. UU. aumentaron levemente un 0,3 % (+4,6 millones de toneladas de CO₂), por debajo del aumento a nivel mundial del 1,3 %.

La demanda de electricidad subió un 3,4 % en 2022 (+144 TWh). Esto fue mayor que el cambio en la demanda a nivel mundial del 2,5 % y significativamente superior a la tasa de crecimiento de la demanda promedio del 0,4 % del periodo 2010–2021. El aumento se debió, en parte, al uso del aire acondicionado durante las prolongadas olas de calor de verano.

La generación de gas registró el mayor aumento en términos absolutos con 115 TWh (+7,3 %). Reemplazó parte del carbón, que cayó 70 TWh (-7,8 %). La generación de energía eólica creció un 15 % (+56 TWh), mientras que la de la energía solar subió un 25 % (+41 TWh); en conjunto, abastecieron el 68 % del aumento en la demanda. Otras fuentes de generación de electricidad presentaron cambios más reducidos: la energía nuclear bajó un 0,9 % (-6,6 TWh); la energía hidroeléctrica subió un 1,9 % (+4,6 TWh); en cambio, la bioenergía, la generación de otros combustibles fósiles y otras energías renovables permanecieron, en gran medida, estables. Los porcentajes de energía eólica y solar aumentaron levemente a 10,1 % y 4,8 %, respectivamente. El porcentaje de gas también subió apenas a 39,5 %. El carbón sufrió el mayor cambio en el porcentaje, ya que cayó 2,3 puntos porcentuales para generar un 19,3 % de electricidad. La energía nuclear bajó a 18 %. El porcentaje de energía hidroeléctrica y bioenergía se mantuvo estable.

Cambios mensuales de Estados Unidos en las emisiones

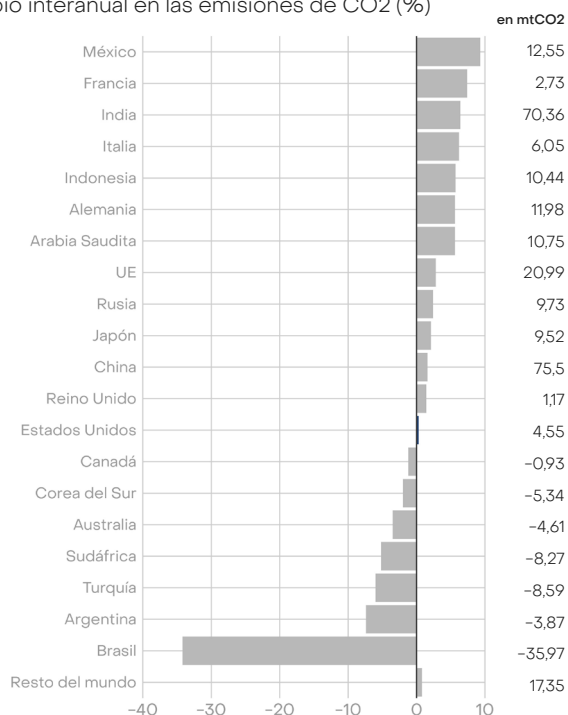
Cambio interanual en las emisiones de CO₂ (%)



Fuente: Ember

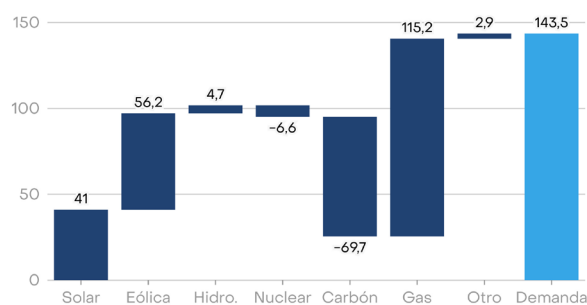
Cambios por parte del G20 en las emisiones del sector eléctrico

Cambio interanual en las emisiones de CO₂ (%)



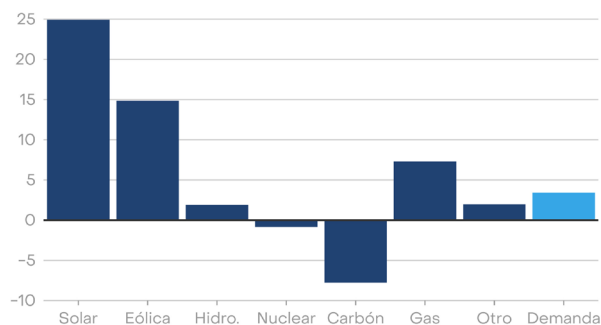
El cambio de Estados Unidos en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (TWh)



El cambio de Estados Unidos en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (%)



Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Tendencias a largo plazo



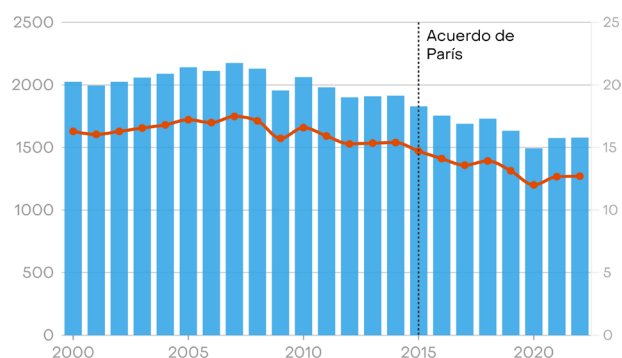
La demanda de electricidad en EE. UU. ha crecido un 13 % (499 TWh) en las últimas dos décadas, de 3836 TWh en 2000 a 4335 TWh en 2022. La intensidad de las emisiones en 2022 (368 gCO₂/kWh) fue significativamente inferior a los niveles de 2000 (533 gCO₂/kWh), en parte debido al reciente aumento de la energía eólica y solar a medida que disminuía la generación de carbón. A causa de la red más limpia, el total de las emisiones anuales del sector eléctrico cayó un 22 % (-445 millones de toneladas de CO₂) durante el mismo periodo, a pesar del aumento en la demanda.

Desde el Acuerdo de París en 2015, las emisiones del sector eléctrico en EE. UU. han caído un 14 % (-248 millones de toneladas de CO₂). El incremento en la demanda desde 2015 ha quedado cubierto, principalmente, con la generación de gas, que aumentó un 27 % (+361 TWh). La generación de gas también reemplazó algunas plantas de carbón que dejaron de funcionar. Al mismo tiempo, la energía eólica creció un 128 % (+244 TWh) y la energía solar alcanzó una cifra increíble del 426 % (+166 TWh), lo que evitó un aumento incluso mayor en la generación de combustibles fósiles.

La transición de EE. UU. a las energías eólica y solar está sucediendo más rápido que el promedio a nivel mundial. Las energías eólica y solar ahora representan el 15 % de la producción de electricidad, en comparación con solo el 5,6 % de 2015. A nivel mundial, el porcentaje de las energías eólica y solar aumentó del 4,6 % al 12,1 % en el mismo periodo.

Cambios mensuales de Estados Unidos en las emisiones

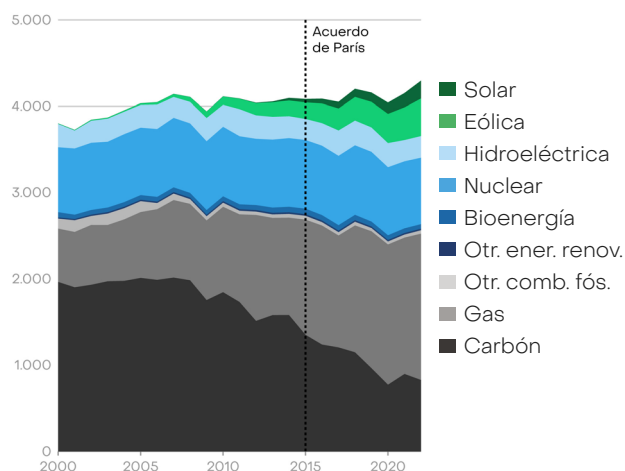
■ Emisiones (mtCO₂) — % de emisión mundial



Fuente: Ember

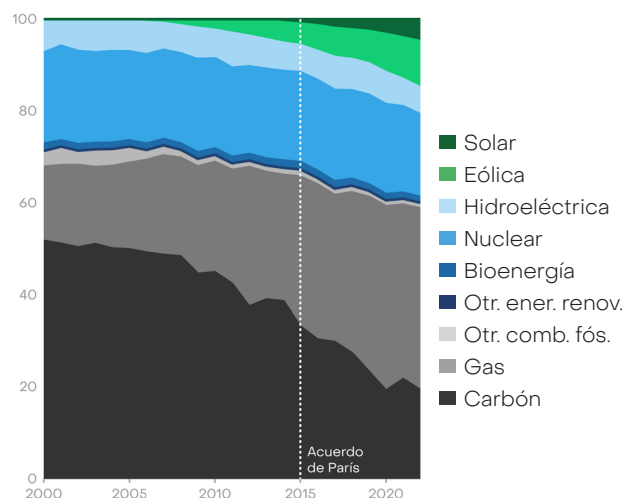
Generación de electricidad por parte de Estados Unidos

Generación de electricidad (TWh)



Matriz eléctrica de Estados Unidos

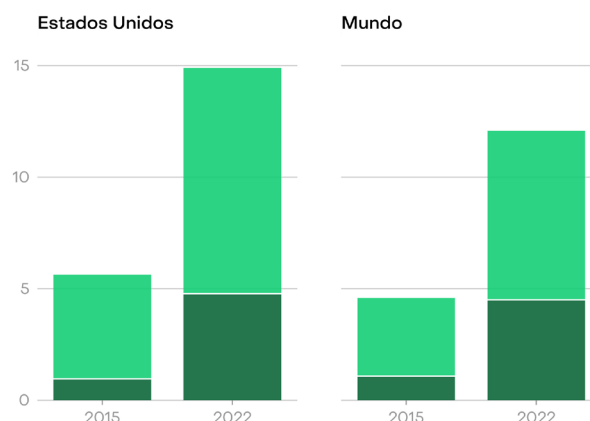
Porcentaje de electricidad (%)



Estados Unidos vs. el mundo: porcentaje de energía eólica y solar

Porcentaje de electricidad (%)

■ Solar ■ Eólica



Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

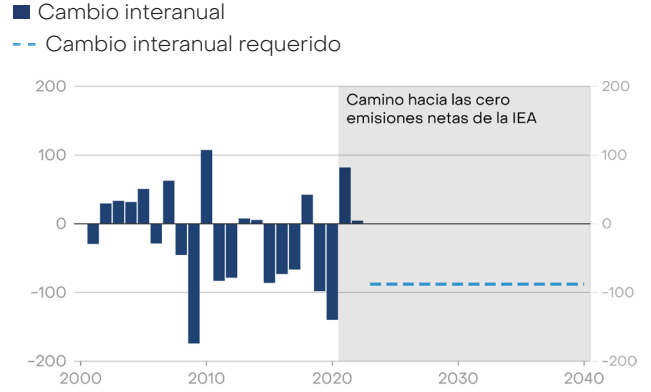
 Progreso hacia las emisiones cero netas 

Las emisiones del sector eléctrico en EE. UU. deben reducirse a cero para 2035, en comparación con la cifra actual de 1580 millones de toneladas de CO2, para estar en consonancia con el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#). Para lograrlo, las emisiones deben reducirse en 122 millones de toneladas al año, más de tres veces más rápido que la disminución promedio de 35 millones de toneladas por año desde 2015.

El compromiso de Estados Unidos de alcanzar una electricidad 100 % libre de carbono para 2035 debería acercarle a esa trayectoria. La Ley de Reducción de la Inflación (IRA) de 2022 ofrece un estímulo para hacer realidad ese compromiso. Representa la inversión más grande en clima y energía en la historia estadounidense [de acuerdo con el Departamento de Energía de EE. UU.](#) En un informe publicado este año, Evergreen Action y el Consejo para la Defensa de los Recursos Naturales (NRDC) presentaron un [modelo nuevo](#) que describe cómo establecer estándares ambiciosos para la contaminación por carbono en plantas de energía nuevas y existentes según la Ley de Aire Limpio sería un siguiente paso crucial.

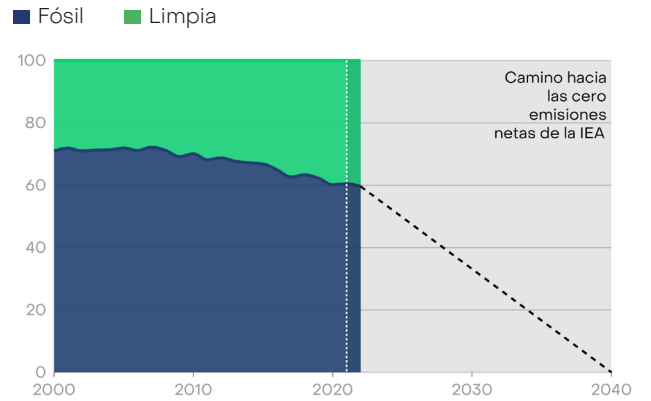
Emisiones del sector eléctrico de Estados Unidos

Cambio interanual (millones de toneladas)



Matriz eléctrica de Estados Unidos

Porcentaje de electricidad (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

India

Tendencias sobre electricidad 2022



India fue el tercer mayor emisor del sector eléctrico a nivel mundial en 2022, luego de China y Estados Unidos. En 2022, India produjo 1162 millones de toneladas de CO₂, lo que representa el 9,4 % de las emisiones totales del sector eléctrico en el mundo. Sin embargo, las emisiones per cápita de India fueron la mitad del promedio a nivel mundial (0,8 tCO₂ frente a 1,6 tCO₂).

Las emisiones en India se deben a la alta dependencia de los combustibles fósiles y la gran población. El país tiene una demanda de energía per cápita baja de 1,3 MWh, un tercio del promedio a nivel mundial (3,6 MWh). Sin embargo, la generación de electricidad de India tiene un 45 % más de contenido de carbono (632 gCO₂/kWh) que el promedio a nivel mundial (436 gCO₂ por kWh).

En 2022, India produjo un 77 % (1415 TWh) de su electricidad a partir de combustibles fósiles. El carbón registró el porcentaje más alto con 74 % (1363 TWh), seguido por el gas (2,7 %, 50 TWh) y otros combustibles fósiles (0,1 %, 2,4 TWh). El porcentaje de energía eólica y solar alcanzó un máximo histórico del 9 % (165 TWh), aunque todavía está tres puntos porcentuales por debajo del promedio a nivel mundial. La energía hidroeléctrica generó el 9,5 % (175 TWh) de electricidad, mientras que la energía nuclear y la bioenergía representaron el 2,5 % y el 2 %, respectivamente.

En 2022, India superó a China y [se convirtió en el país con la mayor población del mundo](#). Mientras el crecimiento continúe en medio del rápido desarrollo económico, también aumentarán las necesidades de electricidad de India. Cumplir ese objetivo con electricidad limpia significaría un aumento de las fuentes limpias rápido y a una amplia escala. La electricidad proporcionó el 17 % del consumo energético final de India en 2021, el cual se espera que aumente a medida que se acelera la electrificación de sectores como el transporte, la calefacción y la industria.

“La transición hacia la electricidad limpia en India ha alcanzado un punto crítico. El país necesita aprovechar su reciente auge de la energía solar. Debe intensificar la capacidad de generación de energías renovables para satisfacer la creciente demanda, construir suficiente capacidad de almacenamiento para hacer frente a los picos de demanda y desarrollar infraestructuras que faciliten la integración en la red. Todos estos son grandes desafíos, pero deben abordarse para que India logre una capacidad sin combustibles fósiles de 500 GW en 2030 y se asegure de que la generación de electricidad con carbón esté cerca del punto máximo”.

Aditya Lolla,
analista sénior, Ember

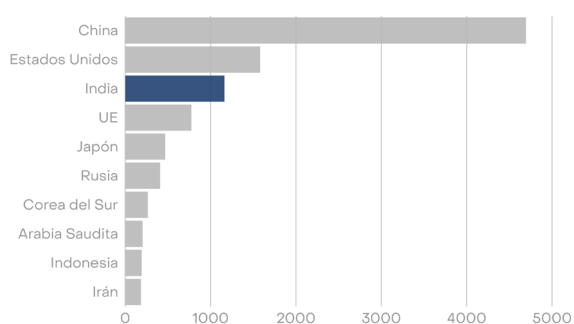


Contexto global



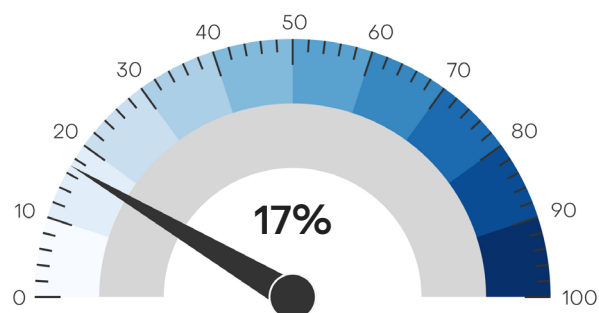
Principales emisores del sector eléctrico

Emisiones de CO2 per cápita (toneladas)



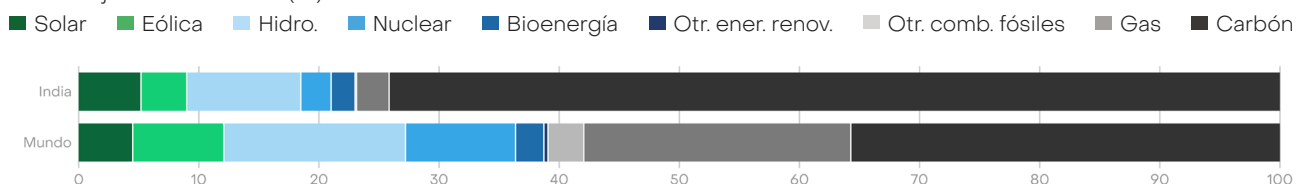
Electrificación de India

La electricidad como un porcentaje de consumo final de energía (%)



India vs. el mundo: matriz eléctrica

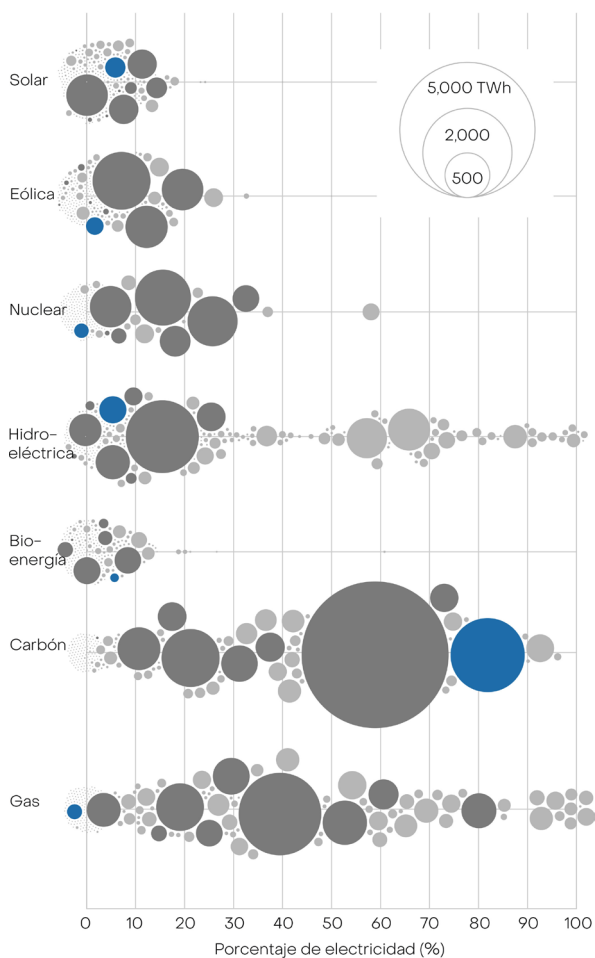
Porcentaje de electricidad (%)



India vs. el mundo: fuentes de electricidad

Porcentaje de electricidad (%)

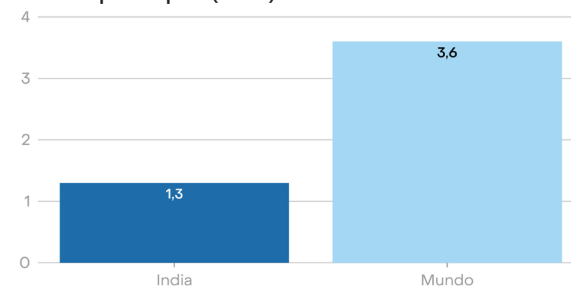
● India ● 10 emisores principales ● Otros países



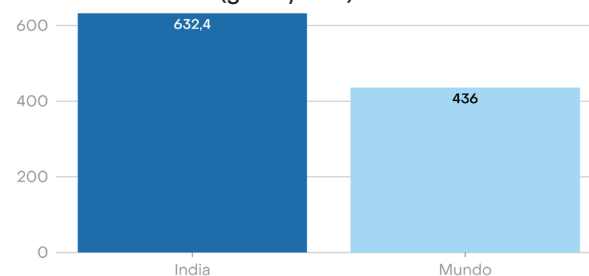
India vs. el mundo: emisiones y demanda

● India ● Mundo

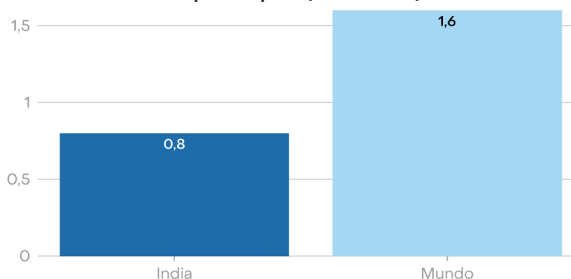
Demanda per cápita (TWh)



Intensidad del CO2 (gCO2/kWh)



Emisiones de CO2 per cápita (toneladas)



Cambio en 2022

En 2022, las emisiones del sector eléctrico de India aumentaron un 6,4 % (+70 millones de toneladas de CO2) en comparación con 2021. El cambio interanual en las emisiones del sector eléctrico en India fue mucho más alto que los países pares en el G20, incluyendo China (+1,6 %). El aumento de las emisiones se puede atribuir a diferentes factores, incluida una suba en la demanda de electricidad y un gran incremento en la generación de carbón.

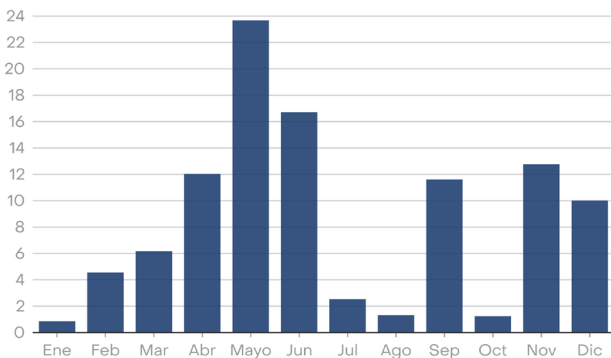
Con un aumento del 7,2 % (+124 TWh), la demanda de energía de India superó la tasa de crecimiento de la demanda anual promedio en la última década (+5,7 %), en medio de una recuperación económica después de la pandemia de la COVID-19. Esto también representó tres veces la suba a nivel mundial del 2,5 %.

La generación de carbón presentó el mayor aumento en términos absolutos entre las fuentes de generación y subió un 7,2 % (+92 TWh), lo que cubrió el 74 % del aumento de la demanda en el país. El porcentaje de carbón en la electricidad de India permaneció en 74 %, sin mostrar cambios desde 2021. Por otro lado, la generación de gas cayó un 22 % (-14 TWh) y el porcentaje de gas se redujo al nivel más bajo en las últimas dos décadas.

Mientras que la generación de energía solar demostró un aumento notable del 39 % (+27 TWh), el crecimiento de la energía eólica fue más débil con un 2,9 % (+2 TWh). El aumento en la generación de energía eólica y solar solo fue suficiente para cumplir con un cuarto del aumento en la demanda.

Cambios mensuales de India en las emisiones

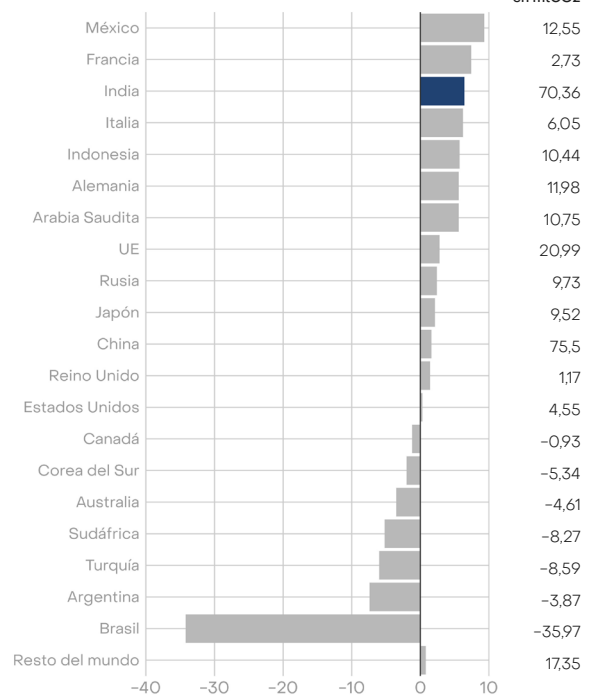
Cambio interanual en las emisiones de CO2 (%)



Fuente: Ember

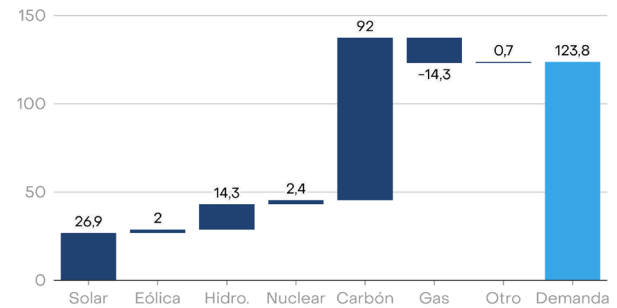
Cambios por parte del G20 en las emisiones del sector eléctrico

Cambio interanual en las emisiones de CO2 (%)



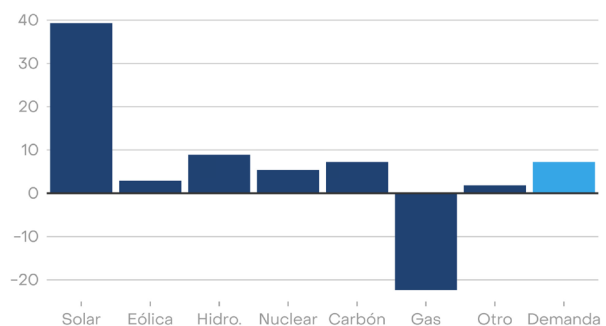
El cambio de India en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (TWh)



El cambio de India en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (%)



Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Tendencias a largo plazo



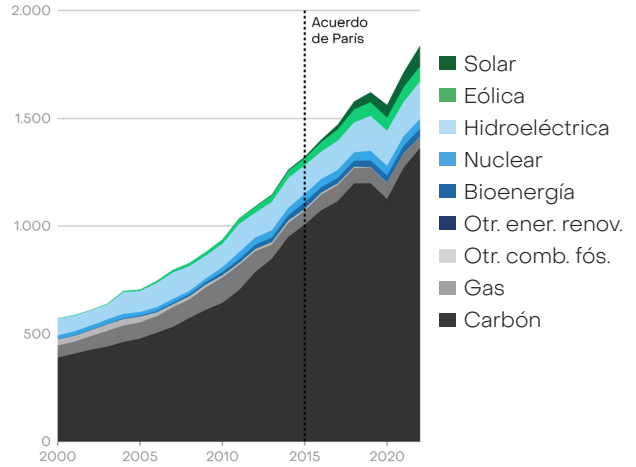
Para impulsar el rápido crecimiento económico, la demanda de India se ha más que triplicado en las últimas dos décadas, de solo 573 TWh en 2000 a 1836 TWh en 2022. A fin de satisfacer esta creciente demanda, la generación de carbón se disparó a 1363 TWh, tres veces y medio más que en 2000. Como resultado, las emisiones del sector eléctrico de India aumentaron un 214 % en comparación con las de 2000 (+792 mtCO₂).

Sin embargo, gracias al empleo de las energías solar y eólica en la última década, la intensidad de las emisiones del sector eléctrico de India cayó levemente a 632 gCO₂/kWh, por debajo del nivel de 2000 (648 gCO₂/kWh).

La energía eólica, la energía solar y otras fuentes con emisiones bajas de carbono aún no crecen lo suficientemente rápido como para satisfacer una demanda de electricidad en rápido crecimiento, lo que provoca un aumento continuo de las emisiones del sector eléctrico. Sin embargo, las energías renovables crecen a un ritmo rápido. En 2000 las energías eólica y solar representaban solo el 0,3 % de la generación eléctrica de India, porcentaje que aumentó al 9% en 2022. El crecimiento en las energías eólica y solar ha sido particularmente alto desde el Acuerdo de París en 2015 y aumentó seis puntos porcentuales hasta 2022.

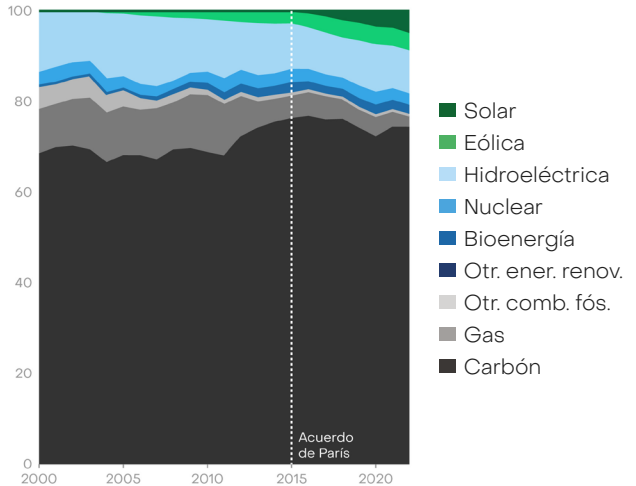
Generación de electricidad por parte de India

Generación de electricidad (TWh)



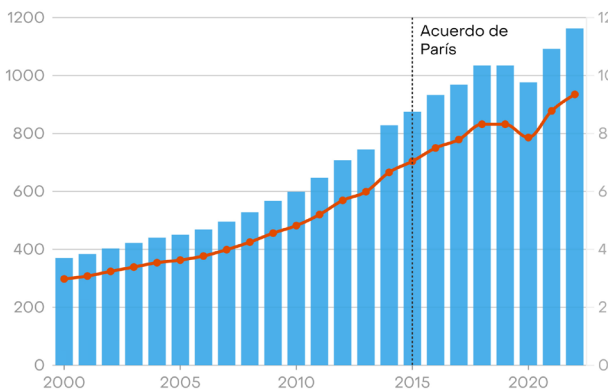
Matriz eléctrica de India

Porcentaje de electricidad (%)



Emisiones del sector eléctrico de India

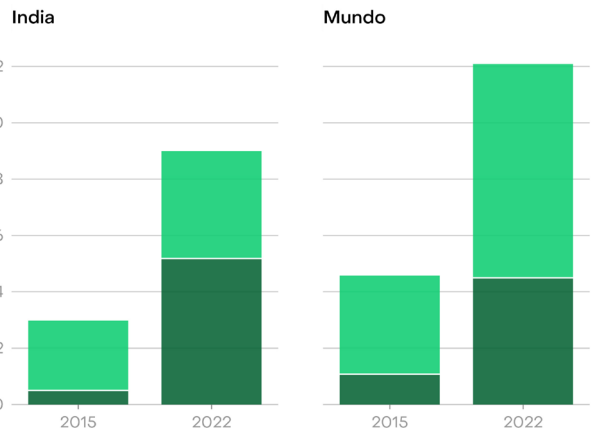
■ Emisiones (mtCO₂) — % de emisión mundial



India vs. el mundo: porcentaje de energía eólica y solar

Porcentaje de electricidad (%)

■ Solar ■ Eólica



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

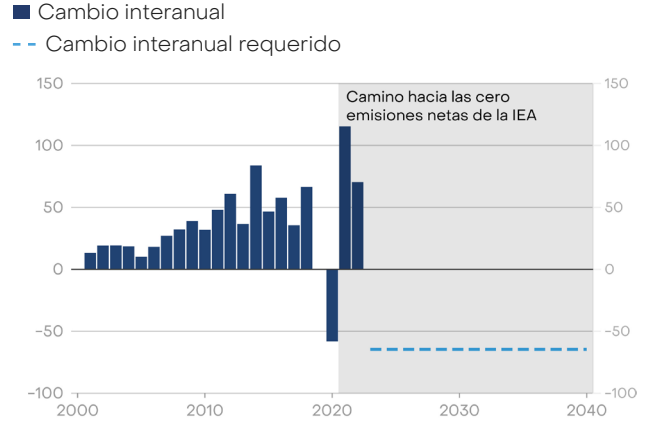
 Progreso hacia las emisiones cero netas 

Para estar en consonancia con el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#) y alcanzar un sector eléctrico completamente descarbonizado para 2040, India debe reducir las emisiones del sector eléctrico en 65 millones de toneladas de CO2 en promedio por año. Las emisiones del sector eléctrico han aumentado en 41 millones de toneladas de CO2 anuales desde 2015. Se espera que las emisiones de India sigan aumentando en el corto plazo, impulsadas por el rápido crecimiento de la demanda; sin embargo, la aceleración del empleo de energías renovables eventualmente hará que las emisiones alcancen un valor máximo y luego disminuyan.

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP26) celebrada en Glasgow en 2021, India presentó su declaración sobre el clima con sus compromisos “Panchamrit”, que tienen como objetivo lograr 500 gigavatios de capacidad de electricidad a partir de combustibles no fósiles para 2030. No obstante, alcanzar estos objetivos requiere enfrentar desafíos mucho más difíciles a niveles nacional y subnacional. De acuerdo con un [análisis reciente](#) de Ember y el Instituto de Economía Energética y Análisis Financiero (IEEFA), estados como Karnataka y Gujarat son los que más han avanzado en la transición hacia una electricidad limpia, mientras que otros deben redoblar sus esfuerzos para maximizar su potencial de generación de energía renovable.

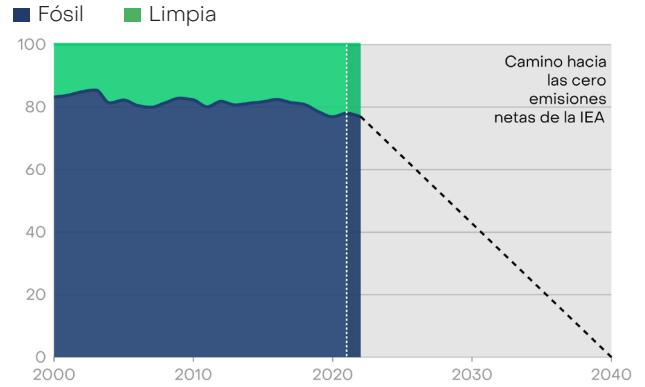
Emisiones del sector eléctrico de India

Cambio interanual (millones de toneladas)



Matriz eléctrica de India

Porcentaje de electricidad (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Unión Europea

Tendencias sobre electricidad 2022



En conjunto, el sector eléctrico de la Unión Europea (UE) es el cuarto emisor más grande de CO₂ en el mundo, responsable de 775 millones de toneladas de CO₂ en 2022, lo que supone el 6,2 % del total de las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial.

La UE genera el 39 % (1102 TWh) de su electricidad a partir de combustibles fósiles, el 16 % a partir del carbón (446 TWh), el 20 % a partir del gas (556 TWh) y el 3,6 % a partir de otros combustibles fósiles (99 TWh). La energía eólica y la energía solar ahora conforman el 22 % (624 TWh) de la matriz eléctrica, mientras que el resto procede de la energía nuclear (22 %, 613 TWh), la energía hidroeléctrica (10 %, 282 TWh) y la bioenergía (6 %, 167 TWh).

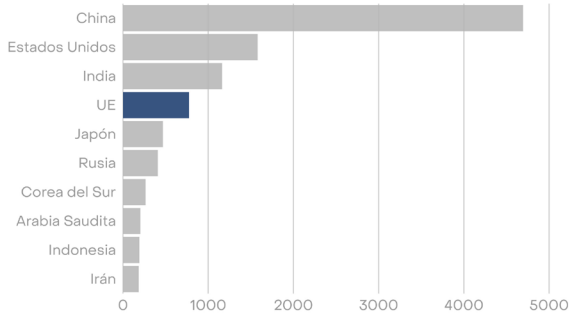
La generación de energía en la UE tiene una intensidad de las emisiones de 277 gCO₂/kWh, más baja que el promedio a nivel mundial de 436 gCO₂/kWh. Sin embargo, la demanda per cápita anual de la UE de 6,3 MWh es más alta que el promedio a nivel mundial de 3,6 MWh. Con 1,7 toneladas de CO₂, las emisiones per cápita de la UE provenientes del sector eléctrico están apenas por encima del promedio mundial de 1,6 toneladas.

La UE es una región crucial en la transición a la energía limpia a nivel mundial. Al ser el cuarto emisor más grande del sector eléctrico, los esfuerzos por reducir las emisiones a través del desarrollo de la energía eólica, la energía solar y otras fuentes de electricidad limpia tendrán un gran impacto en el esfuerzo a nivel mundial por alcanzar las cero emisiones netas en 2050.

Contexto global

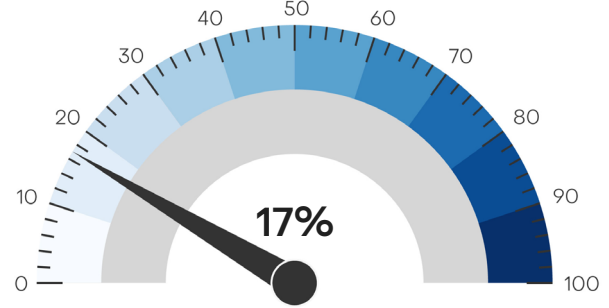
Principales emisores del sector eléctrico

Emisiones de CO2 per cápita (millones de toneladas)



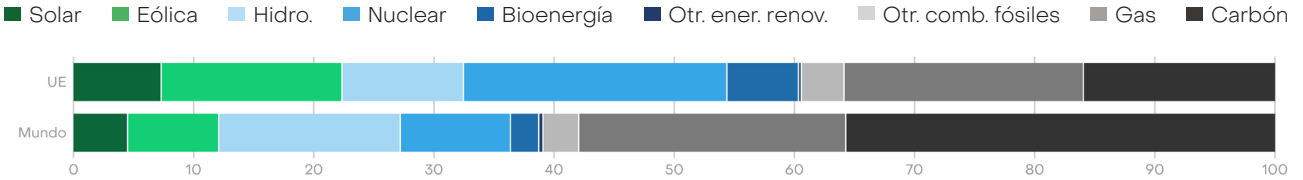
Electrificación de la Unión Europea

La electricidad como un porcentaje de consumo final de energía (%)



Unión Europea vs. el mundo: matriz eléctrica

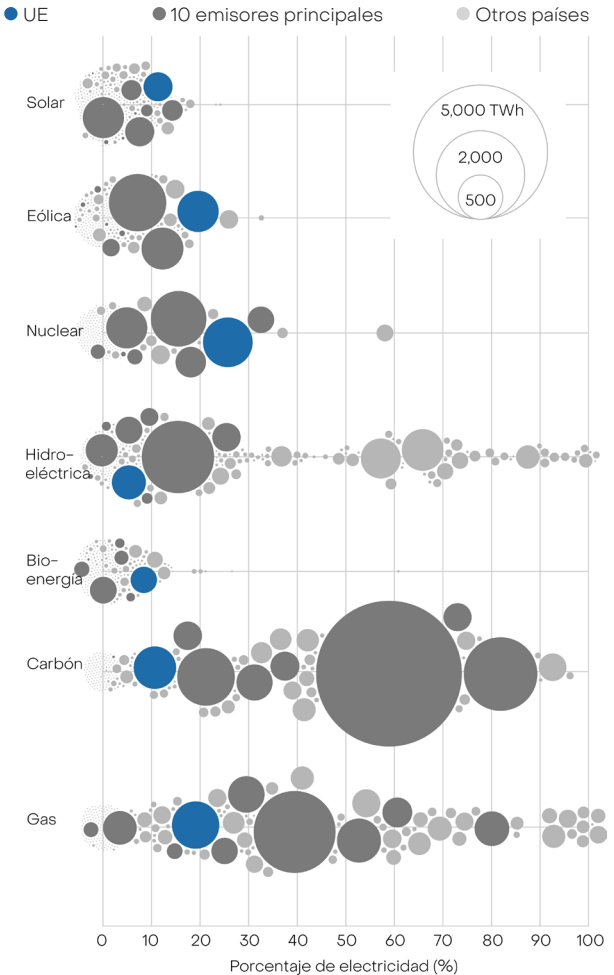
Porcentaje de electricidad (%)



Unión Europea vs. el mundo: fuentes de electricidad

Porcentaje de electricidad (%)

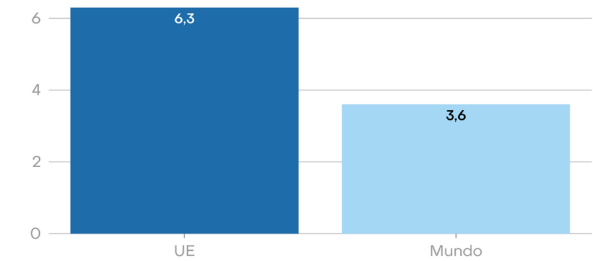
El tamaño de la burbuja representa la generación de electricidad (TWh)



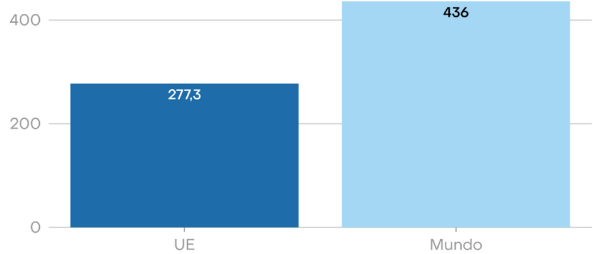
Unión Europea vs. el mundo: emisiones y demanda

● EU ● Mundo

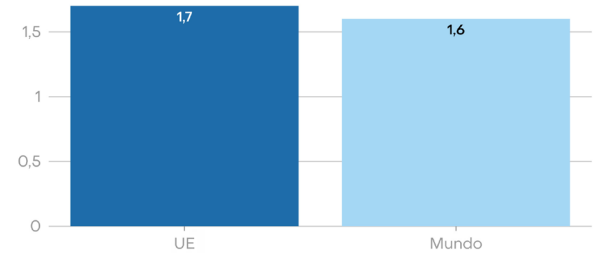
Demanda per cápita (MWh)



Intensidad del CO2 (gCO2/kWh)



Emisiones de CO2 per cápita (toneladas)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Cambio en 2022

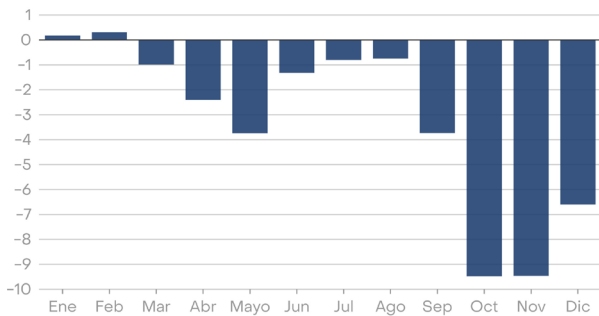
En 2022, las emisiones del sector eléctrico de la UE aumentaron un 2,8% (+21 mtCO₂) en comparación con 2021. Esta cifra es mayor que el aumento del 1,3 % en las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial y es el resultado de una caída histórica de la energía nuclear y la energía hidroeléctrica, que fueron, en parte, reemplazadas por el carbón y el gas. Esto causó un aumento en la intensidad de las emisiones de 262 gCO₂/kWh a 277 gCO₂/kWh.

Desde 2010, la demanda de la UE ha disminuido en un promedio del 0,5 % por año, pero en 2022, la demanda cayó un 3 % (-85 TWh), a pesar de que aumentó un 2,5 % a nivel mundial. Esto se debió al clima templado, junto con las medidas de reducción de la demanda, impulsadas en parte por los precios altos de la electricidad.

La energía hidroeléctrica cayó un 19 % (-66 TWh) debido a las altas temperaturas y las sequías. A su vez, la generación de energía nuclear bajó un 16 % (-119 TWh) con el mantenimiento de plantas francesas y cierres de plantas en Alemania. La energía eólica y la electricidad solar aumentaron un 8,8 % (+34 TWh) y 24 % (+40 TWh), respectivamente, con una **generación récord** en varios países de la UE. La generación de carbón aumentó un 6,4 % (+27 TWh). El porcentaje de carbón en la matriz eléctrica subió 1,4 puntos porcentuales hasta el 16 %, pero permaneció en los niveles previos a la pandemia. La generación de gas también aumentó un 0,8 % (+4,6 TWh), y su porcentaje subió a 19,9 % (+0,8 puntos porcentuales).

Cambios mensuales de la Unión Europea en las emisiones

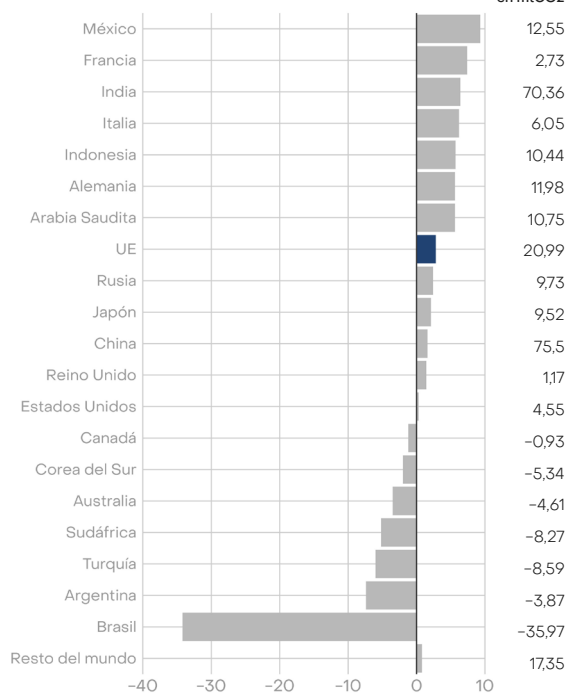
Cambio interanual en las emisiones de CO₂ (%)



Fuente: Ember

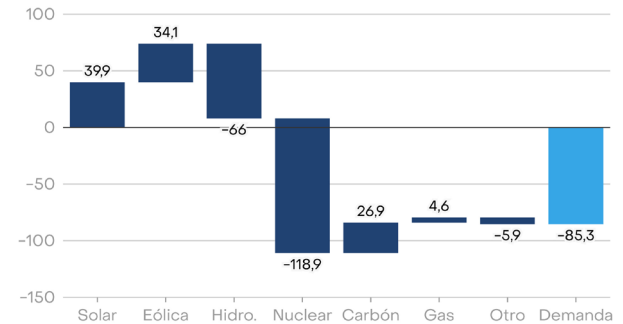
Cambios por parte del G20 en las emisiones del sector eléctrico

Cambio interanual en las emisiones de CO₂ (%)



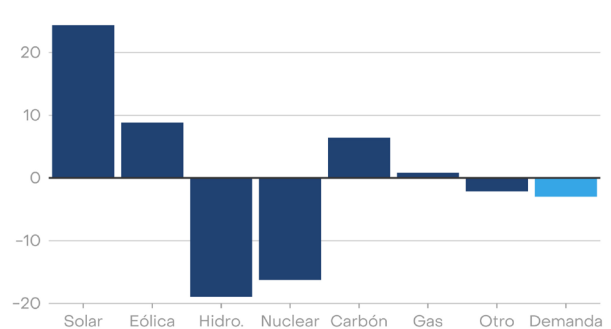
El cambio de la Unión Europea en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (TWh)



El cambio de la Unión Europea en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (%)



Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Tendencias a largo plazo



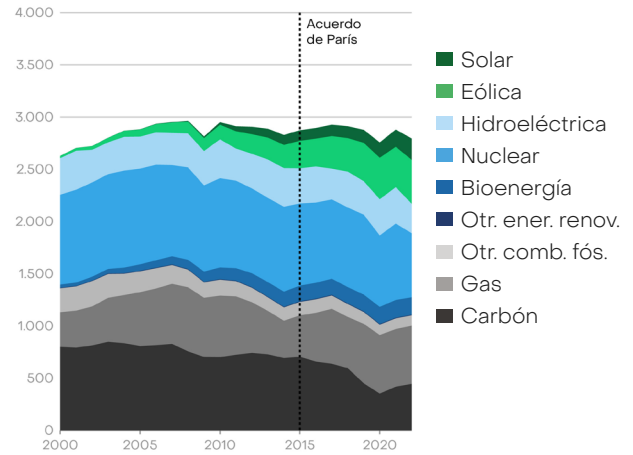
La demanda de la UE ha crecido apenas por encima del 6 % en las últimas dos décadas, de 2628 TWh en 2000 a 2794 TWh en 2022. Al mismo tiempo, la intensidad de las emisiones de la región en 2022 (277 gCO₂ por kWh) fue significativamente más baja que en 2000 (383 gCO₂ por kWh). Esto se debe a la aceleración en el empleo de las energías eólica y solar desde 2010 y a pesar de la disminución en la generación de energía nuclear desde 2000. Las emisiones cayeron un 23 % (-230 millones de toneladas de CO₂) durante el mismo periodo.

Desde el Acuerdo de París en 2015, las emisiones de la UE han caído un 16 % (-147 mtCO₂). Las reducciones en la energía nuclear y en el carbón se han visto reemplazadas principalmente por el gas, que aumentó un 40 % (+160 TWh), pero el futuro es incierto en lo que respecta al consumo de gas después de la invasión de Rusia a Ucrania y la volatilidad alta de los precios. Un incremento en la generación de energía eólica y solar de más del 71 % (260 TWh) de 2015 a 2022 evitó un mayor aumento en la generación de combustibles fósiles.

La transición de la UE a las energías eólica y solar está sucediendo más rápido que el promedio a nivel mundial. La energía eólica y la energía solar ahora representan el 22 % de la producción de electricidad, en comparación con solo el 13 % de 2015. A nivel mundial, el porcentaje de las energías eólica y solar aumentó del 4,6 % al 12,1 % en el mismo periodo.

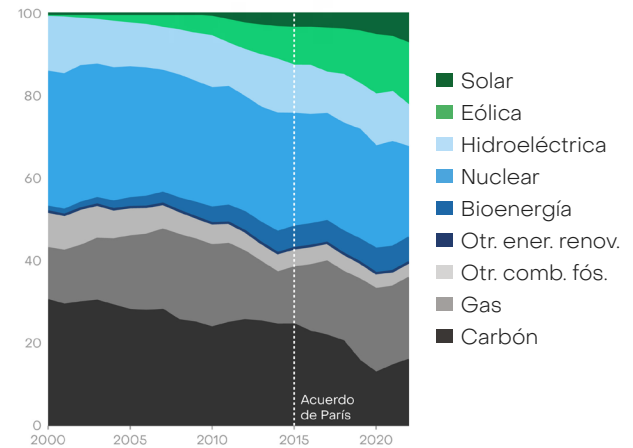
Generación de electricidad por parte de la Unión Europea

Generación de electricidad (TWh)



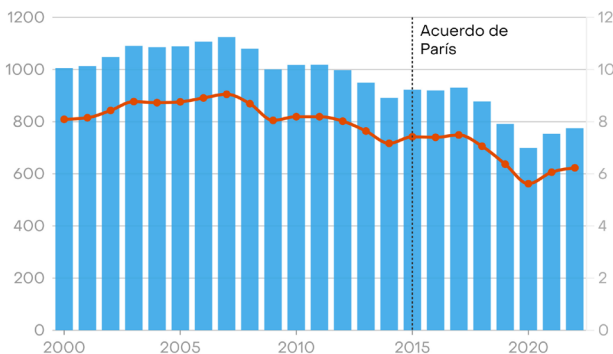
Matriz eléctrica de la Unión Europea

Porcentaje de electricidad (%)



Emisiones del sector eléctrico de la Unión Europea

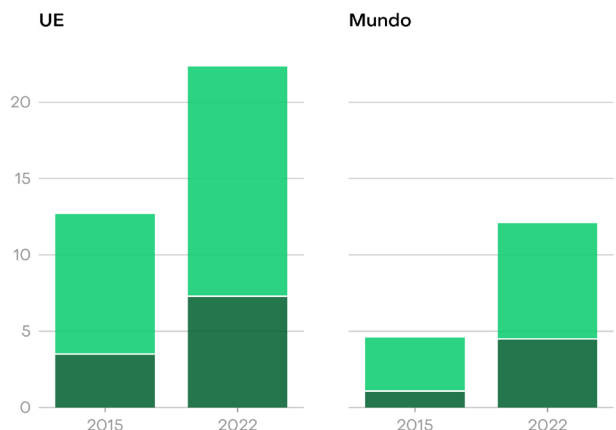
■ Emisiones (mtCO₂) — % de emisión mundial



Unión Europea vs. el mundo: porcentaje de energía eólica y solar

Porcentaje de electricidad (%)

■ Solar ■ Eólica



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.



La UE debe alcanzar un sector eléctrico con cero emisiones netas para 2035, tal como se establece en el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#). El [modelo de Ember](#) revela que la vía menos costosa sería que la UE genere entre el 70 % y el 80 % de la electricidad a partir de la energía eólica y la energía solar, y menos del 5 % de energía a partir del gas que no haya disminuido.

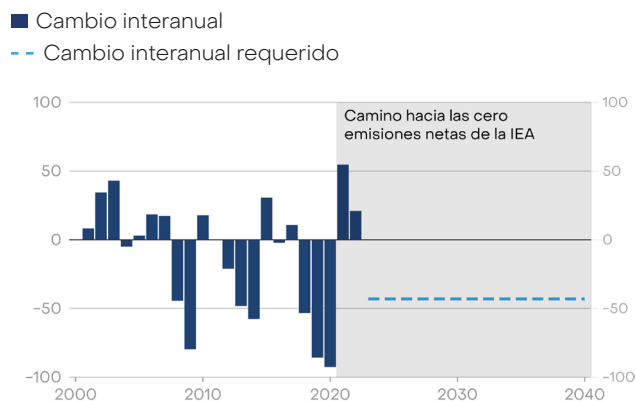
En los siete años desde el Acuerdo de París en 2015, las emisiones han disminuido en un promedio de 20 millones de toneladas por año. Para lograr el objetivo de cero emisiones netas, las emisiones deben bajar por lo menos tres veces de las actuales de 780 millones tCO₂e a 60 millones de toneladas por año.

Desde la presentación del [paquete de medidas "Fit-for-55"](#) en julio de 2021, ha surgido una nueva realidad de la energía en Europa. La respuesta de la UE a la crisis energética, avivada por la invasión de Rusia a Ucrania, ha acelerado la transición ecológica con el empleo de tecnologías limpias clave a niveles sin precedentes. El plan REPowerEU de la Comisión Europea propuso [aumentar](#) el objetivo de energía renovable del bloque para 2030 del 40 % al 45 %, un movimiento que cuenta con el apoyo unánime del Parlamento Europeo.

Las naciones han [acelerado](#) la transición hacia la energía limpia, lo que colocará a la UE como una región en camino con un 63 % de energía renovable en 2030. Algunos países de la UE tienen como objetivo producir [más del 80 % de energía renovable para 2030](#), incluyendo Alemania y los Países Bajos. Ember calcula que en 2023 habrá una [disminución récord](#) en los combustibles fósiles. Para 2030, de acuerdo con los planes nacionales, [solo el 17 %](#) de la electricidad de la UE será producto de combustibles fósiles y la mayoría de la región disminuirá gradualmente el carbón. El sector eléctrico de la UE está, por ende, en una buena posición para alcanzar una trayectoria en consonancia con el 1,5 °C.

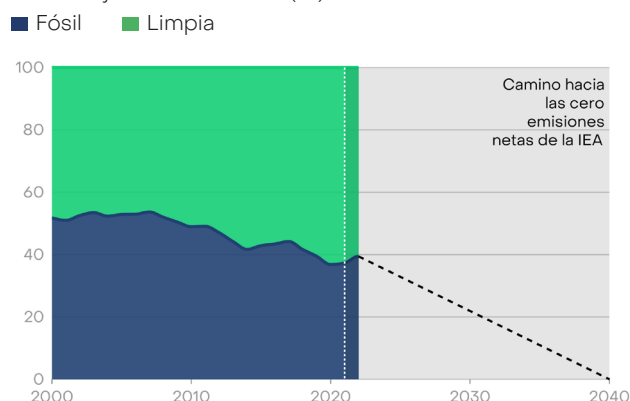
Emisiones del sector eléctrico de la Unión Europea

Cambio interanual (millones de toneladas)



Matriz eléctrica de la Unión Europea

Porcentaje de electricidad (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Japón

Tendencias sobre electricidad 2022



Japón es el quinto emisor de CO₂ más grande del sector eléctrico y fue responsable de 468 millones de toneladas de CO₂ en 2022. Representa el 3,8 % del total mundial de emisiones derivadas de la generación de electricidad.

En 2022, Japón produjo el 71 % de su electricidad a partir de combustibles fósiles: 33 % (321 TWh) del carbón, 34 % (329 TWh) del gas y 3,8 % (37 TWh) de otros combustibles fósiles.

Sin embargo, también avanza en el desarrollo de energía limpia. La energía solar representó el 10 % de la generación total de Japón en 2022 (99 TWh). La energía eólica constituyó solo el 0,9 % (8,6 TWh). El resto derivó de la energía hidroeléctrica (7,6 %, 74 TWh), la energía nuclear (5,4 %, 52 TWh), la bioenergía (4,6 %, 44 TWh) y otras energías renovables (0,3 %, 2,9 TWh).

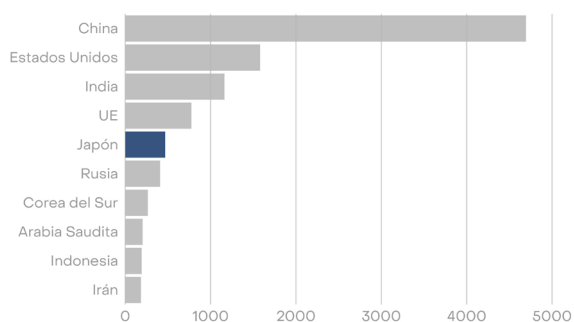
El sector eléctrico de Japón tiene una intensidad de las emisiones de 484 gCO₂/kWh, que es apenas superior al promedio mundial de 436 gCO₂/kWh. La demanda per cápita anual de 7,8 MWh es el doble que el promedio mundial de 3,6 MWh. Con 3,8 toneladas de CO₂, las emisiones per cápita de Japón provenientes del sector eléctrico son más del doble que el promedio mundial de 1,6 toneladas de CO₂.

Como el quinto emisor más grande del sector eléctrico, Japón tiene un papel importante en la transición de la electricidad a nivel mundial. Aunque la dependencia de los combustibles fósiles por parte de Japón sigue siendo alta con un 71 %, la generación de energía solar crece con rapidez y el país hace poco se ha [comprometido a reabrir plantas nucleares](#). La energía eólica permanece subdesarrollada y se requieren más esfuerzos para descarbonizar el sector eléctrico de Japón.

Contexto global

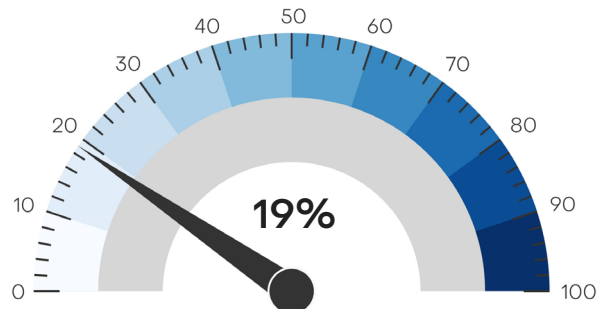
Principales emisores del sector eléctrico

Emisiones de CO2 per cápita (millones de toneladas)



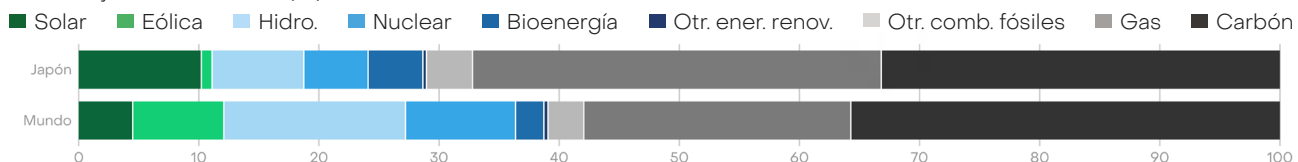
Electrificación de Japón

La electricidad como un porcentaje de consumo final de energía (%)



Japón vs. el mundo: matriz eléctrica

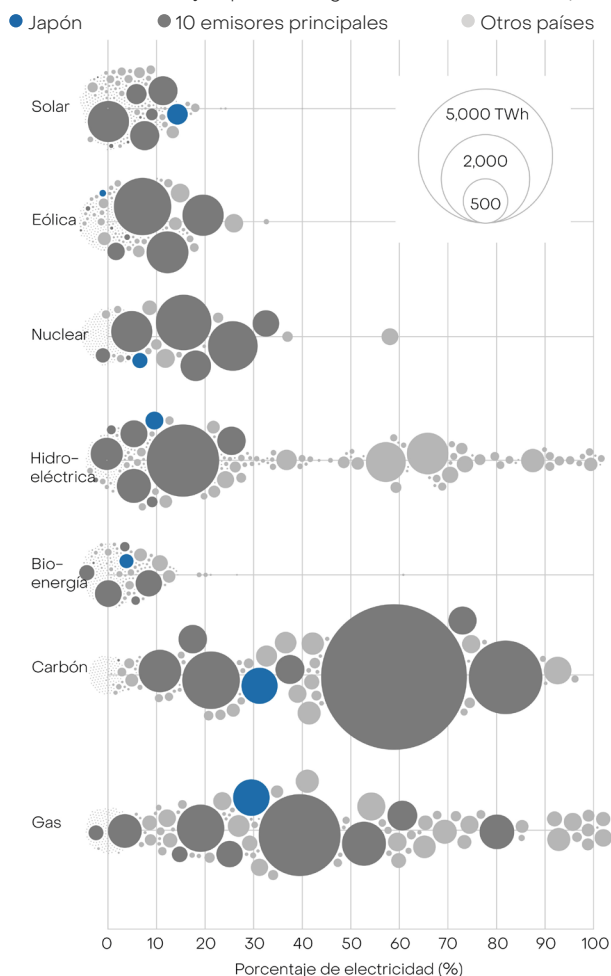
Porcentaje de electricidad (%)



Japón vs. el mundo: fuentes de electricidad

Porcentaje de electricidad (%)

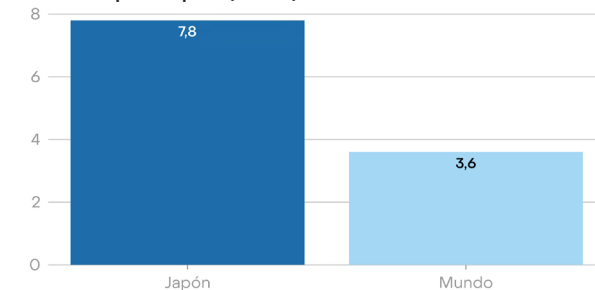
El tamaño de la burbuja representa la generación de electricidad (TWh)



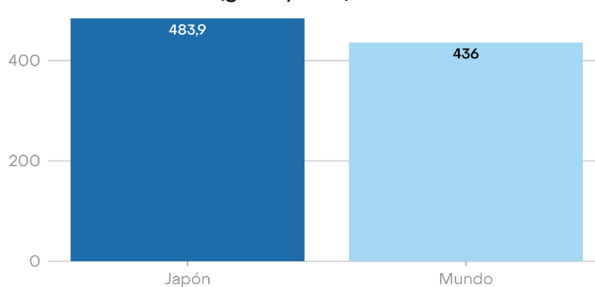
Japón vs. el mundo: emisiones y demanda

● Japón ● Mundo

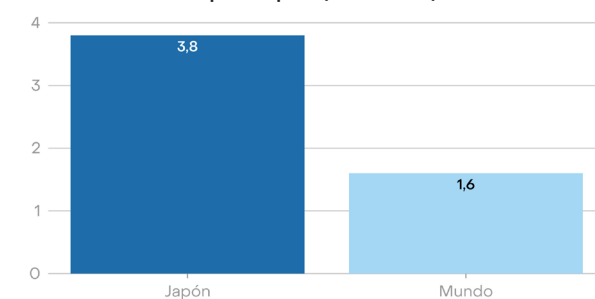
Demanda per cápita (MWh)



Intensidad del CO2 (gCO2/kWh)



Emisiones de CO2 per cápita (toneladas)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Cambio en 2022

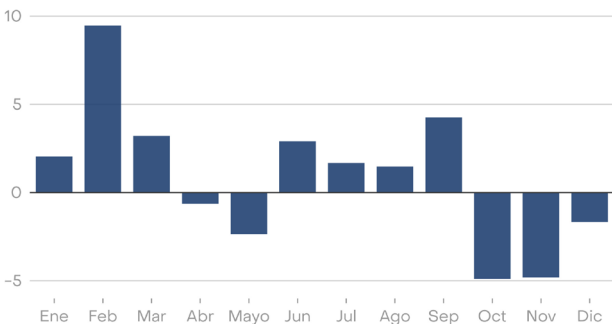
Luego de una década de caída en la demanda de electricidad, en 2022 Japón registró el mayor aumento en la demanda desde 2010 (+1 %). Las temperaturas extremas en enero y las olas de calor durante el verano contribuyeron a este incremento, además de la recuperación económica después de flexibilizar las restricciones debido a la COVID-19.

El total de las emisiones del sector eléctrico en Japón aumentó en 2022, por primera vez en una década. Las emisiones subieron un 2,1 % (+9,5 millones de toneladas de CO2), en comparación con un cambio en las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial de +1,3 %.

El crecimiento del 11 % (+10 TWh) en la generación de energía solar fue suficiente para cumplir y superar los 9,1 TWh de la demanda adicional. Por primera vez, la energía solar superó un porcentaje del 10 % en la generación total. El gas de origen fósil bajó un 2,2 % (-7,3 TWh) por quinto año consecutivo y el porcentaje en la generación de electricidad cayó al 34 %. La generación de carbón aumentó de manera significativa un 3,1 % (+9,7 TWh), en gran parte para compensar las caídas de la generación de energía nuclear e hidráulica. A pesar de las [recientes señales políticas de Japón de que reviviría la industria nuclear](#), la generación de energía nuclear bajó un 15 % (-9,5 TWh) en 2022 debido a la disponibilidad reducida de [mantenimiento](#). Las [sequías graves](#) de este año también causaron una disminución del 6,7 % (-45 TWh) en la generación de energía hidroeléctrica. Por último, la generación de energía eólica bajó (-4,4 %, -0,4 TWh).

Cambios mensuales de Japón en las emisiones

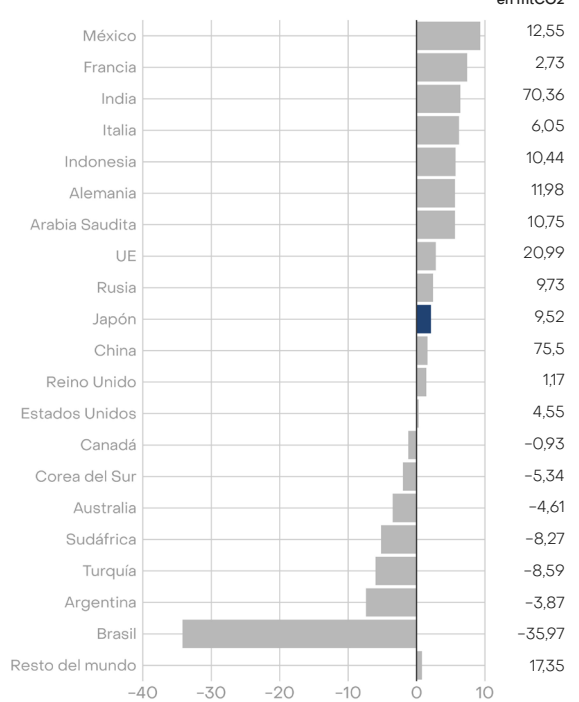
Cambio interanual en las emisiones de CO2 (%)



Fuente: Ember

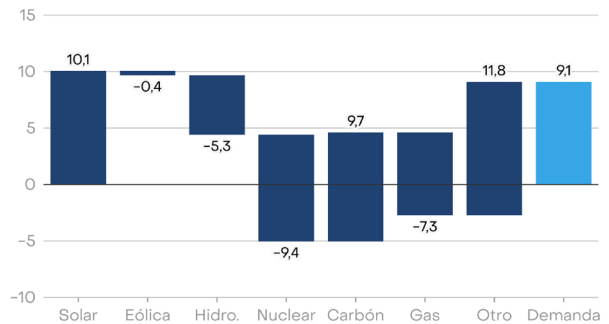
Cambios por parte del G20 en las emisiones del sector eléctrico

Cambio interanual en las emisiones de CO2 (%)



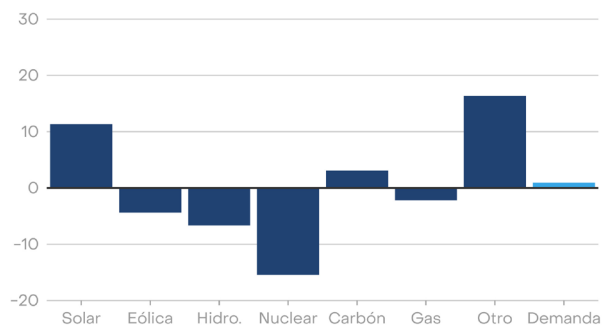
El cambio de Japón en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (TWh)



El cambio de Japón en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (%)



Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Tendencias a largo plazo

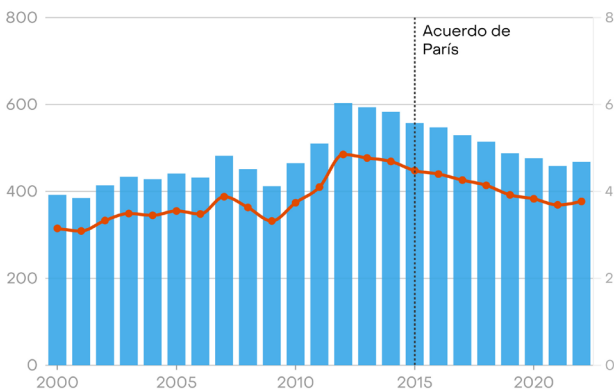
En las últimas dos décadas, la demanda de electricidad anual en Japón ha caído un 2,1 %, de 988 TWh en 2000 a 967 TWh en 2022. La disminución en la demanda de Japón está en riguroso contraste con la tendencia mundial. A nivel mundial, la demanda aumentó un 90 % en 2022 con respecto a 2000. A pesar de la baja en la demanda de electricidad, el total de emisiones en Japón ha aumentado un 19 % en las últimas dos décadas, en gran medida debido al cierre de las estaciones de energía nuclear, que es el resultado de una mayor dependencia de los combustibles fósiles.

Los combustibles fósiles representaron el 71 % de la matriz eléctrica en 2022 en comparación con el 59 % hace dos décadas. En la década de 2000, la energía nuclear redujo la dependencia de Japón en los combustibles fósiles y generó el 26 % de la electricidad total en 2010. Sin embargo, esto se detuvo tras el desastre nuclear de Fukushima en 2011. Aunque la energía nuclear se ha recuperado en los últimos años, su porcentaje aún es del 5,4 %. Como resultado, la intensidad de las emisiones del sector eléctrico de Japón aumentó a 484 gCO₂/kWh en 2022 en comparación con 397 gCO₂/kWh en 2000.

Luego del Acuerdo de París de 2015, Japón ha avanzado en el desarrollo de la electricidad limpia. El porcentaje de electricidad limpia se ha casi duplicado a 29 %. La energía solar y la energía eólica combinadas ahora forman el 11 % de la generación de electricidad de Japón, casi el triple del porcentaje en 2015. El aumento de la energía limpia ha hecho que las emisiones anuales del sector eléctrico caigan un 16 % (-89 millones de toneladas de CO₂) en comparación con los niveles de 2015.

Emisiones del sector eléctrico de Japón

■ Emisiones (mtCO₂) — % de emisión mundial

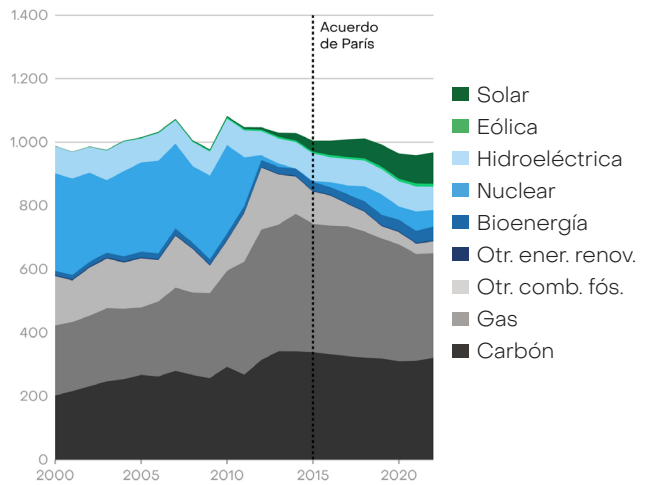


Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

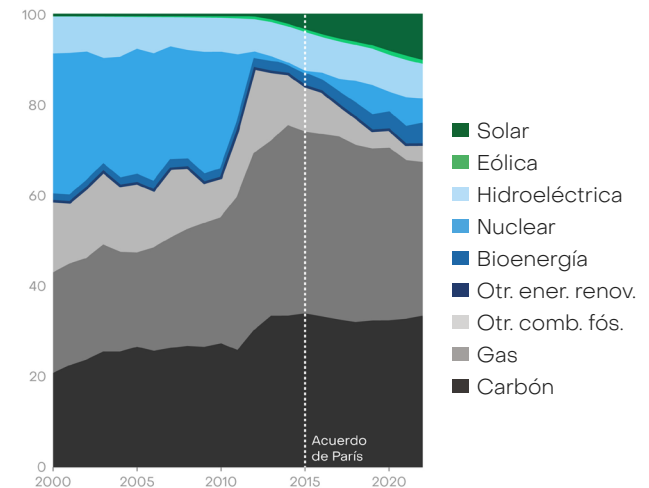
Generación de electricidad por parte de Japón

Generación de electricidad (TWh)



Matriz eléctrica de Japón

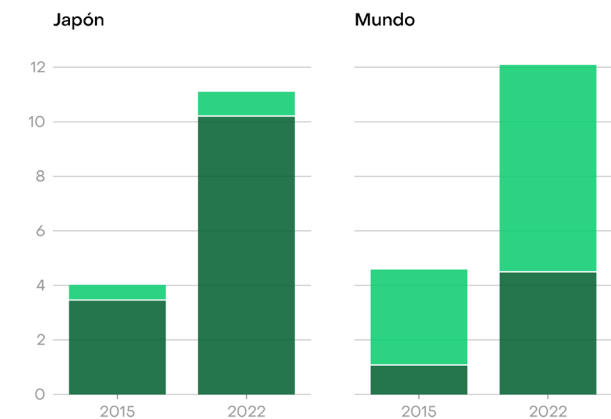
Porcentaje de electricidad (%)



Japón vs. el mundo: porcentaje de energía eólica y solar

Porcentaje de electricidad (%)

■ Solar ■ Eólica



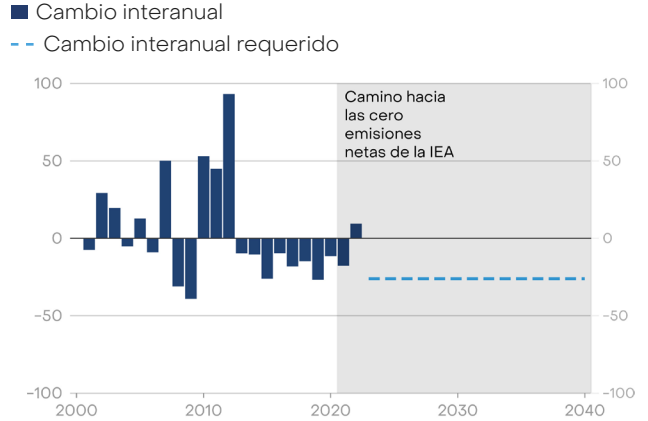


Japón necesita un sector eléctrico con cero emisiones netas para 2035, tal como se establece en el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#), para poder cumplir con su [compromiso](#) de cero emisiones netas en toda la economía para 2050. Japón necesitará que las emisiones del sector eléctrico bajen 36 millones de toneladas cada año. Esto es casi tres veces la tasa desde 2015 y las emisiones anuales promedio deberán bajar 13 millones de toneladas de CO2 por año. Para alcanzar las metas establecidas en la senda de la IEA, Japón también debería aumentar sus objetivos de energía renovable, actualmente establecidos en 59 %, para 2030.

En 2022 el G7, que incluía a Japón, [se comprometió](#) a lograr un sector eléctrico “completamente o predominantemente” descarbonizado para 2035. Sin embargo, en comparación con sus países homólogos, Japón está [muy detrás](#) en cumplir la ambición de las energías renovables. Si se implementa el Plan estratégico de energía del [Ministerio de Economía, Comercio e Industria \(METI\)](#) de octubre de 2021, se observaría un aumento en la electricidad limpia, ya que el país buscaría reactivar muchos de los reactores nucleares sin usar. Sin embargo, su apuesta por la combustión conjunta de amoníaco resultará probablemente una [manera costosa e ineficaz](#) de reducir las emisiones. Y lo que es más preocupante, esta distracción también puede ralentizar la transición en el sudeste de Asia, donde un [acuerdo de cooperación](#) permitirá que Japón apoye a los países de Asociación de Naciones de Asia Sudoriental (ASEAN) para que adopten la combustión conjunta de amoníaco y carbón.

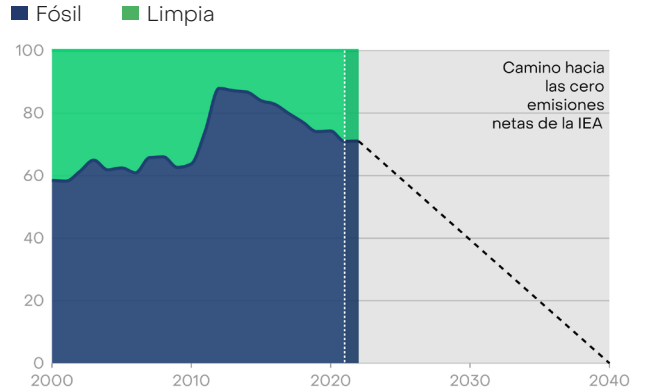
Emisiones del sector eléctrico de Japón

Cambio interanual (millones de toneladas)



Matriz eléctrica de Japón

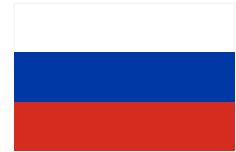
Porcentaje de electricidad (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Rusia



Tendencias sobre electricidad 2022

Rusia es el quinto mayor emisor de CO₂ del sector eléctrico en el mundo, responsable de 409 millones de toneladas de CO₂ en 2022 o del 3,3 % del total mundial de las emisiones provenientes de la generación de electricidad.

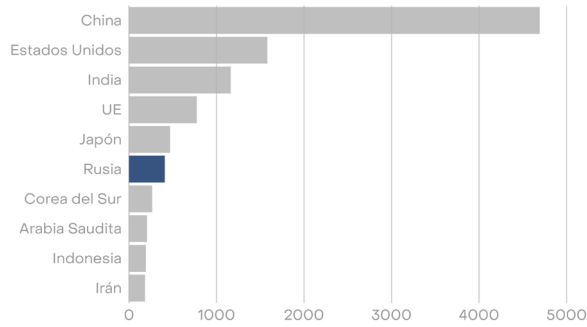
Rusia produce el 61 % de su electricidad a partir de combustibles fósiles: 18 % (197 TWh) del carbón, 43 % (479 TWh) del gas y 0,7 % (8,1 TWh) de otros combustibles fósiles. Las energías eólica y solar solo conforman el 0,7 % (8,3 TWh) de la matriz eléctrica. La energía hidroeléctrica (18 %, 196 TWh) y la energía nuclear (20 %, 226 TWh) también cumplen un papel importante.

La intensidad de las emisiones de Rusia de 367 gCO₂/kWh es más baja que el promedio a nivel mundial de 436 gCO₂/kWh. La demanda per cápita anual es de 7,6 MWh, aproximadamente el doble del promedio mundial de 3,6 MWh. Con 2,8 toneladas de CO₂ per cápita, las emisiones del sector eléctrico en Rusia son más altas que el promedio per cápita a nivel mundial de 1,6 toneladas.

Contexto global

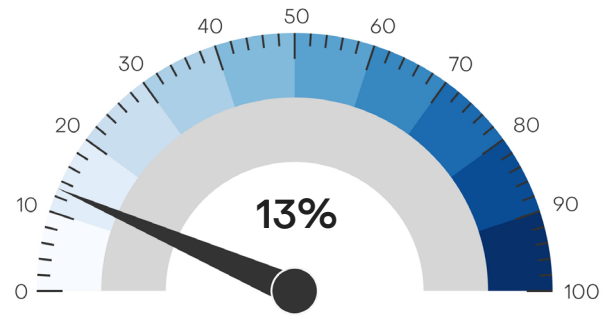
Principales emisores del sector eléctrico

Emisiones de CO2 per cápita (millones de toneladas)



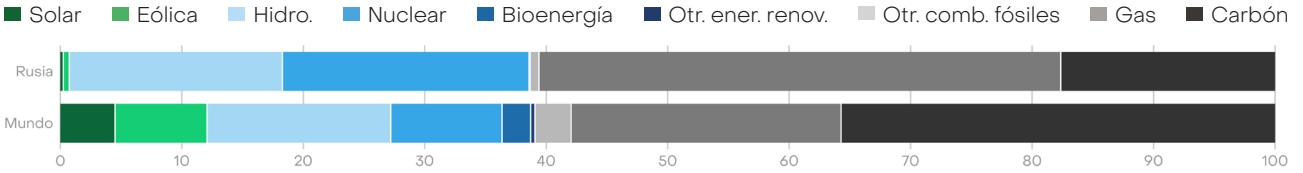
Electrificación de Rusia

La electricidad como un porcentaje de consumo final de energía (%)



Rusia vs. el mundo: matriz eléctrica

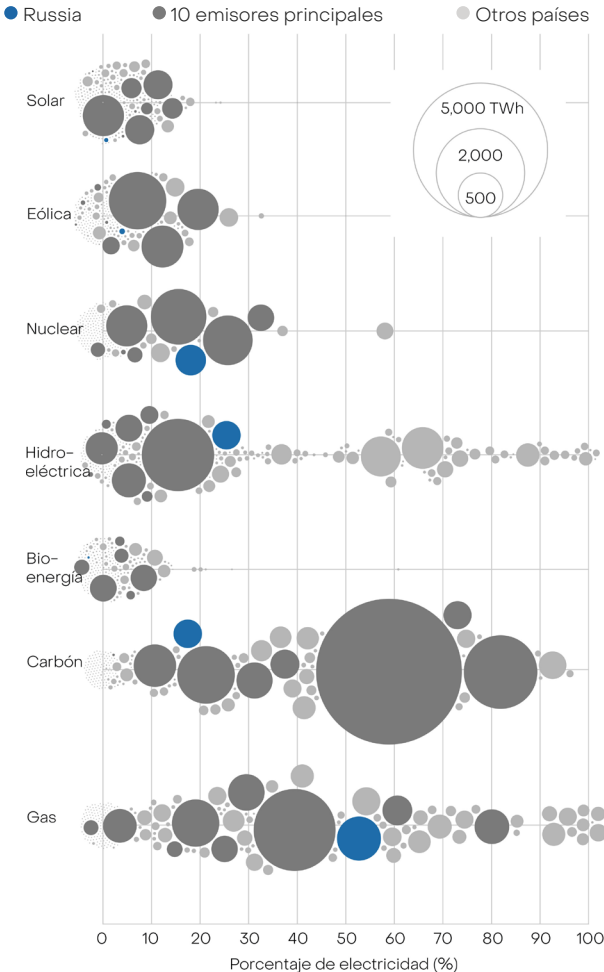
Porcentaje de electricidad (%)



Rusia vs. el mundo: fuentes de electricidad

Porcentaje de electricidad (%)

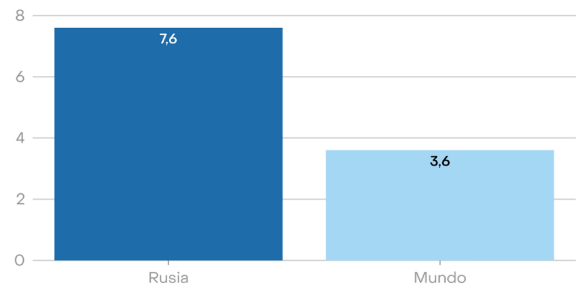
El tamaño de la burbuja representa la generación de electricidad (TWh)



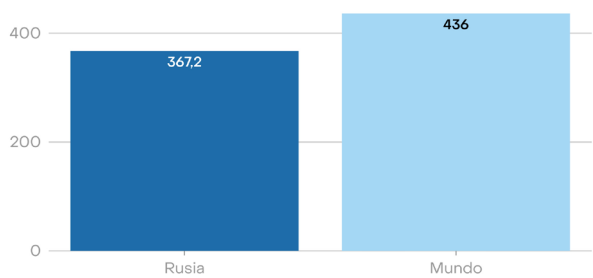
Rusia vs. el mundo: emisiones y demanda

● Rusia ● Mundo

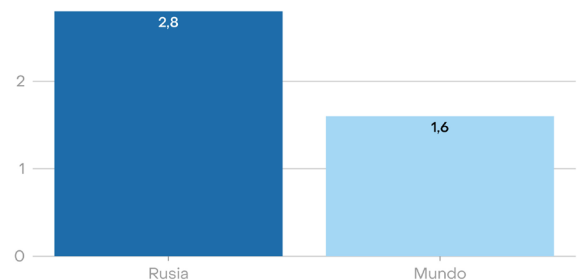
Demanda per cápita (MWh)



Intensidad del CO2 (gCO2/kWh)



Emisiones de CO2 per cápita (toneladas)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Cambio en 2022

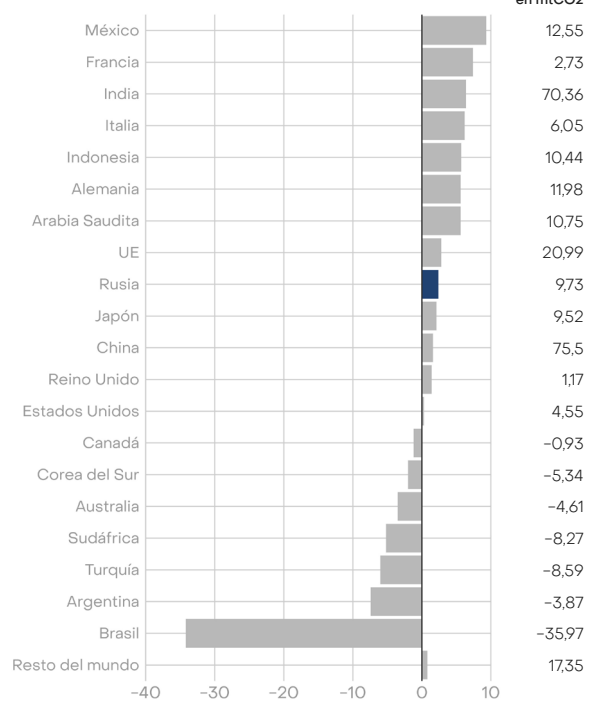
En 2022, Rusia tuvo un pequeño aumento en la demanda de electricidad del 0,8 % (+9,1 mtCO₂), de 1093 TWh en 2021 a 1102 TWh. Esta tasa fue inferior al cambio en la demanda mundial del 2,5 % y, también, a la tasa media de crecimiento de la demanda de Rusia del 1,1 % para el periodo 2010-2021.

Las emisiones del sector eléctrico de Rusia aumentaron un 2,4 % (+9,7 millones de toneladas de CO₂) a 409 millones de toneladas de CO₂, lo que eclipsó el máximo histórico del año anterior. Este aumento fue mayor que el incremento a nivel mundial de las emisiones del sector eléctrico del 1,4 %. El incremento de las emisiones de Rusia superó el crecimiento en la demanda de electricidad, que aumentó un 0,8 % en 2022 (+9,1 TWh).

La generación de energía hidroeléctrica cayó un 8,8 % (-19 TWh) en comparación con 2021, debido a la sequía. Para satisfacer una demanda más alta, la generación de combustibles fósiles aumentó, con un incremento del 2,7 % (+13 TWh) en el caso del gas y del 2,4 % (+4,5 TWh) en el del carbón. La generación de energía nuclear también subió un moderado 1,8 % (+4 TWh). La generación de energía eólica aumentó un 44 %, pero la generación en términos absolutos relativamente baja significó que solo se añadieron 1,7 TWh. El crecimiento de energía solar fue incluso más bajo, ya que aumentó 0,3 TWh (+15 %). Estos cambios se tradujeron solo en modificaciones pequeñas en la matriz eléctrica de Rusia.

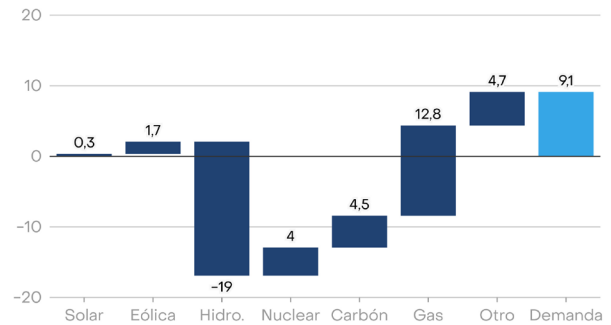
Cambios por parte del G20 en las emisiones del sector eléctrico

Cambio interanual en las emisiones de CO₂ (%)



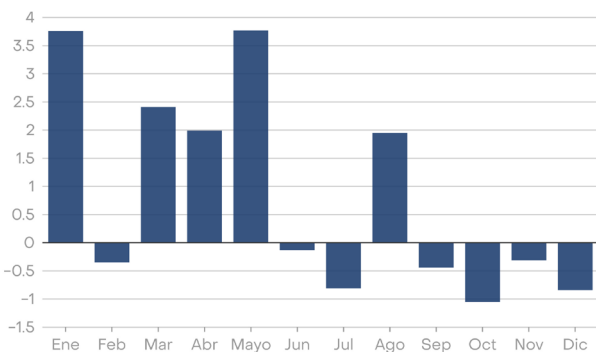
El cambio de Rusia en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (TWh)



Cambios mensuales de Rusia en las emisiones

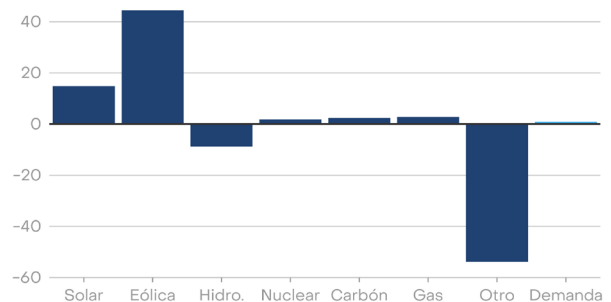
Cambio interanual en las emisiones de CO₂ (%)



Fuente: Ember

El cambio de Rusia en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (%)



Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Tendencias a largo plazo

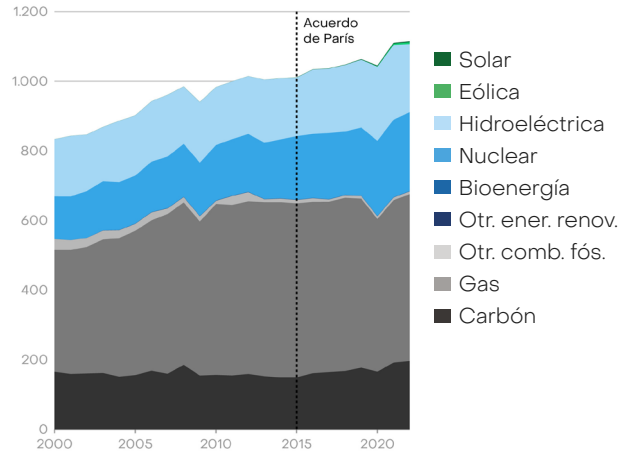
La demanda de electricidad anual en Rusia ha aumentado un 34 %, de 819 TWh en 2000 a 1102 TWh en 2022. El crecimiento es sustancialmente más bajo que el cambio en la demanda mundial durante ese mismo periodo (+90 %). Las emisiones del sector eléctrico en Rusia también han crecido (+22 %) desde 2000.

Ha habido muy pocos cambios en la matriz eléctrica de Rusia durante las últimas dos décadas. La demanda adicional ha quedado cubierta, en gran medida, con aumentos en la generación de gas (+37 %, +129 TWh), pero su porcentaje de la matriz eléctrica ha permanecido casi igual, con 43 % (de 42 % en 2000). El papel de otras fuentes de electricidad en la matriz también registró muy pocos cambios. Como resultado, en la actualidad la intensidad de las emisiones es apenas más baja (367 gCO₂/kWh) que en 2000 (402 gCO₂/kWh).

De manera similar, ha habido muy pocos cambios desde el Acuerdo de París. El porcentaje de energía eólica y energía solar ha aumentado solo del 0,05 % al 0,7 %. Rusia se está retrasando, ya que el porcentaje mundial de las energías eólica y solar aumentó del 4,6 % al 12,1 % en el mismo periodo. La demanda adicional de Rusia, combinada con la falta de crecimiento de la electricidad limpia desde 2015, significó que las emisiones anuales del sector eléctrico aumentarían 29 millones de toneladas.

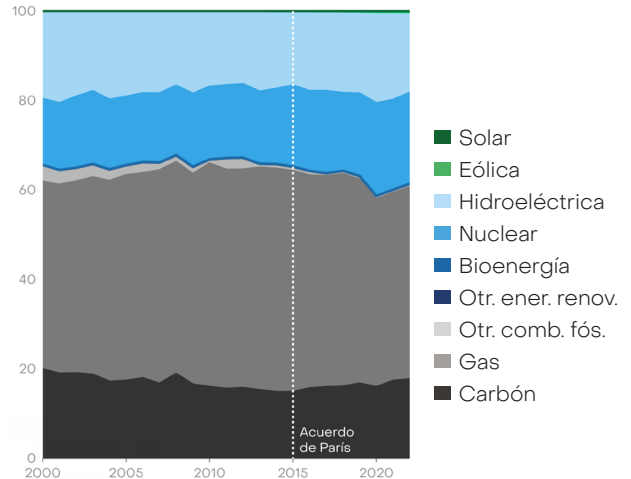
Generación de electricidad por parte de Rusia

Generación de electricidad (TWh)



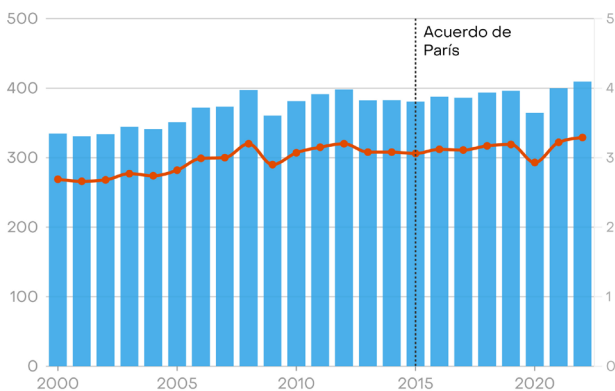
Matriz eléctrica de Rusia

Porcentaje de electricidad (%)



Emisiones del sector eléctrico de Rusia

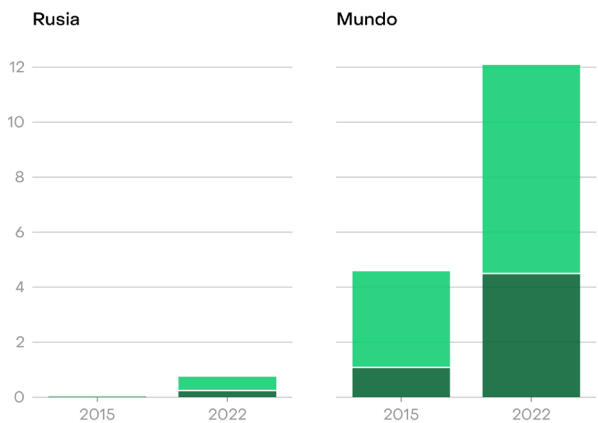
■ Emisiones (mtCO₂) — % de emisión mundial



Rusia vs. el mundo: porcentaje de energía eólica y solar

Porcentaje de electricidad (%)

■ Solar ■ Eólica



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.



Progreso hacia las emisiones cero netas

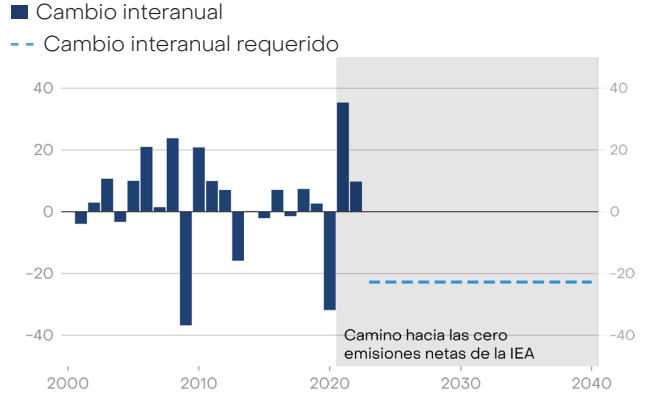
Las emisiones del sector eléctrico en Rusia deben reducirse a cero para 2040, en comparación con los 409 millones de toneladas actuales de CO2, para estar en consonancia con el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#). Para ese objetivo, las emisiones tendrán que reducirse en 23 millones de toneladas al año, y así se revertirá la tendencia desde 2015, donde las emisiones han crecido un promedio de 4,1 millones de toneladas de CO2 por año.

En su contribución de 2020 determinada a nivel nacional, Rusia asumió el compromiso de mantener las emisiones un [30 % por debajo](#) del nivel de 1990 para 2030 al usar “la máxima capacidad absorbente posible del bosque y otros ecosistemas”. No ha hecho ningún compromiso para reducir las emisiones del sector eléctrico.

Rusia tiene un objetivo de cero emisiones netas para [2060](#), que es menos ambicioso que el de muchas otras economías desarrolladas e insuficiente para limitar el calentamiento global a 1,5 °C.

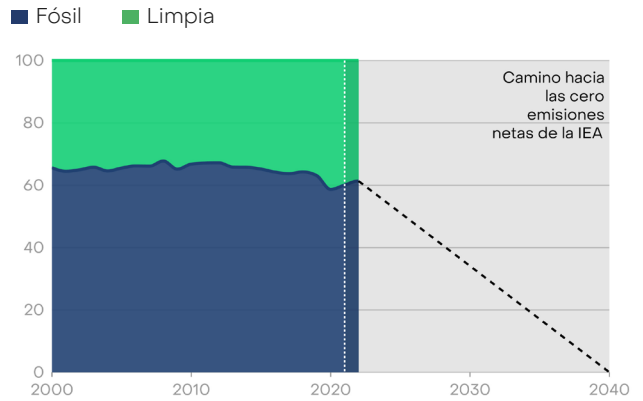
Emisiones del sector eléctrico de Rusia

Cambio interanual (millones de toneladas)



Matriz eléctrica de Rusia

Porcentaje de electricidad (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Corea del Sur

Tendencias sobre electricidad 2022



Corea del Sur es el sexto mayor emisor de CO₂ del sector eléctrico a nivel mundial. Responsable de 264 millones de toneladas de CO₂, el sector eléctrico del país representó el 2,1 % del total de las emisiones mundiales procedentes de la generación de electricidad en 2022. Al ser una de las economías más avanzadas de Asia, Corea del Sur tiene una mayor responsabilidad de mitigar las emisiones que contribuyen a la crisis climática. Sin embargo, el país todavía está rezagado con respecto a sus pares de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) en términos del desarrollo de las energías eólica y solar. Además, la gran dependencia de Corea del Sur en los combustibles fósiles importados aumenta los riesgos relacionados no solo con el clima, sino también con la seguridad energética.

Corea del Sur generó el 63 % de su electricidad a partir de combustibles fósiles en 2022: 34 % del carbón (206 TWh), 28 % del gas (170 TWh) y 1 % de otros combustibles fósiles (6 TWh). La energía nuclear fue la mayor fuente de energía limpia al producir el 28 % de la electricidad de Corea del Sur (169 TWh). Las energías eólica y solar constituyen el 5,4 % (32 TWh) de la matriz eléctrica y el resto proviene de la energía hidroeléctrica (0,6 %, 3,6 TWh) y la bioenergía (3,1%, 19 TWh).

Corea del Sur tiene una intensidad de las emisiones de 436 gCO₂/kWh, que es idéntica al promedio mundial. Sin embargo, la demanda per cápita anual del país de 12 MWh es más de tres veces el promedio mundial de 3,6 MWh. Debido a la alta demanda de energía, las emisiones per cápita del sector eléctrico de Corea del Sur (5 toneladas de CO₂) triplican el promedio mundial de 1,6 toneladas de CO₂.

“El porcentaje de generación de carbón alcanzó un mínimo histórico, con lo que la intensidad de las emisiones del sector eléctrico surcoreano se equiparó al nivel mundial. Esto significó que en Corea del Sur hay descarbonización, a pesar de que es pequeña. Aunque hay que acelerar y aumentar la reducción de emisiones, los recientes ajustes a la baja en los objetivos de renovables van a tener el efecto contrario”.

Uni Lee

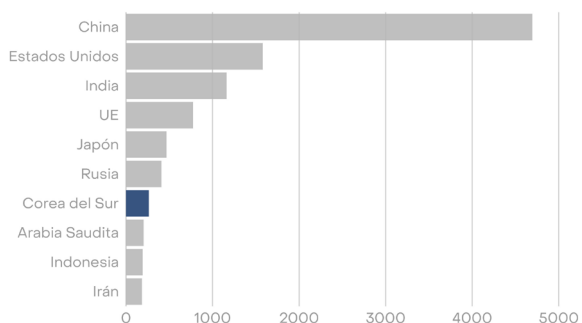
analista de datos, Ember



Contexto global

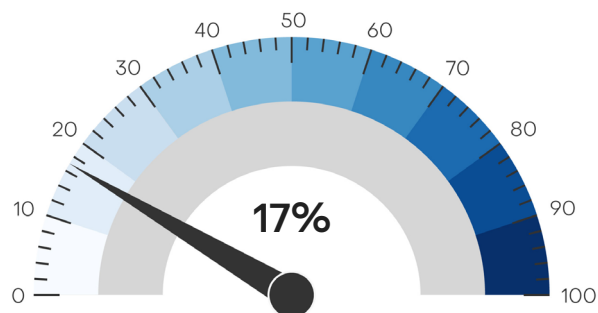
Principales emisores del sector eléctrico

Emisiones de CO2 per cápita (millones de toneladas)



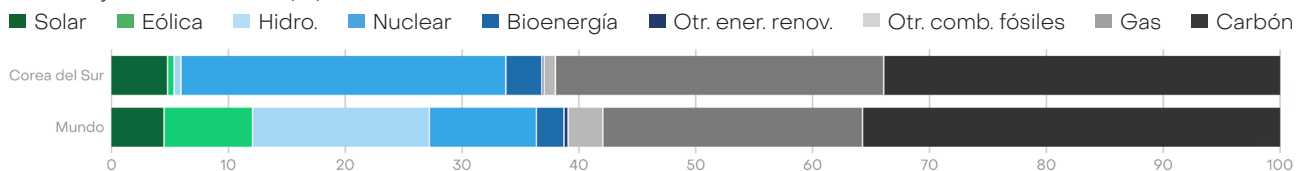
Electrificación de Corea del Sur

La electricidad como un porcentaje de consumo final de energía (%)



Corea del Sur vs. el mundo: matriz eléctrica

Porcentaje de electricidad (%)

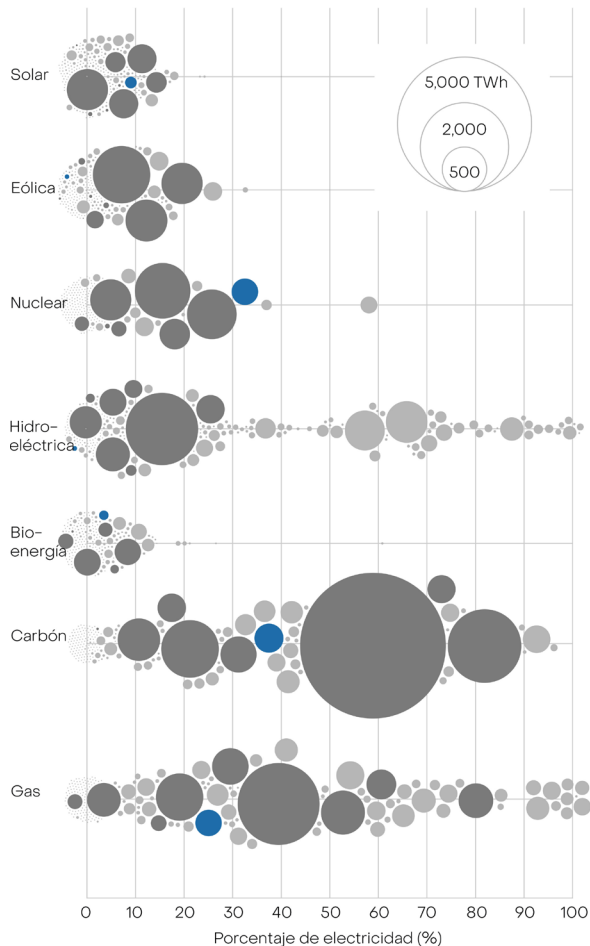


Corea del Sur vs. el mundo: fuentes de electricidad

Porcentaje de electricidad (%)

El tamaño de la burbuja representa la generación de electricidad (TWh)

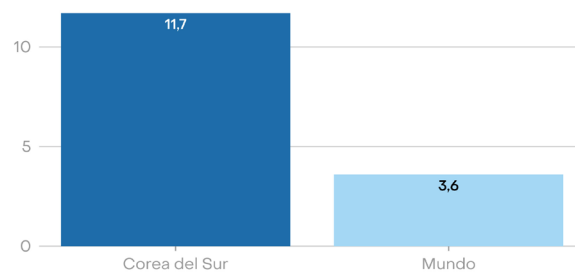
● Corea del Sur ● 10 emisores principales ● Otros países



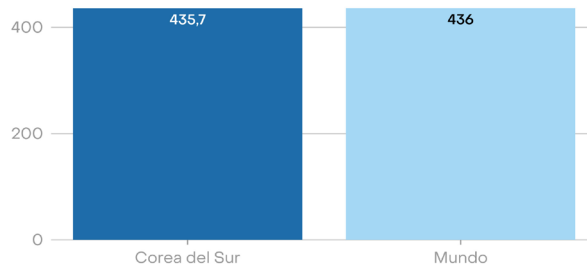
Corea del Sur vs. el mundo: emisiones y demanda

● Corea del Sur ● Mundo

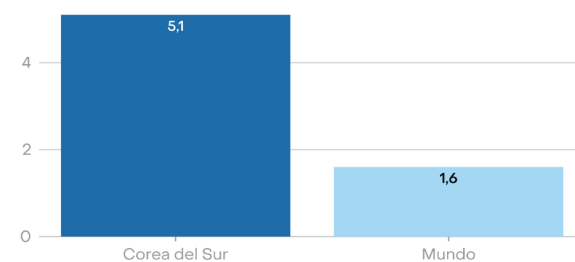
Demanda per cápita (MWh)



Intensidad del CO2 (gCO2/kWh)



Emisiones de CO2 per cápita (toneladas)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Cambio en 2022

Gracias al aumento de la electricidad limpia y a la caída en la generación de combustibles fósiles, las emisiones del sector eléctrico de Corea del Sur cayeron un 2 % (-5,3 millones de toneladas de CO2) en comparación con 2021. En contraste, las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial aumentaron un 1,3 %. En consecuencia, la intensidad de las emisiones cayó a un mínimo histórico con 436 gCO2 por kWh.

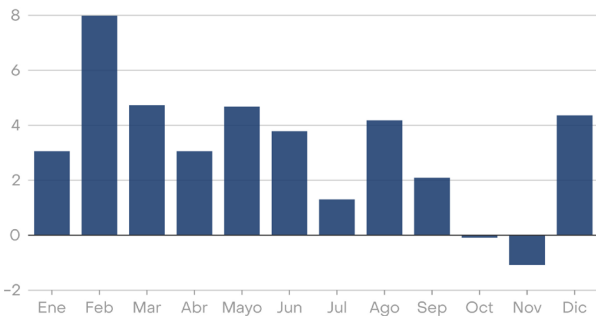
Cabe destacar la caída en las emisiones de este año, ya que se produjeron a pesar de un aumento en la demanda de electricidad del 3,1 % (+18 TWh). Esto sucedió casi a la par con el cambio en la demanda mundial del 2,5 %. Un factor clave en el aumento de la demanda fueron las temperaturas extremas en julio, agosto y diciembre, que causaron un máximo histórico en la demanda.

El carbón cayó un 2,1 % (-4,4 TWh) y alcanzó una baja récord en la matriz eléctrica con 34 %. El gas bajó un 2,7 % (-4,7 TWh) y los otros combustibles fósiles, un 15 % (-1 TWh). El descenso en la generación de electricidad a partir combustibles fósiles se puede atribuir al aumento de precios del gas de origen fósil y a las [políticas nacionales durante las temporadas de alta contaminación atmosférica](#).

El aumento en la generación de electricidad limpia (+14 %, +28 TWh) fue lo suficientemente grande para cubrir el incremento total en la demanda (+18 TWh) y compensar la caída en los combustibles fósiles (-10 TWh). Entre las fuentes de electricidad limpia, la energía nuclear registró el mayor aumento en términos absolutos (+18 TWh) con un 12 % más. La energía solar (+21 %, +5,1 TWh) y la energía eólica (+6 %, +0,2 TWh) también registraron una suba importante.

Cambios mensuales de Corea del Sur en las emisiones

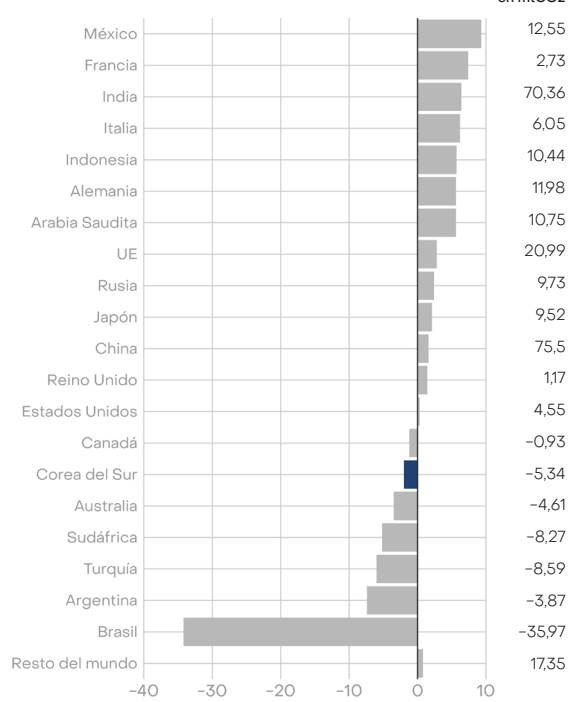
Cambio interanual en las emisiones de CO2 (%)



Fuente: Ember

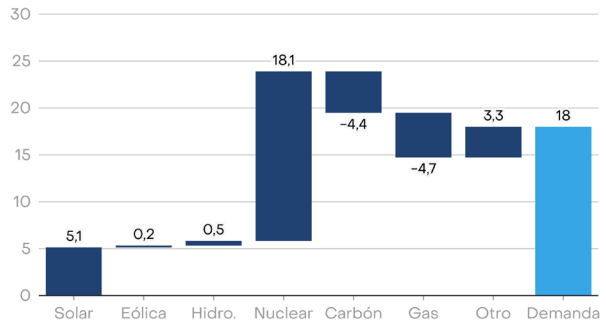
Cambios por parte del G20 en las emisiones del sector eléctrico

Cambio interanual en las emisiones de CO2 (%)



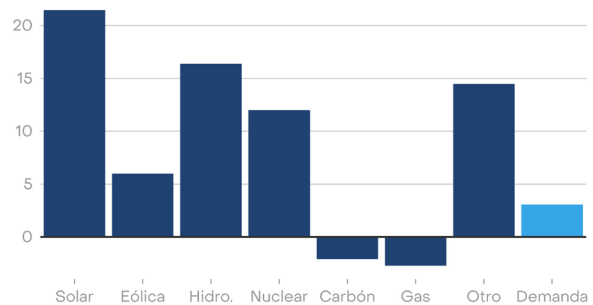
El cambio de Corea del Sur en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (TWh)



El cambio de Corea del Sur en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (%)



Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

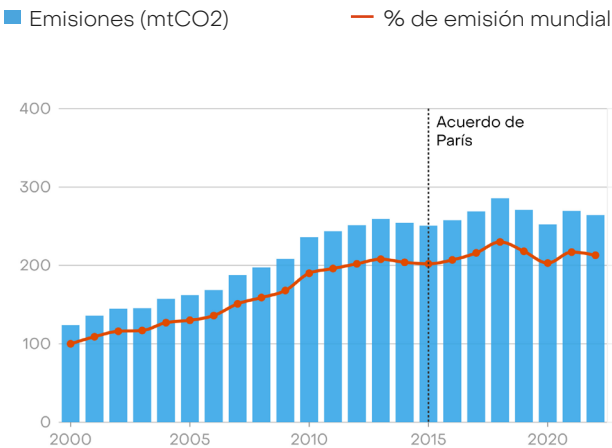
Tendencias a largo plazo

La intensidad de las emisiones de la generación de electricidad de Corea del Sur en 2022 (436 gCO₂/kWh) fue levemente más baja que la intensidad en 2000 (454 gCO₂/kWh), lo que refleja su tendencia a largo plazo de depender cada vez menos de los combustibles fósiles. Sin embargo, en las últimas dos décadas, la generación de energía limpia no ha crecido lo suficientemente rápido como para satisfacer el aumento en la demanda. Como resultado, las emisiones del sector eléctrico se duplicaron a 264 millones de toneladas de CO₂.

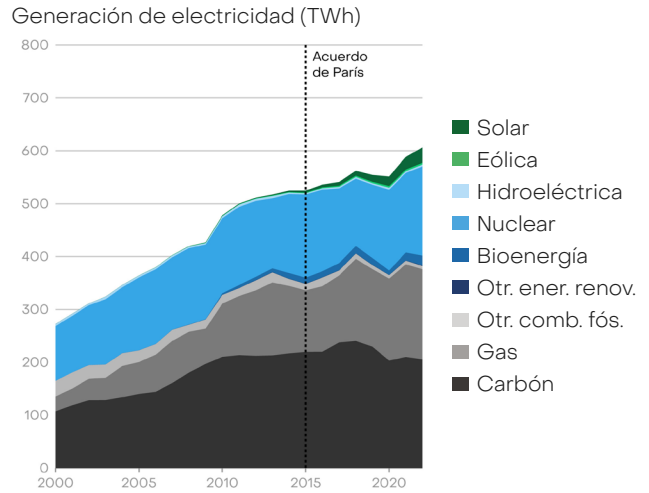
Desde 2000, la demanda eléctrica de Corea del Sur se ha más que duplicado con 607 TWh. Para responder a esta creciente demanda, la generación de combustibles fósiles también se ha más que duplicado durante ese mismo periodo (+217 TWh). La generación de gas ha aumentado seis veces en las últimas dos décadas y con esto se triplicó su porcentaje a 28 %. La generación de carbón se ha casi duplicado en términos absolutos, pero el porcentaje cayó a 34 %, con cinco puntos porcentuales menos en comparación con 2000.

Las fuentes de electricidad limpia han crecido a una tasa más lenta que los combustibles fósiles y el porcentaje de generación de electricidad limpia cayó del 39 % en 2000 al 37 % en 2022. El porcentaje de energía nuclear bajó nueve puntos porcentuales a 28 % en 2022, aunque la generación en términos absolutos aumentó un 63 %. En 2015, las energías eólica y solar representaron menos del 1 % de la generación total. Desde entonces, ambos tipos de energía han aumentado hasta representar el 5,4 % de la matriz eléctrica en la actualidad.

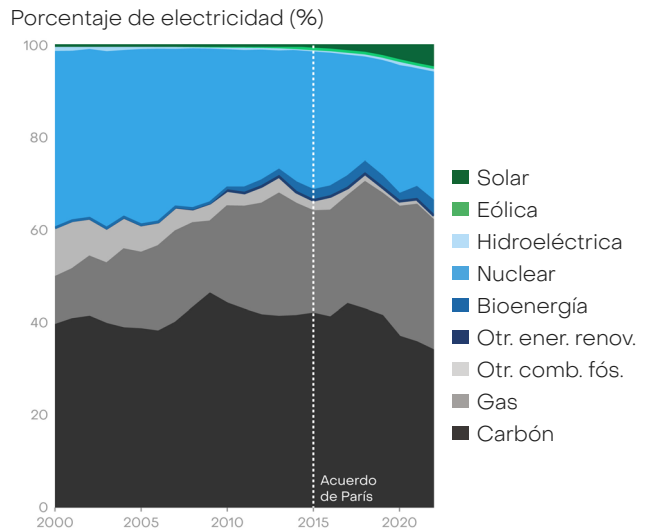
Emisiones del sector eléctrico de Corea del Sur



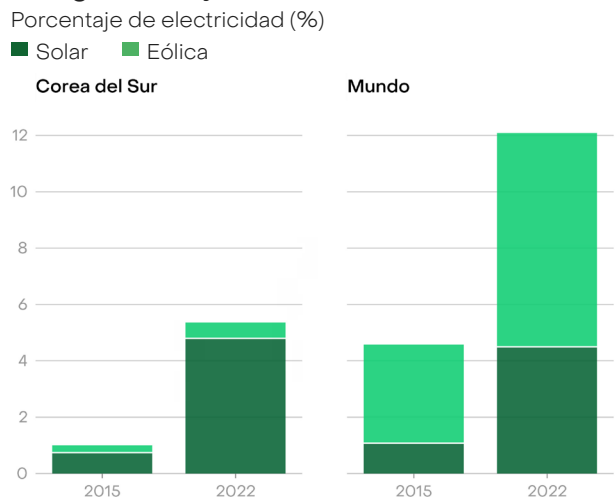
Generación de electricidad por parte de Corea del Sur



Matriz eléctrica de Corea del Sur



Corea del Sur vs. el mundo: porcentaje de energía eólica y solar



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Progreso hacia las emisiones cero netas

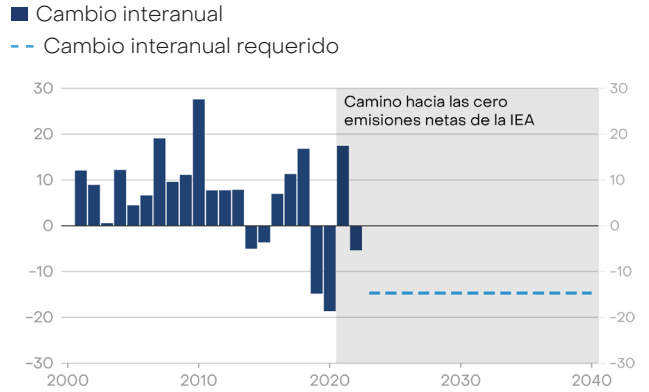
Para estar en consonancia con el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#), Corea del Sur debe llegar a un sector eléctrico con cero emisiones netas para 2035. Esto significa que Corea del Sur debe reducir las emisiones del sector eléctrico en 20 millones de toneladas de CO2 por año a partir de 2023. Sin embargo, ha agregado 2 millones de toneladas de CO2 por año desde 2015. La tendencia ascendente en el aumento de las emisiones se debe revertir con rapidez.

En virtud de la Ley sobre [la Neutralidad de Carbono y el Crecimiento Ecológico para Enfrentar la Crisis Climática](#), Corea del Sur se ha fijado el objetivo de reducir las emisiones del sector eléctrico un 44 % en comparación con los niveles de 2018, hasta alcanzar 150 mtCO2 para 2030.

Sin embargo, los objetivos de electricidad limpia en Corea del Sur son mucho más bajos que los recomendados por la IEA. En un anuncio reciente del [10.º Plan básico de suministro y demanda de electricidad a largo plazo](#), Corea del Sur fijó el objetivo de aumentar el porcentaje de energía renovable y energía nuclear al 31 % y al 35 % para 2036, respectivamente. Para alcanzar las cero emisiones netas, se deben aumentar los objetivos de la política sobre la electricidad limpia, junto con el apoyo regulatorio y financiero para los productores de electricidad limpia.

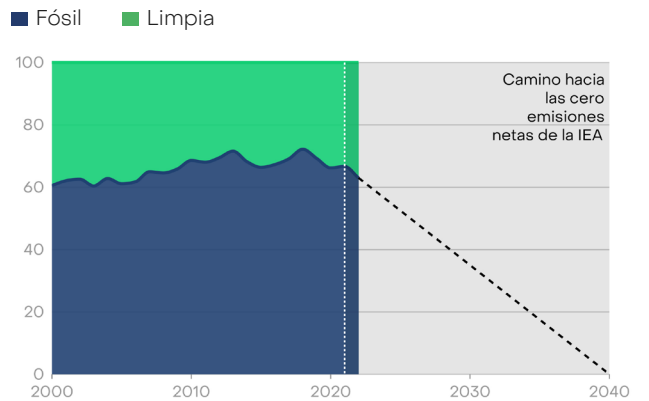
Emisiones del sector eléctrico de Corea del Sur

Cambio interanual (millones de toneladas)



Matriz eléctrica de Corea del Sur

Porcentaje de electricidad (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Arabia Saudita

Tendencias sobre electricidad 2022



Los datos sobre electricidad de 2022 de Arabia Saudita aún no están disponibles. Esta sección se centrará en los datos disponibles de 2021.

Arabia Saudita fue el octavo emisor más grande del sector eléctrico en 2021. Fue responsable de 204 millones de toneladas de CO₂, que equivale al 1,7 % de las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial.

La electricidad de Arabia Saudita se genera casi en su totalidad a partir de combustibles fósiles (99,8 %). La generación de gas representa el 61 % de la electricidad (216 TWh) y el petróleo genera el 39 % (140 TWh). El país no produce electricidad a partir del carbón ni de la energía nuclear, y casi no tiene generación de energías renovables. Arabia Saudita produce más electricidad a partir del petróleo que cualquier otro país.

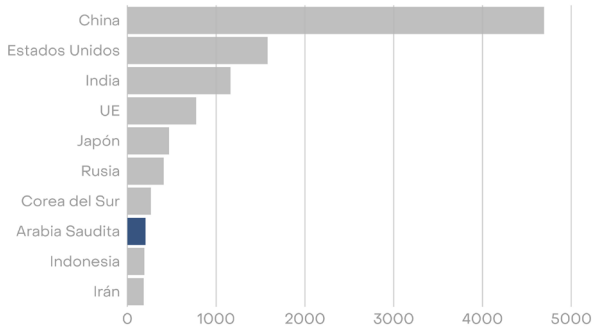
En comparación con el promedio a nivel mundial (441 gCO₂/kWh), Arabia Saudita tiene una intensidad de las emisiones de electricidad significativamente más alta (571 gCO₂/kWh) y casi tres veces la demanda per cápita (9,9 MWh frente a 3,5 MWh). Esto significa que las emisiones per cápita del sector eléctrico de Arabia Saudita son tres veces y media más altas que el promedio a nivel mundial (5,7 tCO₂ frente a 1,6 tCO₂).

Arabia Saudita ha asumido el compromiso de generar el 50 % de la electricidad a partir de energías renovables para 2030, en comparación con el 0,2 % en 2021. Hasta el momento, la implementación ha quedado rezagada detrás de iniciativas y promesas por parte del gobierno saudita y el país permanece con uno de los porcentajes más bajos de energía eólica y energía solar entre las principales economías.

Contexto global

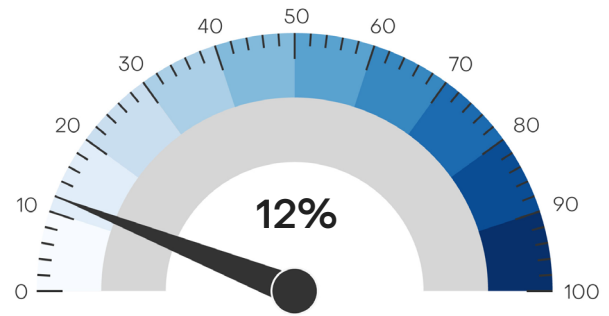
Principales emisores del sector eléctrico

Emisiones de CO2 per cápita (millones de toneladas)



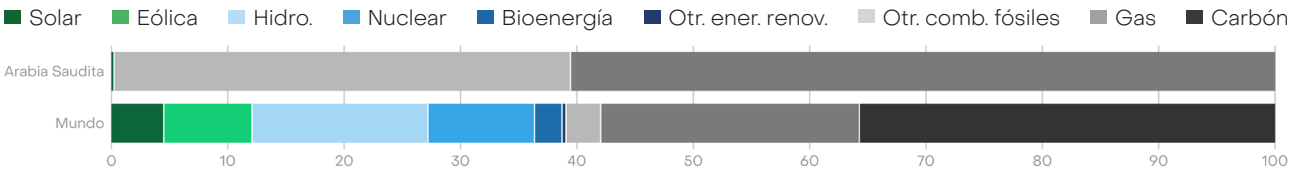
Electrificación de Arabia Saudita

La electricidad como un porcentaje de consumo final de energía (%)



Arabia Saudita vs. el mundo: matriz eléctrica

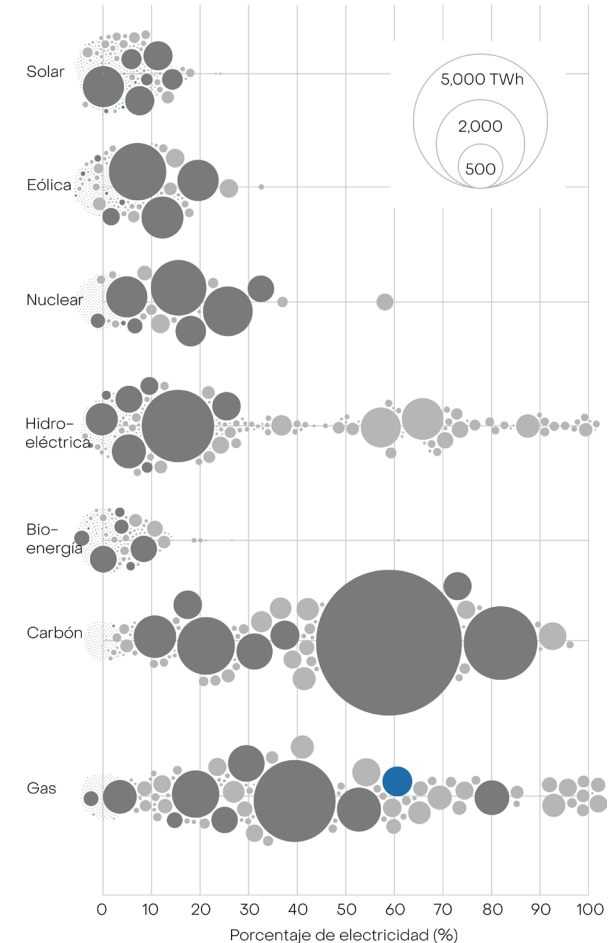
Porcentaje de electricidad (%)



Arabia Saudita vs. el mundo: fuentes de electricidad

Porcentaje de electricidad (%)

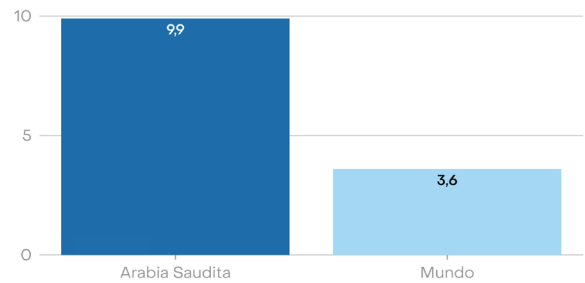
El tamaño de la burbuja representa la generación de electricidad (TWh)



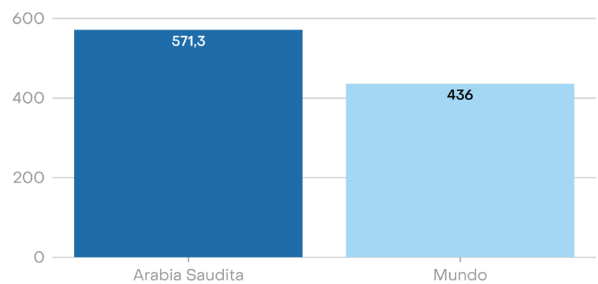
Arabia Saudita vs. el mundo: emisiones y demanda

● Arabia Saudita ● Mundo

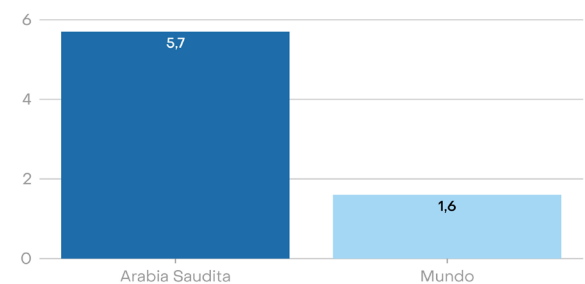
Demanda per cápita (MWh)



Intensidad del CO2 (gCO2/kWh)



Emisiones de CO2 per cápita (toneladas)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Cambio en 2021

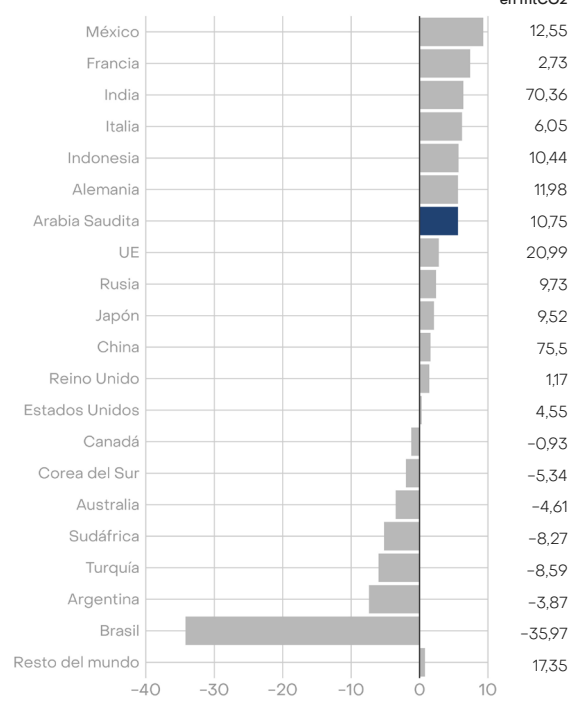
Las emisiones del sector eléctrico de Arabia Saudita aumentaron un 5,6 % en 2021 (+11 millones de toneladas de CO2), lo que significa que crecieron más rápido que las emisiones del sector eléctrico a nivel mundial, que permanecieron estables en 2021.

La demanda de electricidad de Arabia Saudita aumentó un 5,5 % (+19 TWh) en 2021, más rápido que el aumento a nivel mundial del 5,9 %. Este valor fue más alto que la tasa de crecimiento promedio del país en el periodo 2010-2020 (3,7 %).

La generación de gas subió un 4,3 % (+8,9 TWh) y cubrió la mitad del aumento en la demanda de electricidad. Esto significó que la generación de gas estableció un nuevo récord (216 TWh) y superó el máximo anterior (207 TWh) en 2020. La generación de otros combustibles fósiles (principalmente el petróleo) también aumentó de manera significativa con un 6,9 % (+9,1 TWh). Mientras que la generación de energía solar aumentó casi cuatro veces, solo representó un aumento de 0,6 TWh.

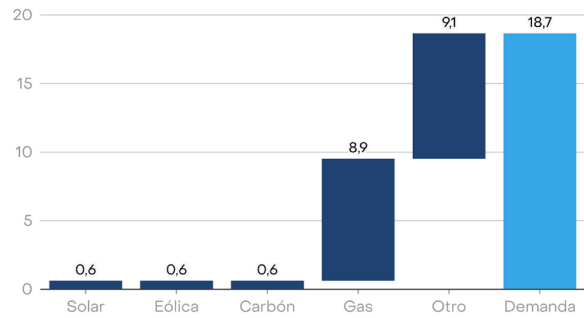
Cambios por parte del G20 en las emisiones del sector eléctrico

Cambio interanual en las emisiones de CO2 (%)



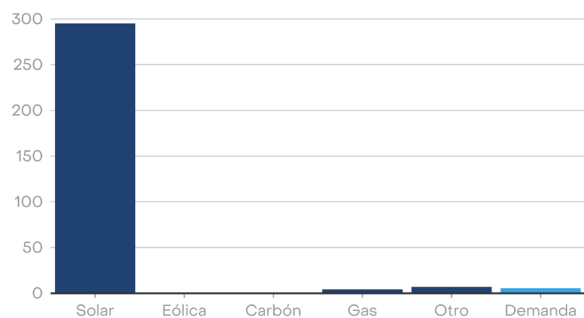
El cambio de Arabia Saudita en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (TWh)



El cambio de Arabia Saudita en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Tendencias a largo plazo



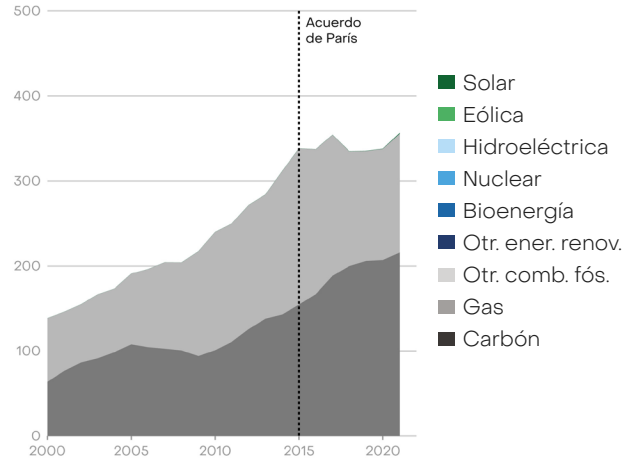
La demanda de electricidad de Arabia Saudita se ha más que duplicado en las últimas dos décadas, de 139 TWh en 2000 a 356 TWh en 2021. Debido a que la matriz de generación de electricidad ha permanecido casi por completo a base de combustibles fósiles, la intensidad de las emisiones ha mejorado solo apenas, de 603 gCO₂/kWh a 571 gCO₂/kWh. El aumento en la demanda, junto con algunos cambios en la intensidad de las emisiones de la red, significó que las emisiones del sector eléctrico se han más que duplicado, de 84 millones de toneladas de CO₂ en 2000 a 204 millones de toneladas de CO₂ en 2021.

Las emisiones del sector eléctrico saudita se han mantenido prácticamente estables y solo cayeron un 0,3 % (-0,6 t de CO₂) de 2015 a 2021. Los aumentos en la demanda de electricidad desde 2015 se cubrieron principalmente con el crecimiento de la generación de gas (+40 %) en lugar del petróleo, con más contenido de carbono, que cayó un 24 %.

Ante la ausencia casi total de energías renovables en la matriz, las emisiones aún no bajan. La energía solar representa el 0,2 % de la electricidad de Arabia Saudita. Esto se compara con el rápido crecimiento en otras partes del mundo: de 2015 a 2021, la energía solar y la energía eólica se han más que duplicado, de 4,6 % (1083 TWh) a 10,4 % (2887 TWh) de la electricidad a nivel mundial.

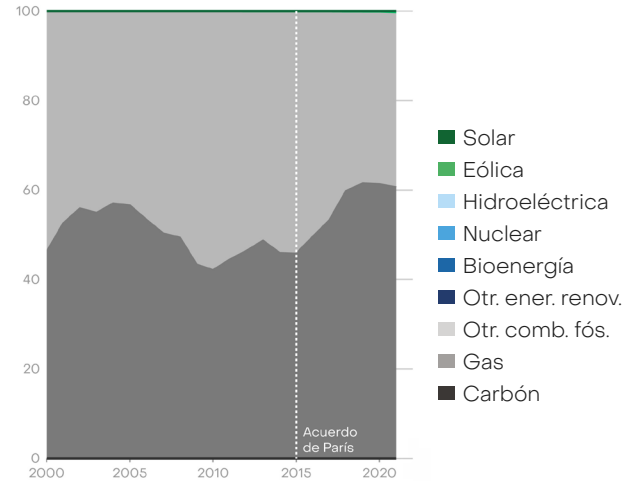
Generación de electricidad por parte de Arabia Saudita

Generación de electricidad (TWh)



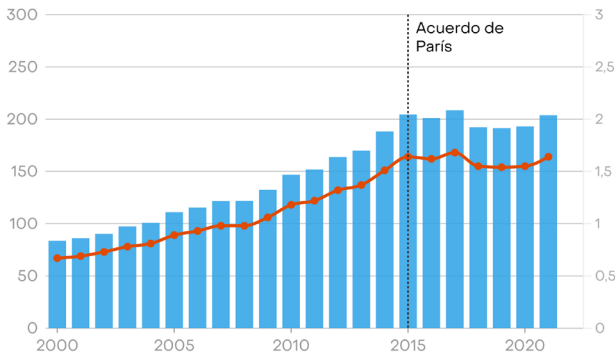
Matriz eléctrica de Arabia Saudita

Porcentaje de electricidad (%)



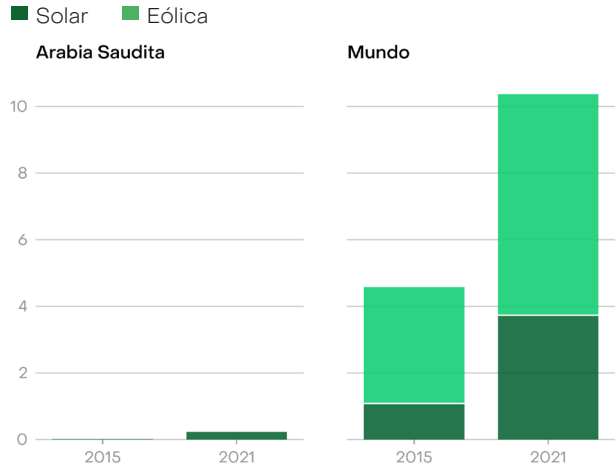
Emisiones del sector eléctrico de Arabia Saudita

■ Emisiones (mtCO₂) — % de emisión mundial



Arabia Saudita vs. el mundo: porcentaje de energía eólica y solar

Porcentaje de electricidad (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

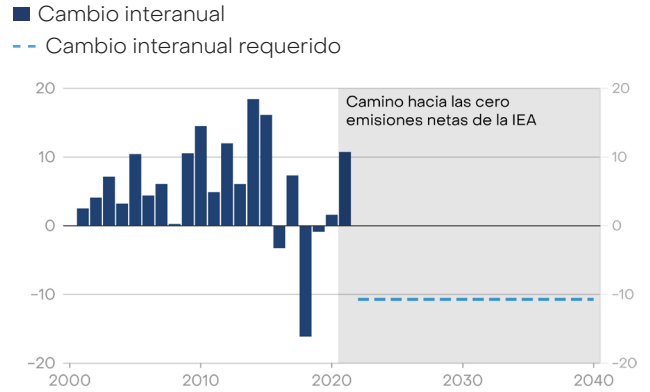
Arabia Saudita debe generar toda su electricidad de fuentes limpias para 2040 a fin de lograr un sector eléctrico con cero emisiones netas, de acuerdo con el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#).

Las emisiones del sector eléctrico de Arabia Saudita en 2021 permanecieron sin cambios, en líneas generales, desde 2015. A fin de que las emisiones del sector eléctrico se reduzcan a cero para 2040, de los 204 millones de toneladas de CO2 actuales, las emisiones deberían bajar 11 millones de toneladas por año.

Arabia Saudita se ha comprometido a generar el 50 % de su electricidad a partir de energías renovables para 2030, partiendo de casi un 0 % en la actualidad. Esto podría significar una trayectoria hacia el 100 % de electricidad limpia para 2040. Sin embargo, ahora necesita convertir rápidamente el compromiso en acción para hacerlo realidad.

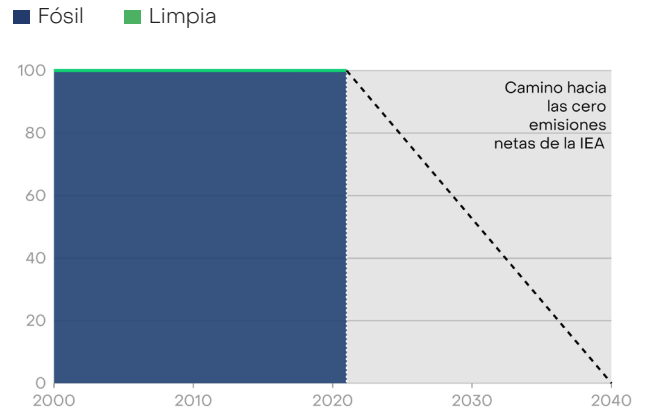
Emisiones del sector eléctrico de Arabia Saudita

Cambio interanual (millones de toneladas)



Matriz eléctrica de Arabia Saudita

Porcentaje de electricidad (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Indonesia



Tendencias sobre electricidad 2022

Los datos sobre electricidad de 2022 de Indonesia aún no están disponibles. Esta sección se centrará en los datos disponibles de 2021.

Indonesia fue el noveno emisor mundial más grande del sector eléctrico en 2021, con 193 millones de toneladas de CO₂. En 2021, esto representó el 1,6 % de las emisiones a nivel mundial del sector eléctrico.

Los combustibles fósiles generaron el 82 % de la electricidad en Indonesia. La mayor contribución procede del carbón, con un 61 % (190 TWh) del total de la matriz eléctrica en 2021. La generación de gas produjo el 18 % (56 TWh) y otros combustibles fósiles, el 2,1 % (6,7 TWh). Combinadas, las energías renovables solo generaron el 18 % de la electricidad. La energía hidroeléctrica produjo el 8 % (25 TWh) de la electricidad y la bioenergía, el 4,9 % (15 TWh). Las otras energías renovables, principalmente la geotérmica, generaron el 5,2 % (16 TWh). En conjunto, la energía eólica (0,4 TWh) y la energía solar (0,2 TWh) solo contribuyeron el 0,1 %.

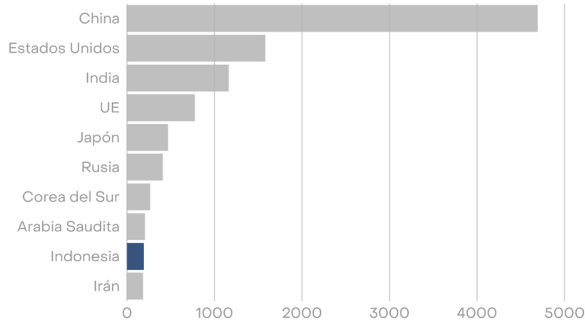
En consecuencia, la intensidad de las emisiones de Indonesia es una de las más elevadas del mundo con 623 gCO₂/kWh, en comparación con la intensidad de las emisiones a nivel mundial de 441 gCO₂/kWh en 2021. Sin embargo, la demanda per cápita anual de 1,1 MWh es solo un tercio del promedio a nivel mundial de 3,5 MWh per cápita. Esto significa que, a pesar de la alta intensidad de las emisiones, las emisiones per cápita (0,7 toneladas de CO₂) son solo la mitad del promedio a nivel mundial de 1,6 toneladas de CO₂.

La electricidad proporcionó el 13 % del consumo final de energía de Indonesia en 2021, el cual se espera que aumente a medida que se acelere la electrificación de sectores como el transporte, la calefacción y la industria.

Contexto global

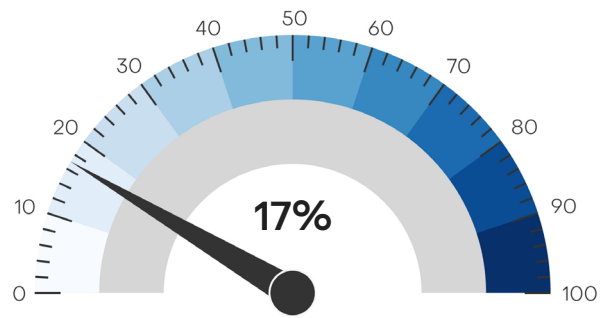
Principales emisores del sector eléctrico

Emisiones de CO2 per cápita (millones de toneladas)



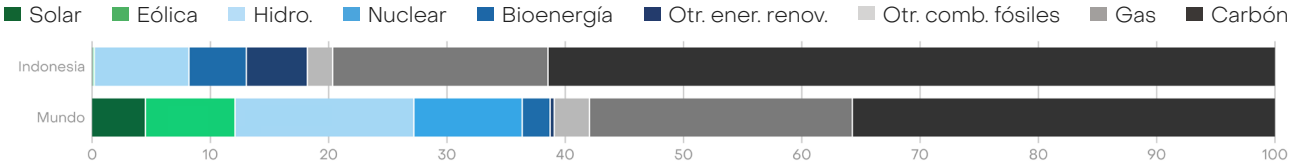
Electrificación de Indonesia

La electricidad como un porcentaje de consumo final de energía (%)



Indonesia vs. el mundo: matriz eléctrica

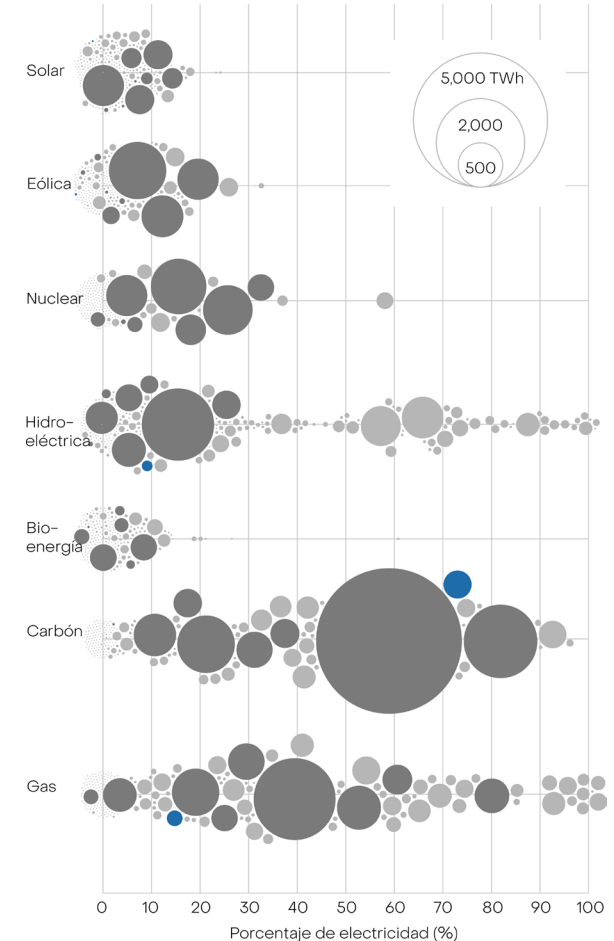
Porcentaje de electricidad (%)



Indonesia vs. el mundo: fuentes de electricidad

Porcentaje de electricidad (%)

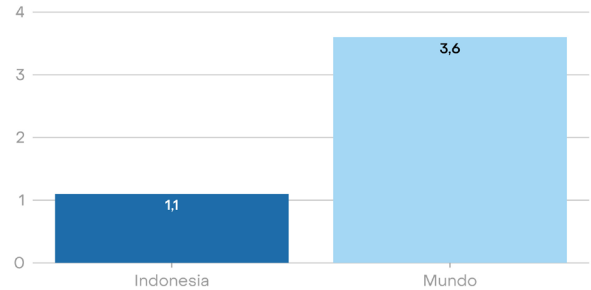
El tamaño de la burbuja representa la generación de electricidad (TWh)



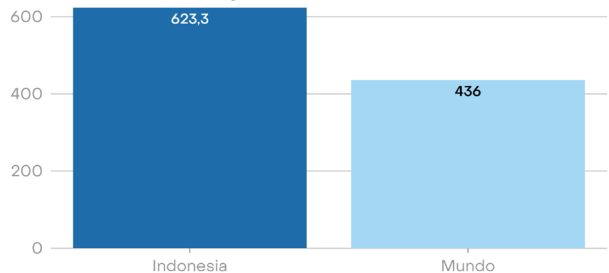
Indonesia vs. el mundo: emisiones y demanda

● Indonesia ● Mundo

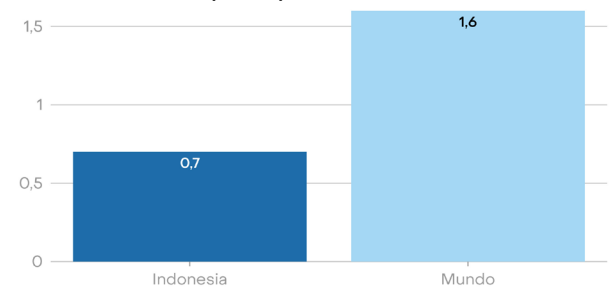
Demanda per cápita (MWh)



Intensidad del CO2 (gCO2/kWh)



Emisiones de CO2 per cápita (toneladas)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Cambio en 2021

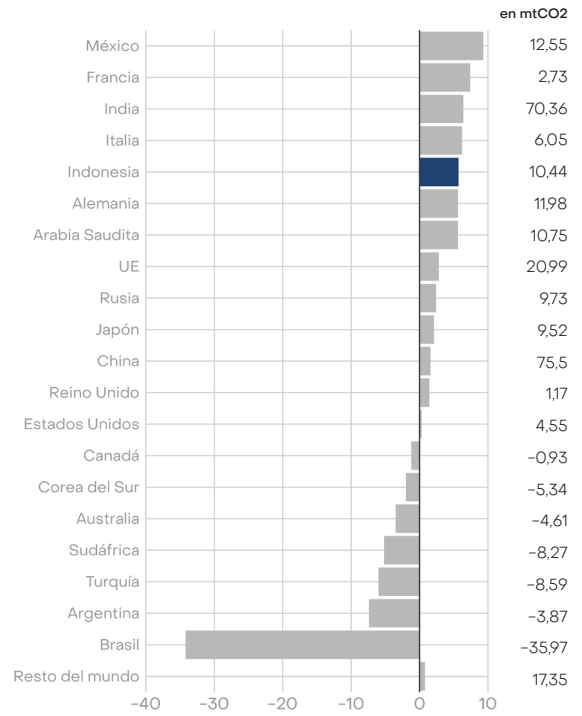
La demanda de electricidad de Indonesia en 2021 fue 5,7 % (+17 TWh) más alta que en 2020. Esta cifra fue ligeramente inferior al cambio en la demanda a nivel mundial del 5,9 % en 2021 y superior a la tasa de crecimiento promedio de la demanda en Indonesia, entre 2010 y 2020, del 2,6 %.

Como resultado del crecimiento de la demanda y el alto porcentaje de la generación de combustibles fósiles en la matriz, las emisiones del sector eléctrico de Indonesia aumentaron un 5,7 % (+10 millones de toneladas de CO2). Esta cifra es ligeramente inferior al aumento mundial de las emisiones del 7 % en 2021.

El carbón, el gas y la bioenergía satisficieron la mayor parte de la demanda adicional. La generación de carbón aumentó un 5 % (+9,1 TWh) y la generación de gas creció un 9,7 % (+5 TWh). La bioenergía subió un 21 % (+2,6 TWh). La energía hidroeléctrica registró un pequeño aumento en términos absolutos (+1,5 %, +0,4 TWh), tal como sucedió con las otras energías renovables (+2,2 %, +0,3 TWh). La generación de energía solar aumentó un 12 % (0,02 TWh), dados los niveles bajos de generación de energía solar de Indonesia. La generación de energía eólica cayó levemente un 6,4% (-0,03 TWh).

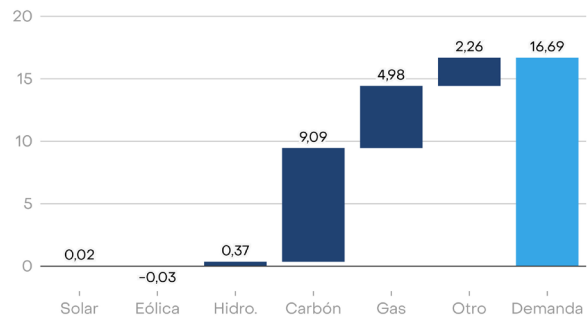
Cambios por parte del G20 en las emisiones del sector eléctrico

Cambio interanual en las emisiones de CO2 (%)



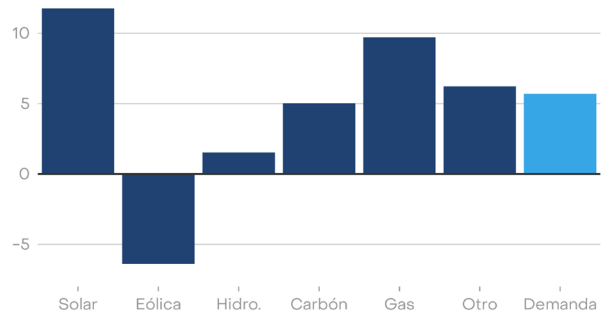
El cambio de Indonesia en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (TWh)



El cambio de Indonesia en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Tendencias a largo plazo

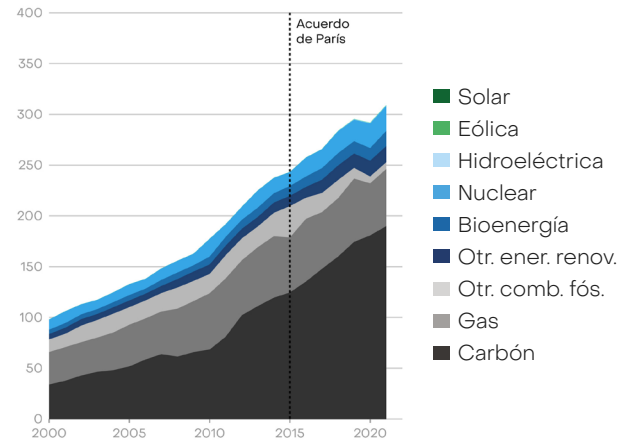
Indonesia ha tenido un fuerte crecimiento de la demanda durante las últimas dos décadas. La demanda de electricidad se ha más que triplicado desde 2000 (+216 %, +212 TWh), de solo 98 TWh en 2000 a 310 TWh en 2021. En el mismo periodo, la demanda a nivel mundial aumentó un 86 %. La intensidad de las emisiones de la producción de electricidad creció de 548 gCO₂/kWh en 2000 a 623 gCO₂/kWh en 2021, debido al aumento en el uso de energía a partir del carbón en la matriz eléctrica. Como consecuencia del crecimiento de la demanda y de la combinación de combustibles de mayor intensidad, las emisiones del sector eléctrico fueron casi cuatro veces mayores en 2021 (193 mtCO₂) que en 2000 (54 mtCO₂).

Desde el Acuerdo de París en 2015, las emisiones del sector eléctrico de Indonesia han aumentado un 26 % (+39 mtCO₂). El país ha reducido de manera significativa el uso de otros combustibles fósiles (principalmente el petróleo) para la generación de energía (-78 %, -24 TWh), pero un aumento en el uso de carbón desde 2015 (+52 %, +65 TWh) aún domina la trayectoria del sector eléctrico.

La transición de Indonesia hacia las energías eólica y solar está muy retrasada con respecto al promedio mundial. Solo el 0,2 % de la generación provino de dichas energías en 2021 (más que el 0 % en 2015). Durante este mismo periodo, el porcentaje de energía eólica y energía solar a nivel mundial aumentó del 4,6 % al 10,4 %.

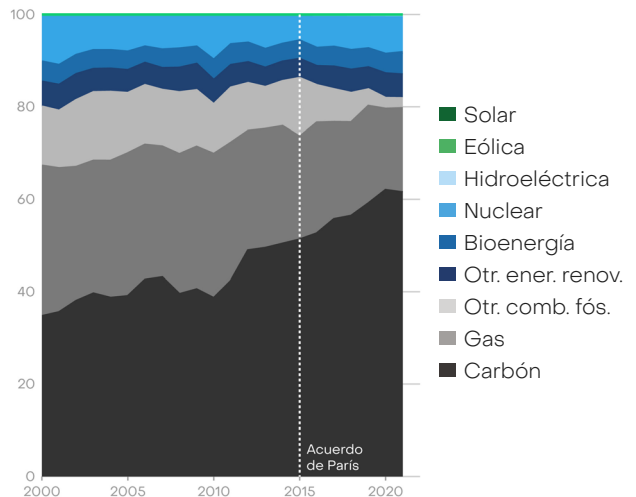
Generación de electricidad por parte de Indonesia

Generación de electricidad (TWh)



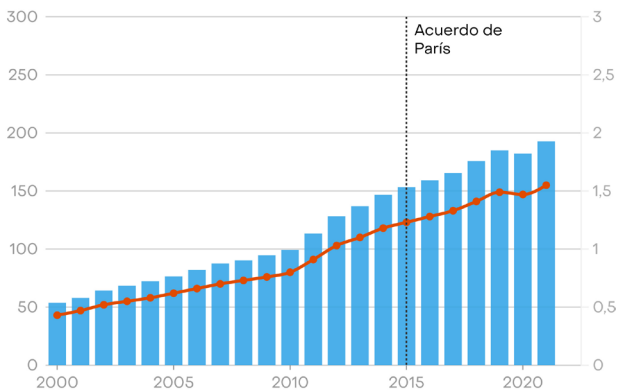
Matriz eléctrica de Indonesia

Porcentaje de electricidad (%)



Emisiones del sector eléctrico de Indonesia

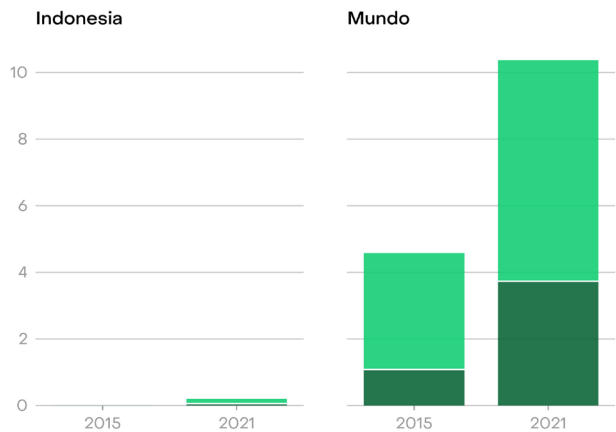
■ Emisiones (mtCO₂) — % de emisión mundial



Indonesia vs. el mundo: porcentaje de energía eólica y solar

Porcentaje de electricidad (%)

■ Solar ■ Eólica



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

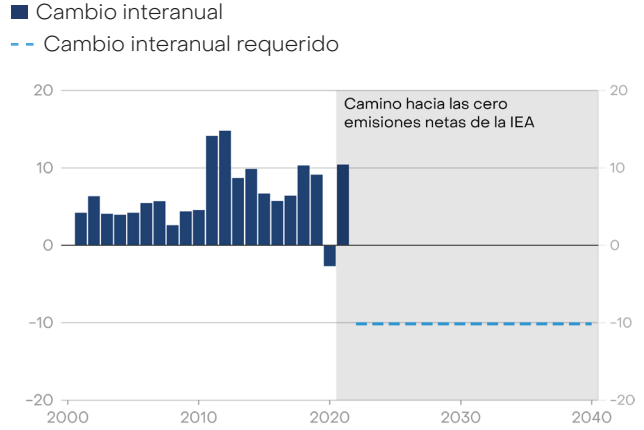
Progreso hacia las emisiones cero netas

A fin de lograr cero emisiones netas del sector eléctrico para 2040, en consonancia con el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#), las emisiones en Indonesia deben disminuir en 10 millones de toneladas por año. Esto contrasta con un aumento anual promedio en las emisiones del sector eléctrico de 6,5 millones de toneladas que el país ha tenido desde 2015. El uso continuo de carbón para responder a la nueva demanda de electricidad y el lento desarrollo de la energía eólica y la energía solar son obstáculos importantes que Indonesia debe superar.

En 2022, Indonesia aseguró una [Asociación para una Transición Energética Justa \(JETP\)](#), que proporcionará 20 000 millones de dólares durante los próximos tres a cinco años para acelerar la transición de energía justa. Un [análisis de Ember](#) muestra que el compromiso de la JETP de recortar las emisiones del sector eléctrico a 290 millones de toneladas de CO2 es ampliamente coherente con el escenario de compromisos anunciados de la [IEA](#), que está en consonancia con el objetivo del gobierno de alcanzar cero emisiones netas en todos los sectores para 2060. Sin embargo, se queda corto respecto al camino más ambicioso de la IEA, el camino de cero emisiones netas.

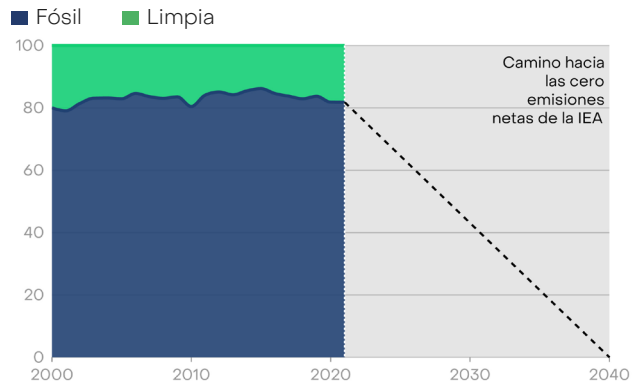
Emisiones del sector eléctrico de Indonesia

Cambio interanual (millones de toneladas)



Matriz eléctrica de Indonesia

Porcentaje de electricidad (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Irán

Tendencias sobre electricidad 2022



Irán es el décimo emisor mundial de CO₂ más grande del sector eléctrico, responsable de 183 millones de toneladas de CO₂ en 2022 o del 1,5% del total de las emisiones mundiales provenientes de la generación de electricidad.

Irán genera alrededor del 94 % de su electricidad a partir de combustibles fósiles: 79 % (294 TWh) del gas, 15 % (54 TWh) de otros combustibles fósiles y 0,2 % (0,7 TWh) del carbón. La energía hidroeléctrica ahora conforma el 4,5 % (17 TWh) y la energía nuclear, el 1 % (3,5 TWh). Las energías eólica y solar solo constituyen el 0,5% (1,8 TWh) de la matriz eléctrica.

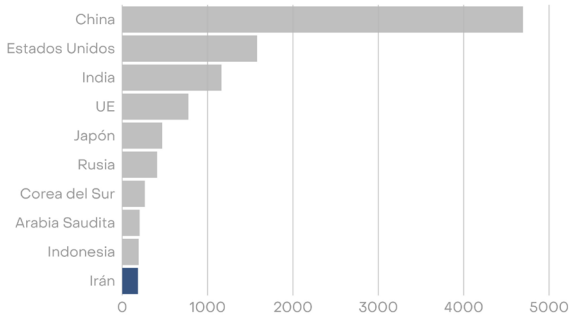
La electricidad de Irán tiene una intensidad de las emisiones de 494 gCO₂/kWh, superior al promedio a nivel mundial de 436 gCO₂/kWh. La demanda per cápita anual es de 4,2 MWh, la cual también es mayor que el promedio a nivel mundial de 3,6 MWh. Las emisiones per cápita de Irán son casi un tercio más altas que el promedio a nivel mundial, con 2,1 toneladas de CO₂ per cápita, en comparación con 1,6 toneladas a nivel mundial.

Al ser el décimo mayor emisor del sector eléctrico a nivel mundial, los esfuerzos por reducir las emisiones a través del desarrollo de energía eólica, energía solar y otras fuentes de electricidad limpia pueden tener un gran impacto en el esfuerzo a nivel mundial por alcanzar las cero emisiones netas para 2050.

Contexto global

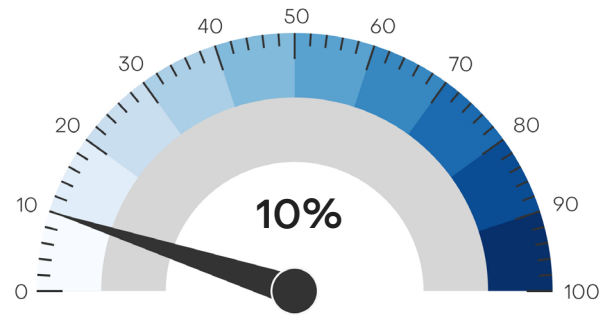
Principales emisores del sector eléctrico

Emisiones de CO2 per cápita (millones de toneladas)



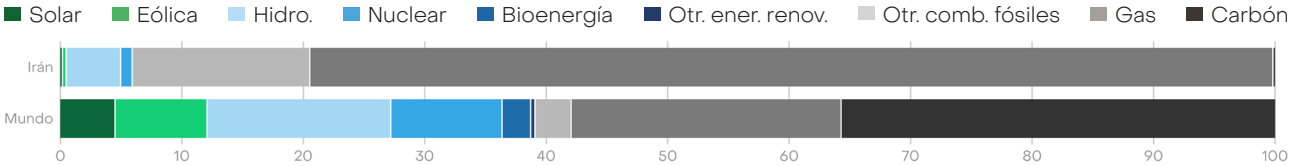
Electrificación de Irán

La electricidad como un porcentaje de consumo final de energía (%)



Irán vs. el mundo: matriz eléctrica

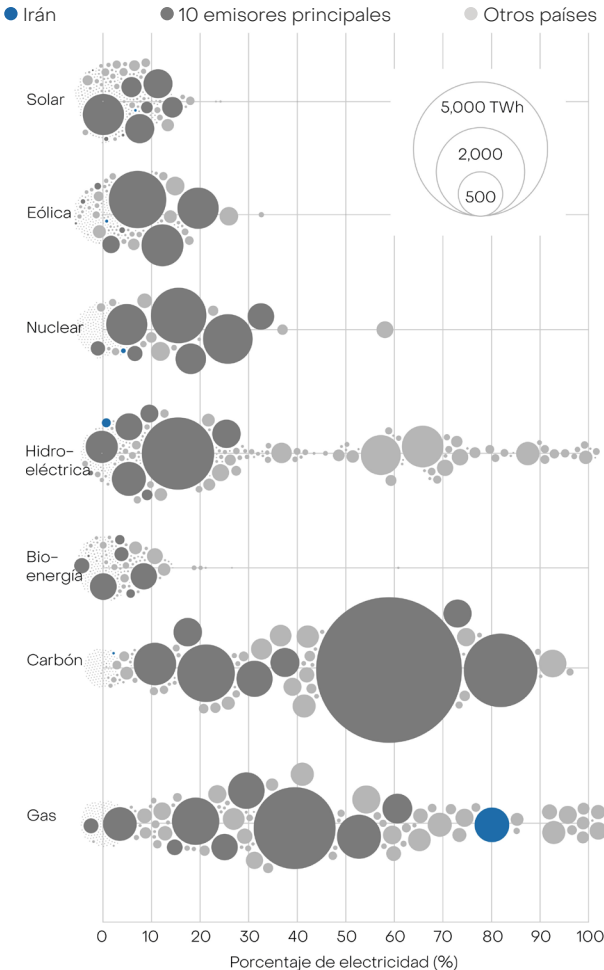
Porcentaje de electricidad (%)



Irán vs. el mundo: fuentes de electricidad

Porcentaje de electricidad (%)

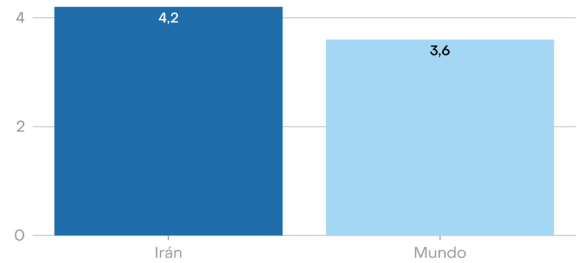
El tamaño de la burbuja representa la generación de electricidad (TWh)



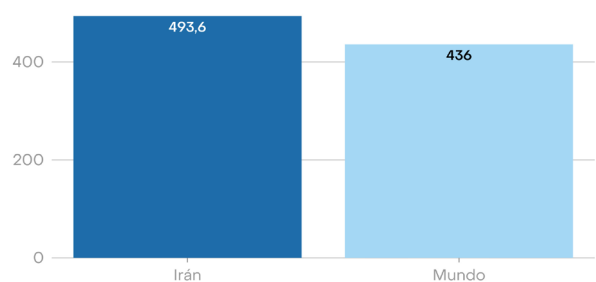
Irán vs. el mundo: emisiones y demanda

● Irán ● Mundo

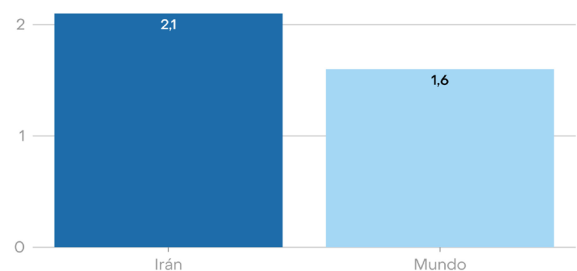
Demanda per cápita (MWh)



Intensidad del CO2 (gCO2/kWh)



Emisiones de CO2 per cápita (toneladas)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Cambio en 2022

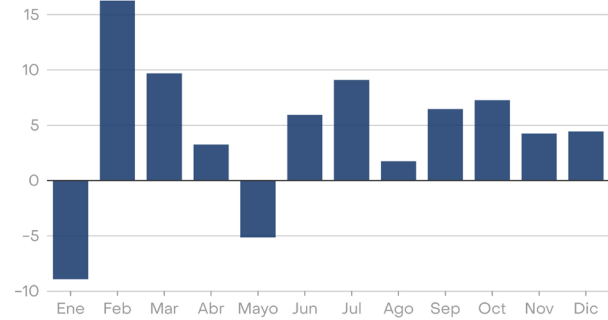
La demanda de electricidad de Irán subió un 4,4 % en 2022 (+15,7 TWh). Esto fue significativamente mayor que el aumento en la demanda a nivel mundial del 2,6 %, pero solo ligeramente superior a la tasa de crecimiento de la demanda promedio del 4 % del periodo 2010–2021 en Irán.

Debido a la gran dependencia de los combustibles fósiles y al aumento en la demanda, las emisiones del sector eléctrico de Irán aumentaron un 3,8 % en 2022 (+6,7 millones de toneladas de CO2), muy por encima del aumento de las emisiones del sector eléctrico mundial, que fue del 1,3 %.

La generación de gas tuvo el mayor aumento en términos absolutos con 5.7 TWh (+2 %). Los otros combustibles fósiles tuvieron el mayor incremento del porcentaje con un 12 % (+5,6 TWh). El gas, junto con otros combustibles fósiles, cubrió el 72 % del aumento en la demanda. La energía hidroeléctrica también subió un 12 % (+1,7 TWh) y cubrió el 11 % del aumento en la demanda de electricidad. El resto del aumento en la demanda quedó cubierto por importaciones netas, que aumentaron 2,8 TWh.

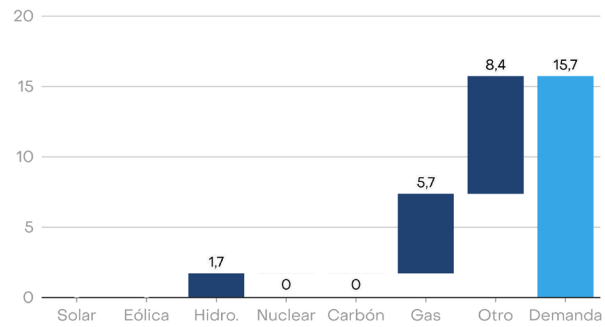
Cambios mensuales de Irán en las emisiones

Cambio interanual en las emisiones de CO2 (%)



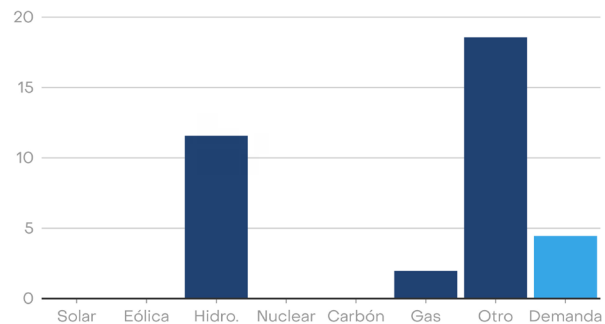
El cambio de Irán en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (TWh)



El cambio de Irán en la generación de electricidad

Cambio interanual en la generación (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Tendencias a largo plazo

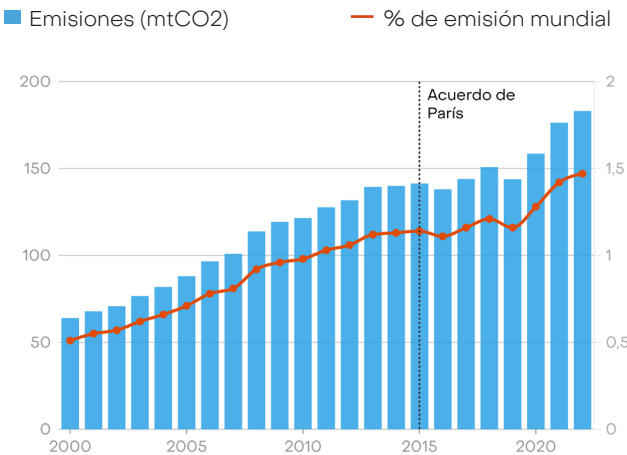


La demanda de electricidad en Irán ha crecido un 212 % (+251 TWh) en las últimas dos décadas, de 119 TWh en 2000 a 370 TWh en 2022. Esto es considerablemente más rápido que el aumento de la demanda mundial del 90 % durante el mismo periodo. La intensidad de las emisiones en 2022 (494 gCO₂/kWh) estuvo apenas por debajo de los niveles de 2000 (535 gCO₂/kWh), debido a aumentos en la energía hidroeléctrica y la energía eólica y la introducción de la energía solar en la matriz. A causa de la red con predominio de combustibles fósiles, el total de las emisiones anuales del sector eléctrico aumentó un 187 % (+119 millones de toneladas de CO₂) durante el mismo periodo, prácticamente en consonancia con el aumento de la demanda.

Desde el Acuerdo de París en 2015, las emisiones del sector eléctrico en Irán han subido un 29 % (+42 millones de toneladas de CO₂). El incremento en la demanda desde 2015 se ha cubierto principalmente con la generación de gas, que aumentó un 42 % (+87 TWh) para satisfacer la creciente demanda de electricidad. Al mismo tiempo, la energía hidroeléctrica aumentó un 25 % (+3,4 TWh) y la energía nuclear creció apenas un 1,1 % (+0,04 TWh); en consecuencia, hubo un desplazamiento de otros combustibles fósiles, que cayeron un 3,5 % (-2 TWh) en el mismo periodo.

La transición de Irán hacia las energías eólica y solar es significativamente más lenta que el promedio a nivel mundial. Dichas energías ahora representan el 0,5% de la producción de electricidad, en comparación con solo el 0,05% de 2015. En comparación, el porcentaje de estas energías a nivel mundial aumentó del 4,6 % al 12,1 % en el mismo periodo.

Emisiones del sector eléctrico de Irán

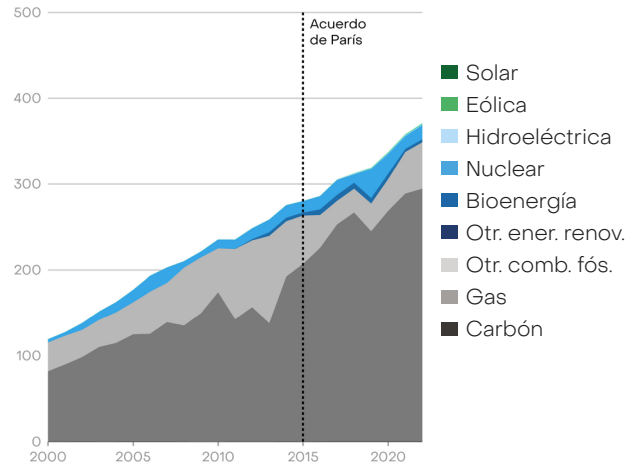


Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

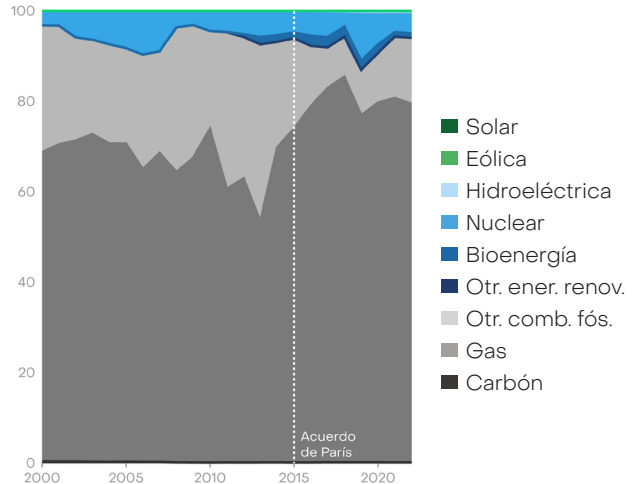
Generación de electricidad por parte de Irán

Generación de electricidad (TWh)



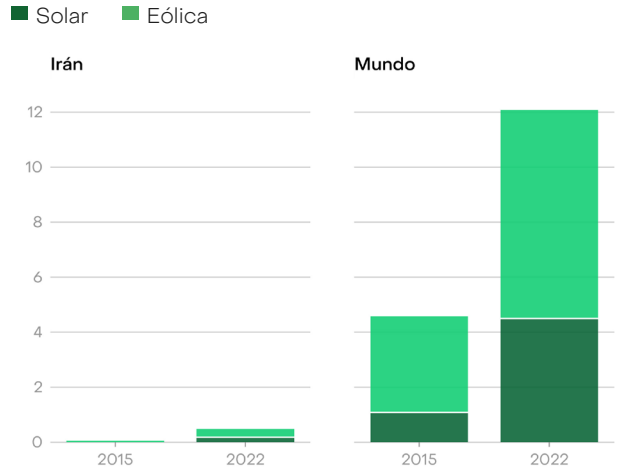
Matriz eléctrica de Irán

Porcentaje de electricidad (%)



Irán vs. el mundo: porcentaje de energía eólica y solar

Porcentaje de electricidad (%)



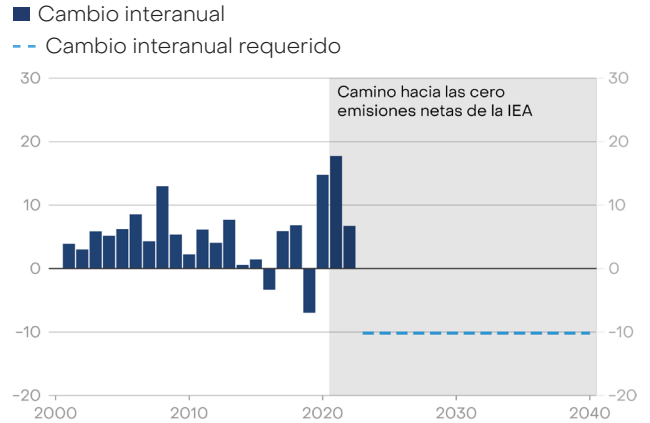
Progreso hacia las emisiones cero netas

Las emisiones del sector eléctrico en Irán deben reducirse a cero para 2040, en comparación con la cifra actual de 183 millones de toneladas de CO₂, para estar en consonancia con el [escenario de cero emisiones netas de la IEA](#). Teniendo en cuenta ese objetivo, las emisiones deben bajar 10 millones de toneladas por año y así se revertirá el aumento anual promedio de 6 millones de toneladas desde 2015.

Hasta el momento, Irán no ha definido una fecha meta para [alcanzar las cero emisiones netas](#). La matriz eléctrica actual está dominada por los combustibles fósiles (94 %). Aunque hubo planes de agregar [10 gigavatios](#) de capacidad de electricidad renovable entre 2022 y 2025, el país enfrenta dificultades para acceder a las finanzas debido a numerosas sanciones. [De acuerdo con algunos expertos](#), esto pone en peligro los proyectos de electricidad renovable.

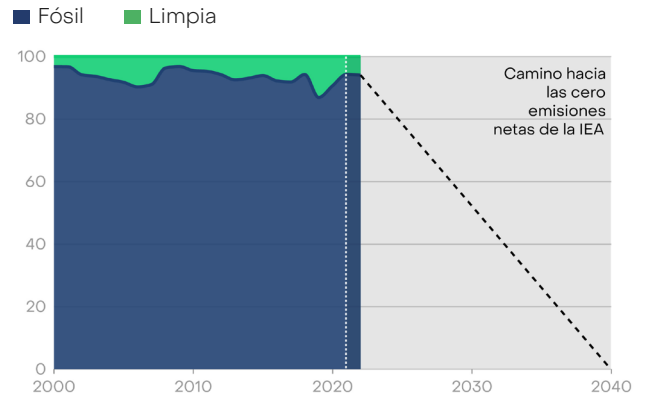
Emisiones del sector eléctrico de Irán

Cambio interanual (millones de toneladas)



Matriz eléctrica de Irán

Porcentaje de electricidad (%)



Fuente: Ember

Nota: Se utilizaron datos de 2022, cuando estaban disponibles, y si no, de 2021.

Conclusión

2022: un punto de inflexión en la transición eléctrica

El sector eléctrico aún no registra el descenso de las emisiones necesarias para llegar a 1,5 °C, pero el cambio llegará rápido.

Las emisiones aumentaron en 2022 aunque deberían de haber caído con rapidez. Para que las emisiones disminuyan, primero el aumento de la demanda debe cubrirse con fuentes de electricidad limpia. Luego, las fuentes de electricidad limpia deben seguir creciendo para reemplazar los combustibles fósiles y reducir las emisiones. Aunque esto no sucedió en el último año, existen señales fuertes de que 2022 fue un punto de inflexión en la transición eléctrica a nivel mundial. De ser así, 2022 podría ser el pico histórico de emisiones del sector eléctrico.

Tras la crisis energética y la preocupación por la seguridad del suministro debido a la invasión rusa a Ucrania, muchos gobiernos reconsideraron su dependencia en los combustibles fósiles. Este cambio podría tener un impacto duradero y fundamental en el ritmo de la transición energética a nivel mundial. Se les da prioridad a las energías eólica y solar no solo porque son limpias, sino también porque en muchos países son más económicas y más seguras que los combustibles fósiles. La [inversión](#) en tecnología de electricidad baja en carbono superó el billón de dólares en 2022 y, por primera vez, igualó a la inversión en combustibles fósiles. Si bien es una buena señal, la inversión debe triplicarse al final de esta década para que el mundo se encamine hacia los 1,5 °C.

Queda mucho por hacer para aprovechar el impulso del crecimiento de las energías eólica y solar. La reducción de los plazos de concesión de permisos y la resolución de los cuellos de botella en la conexión de red son parte de la solución. También, será crucial aumentar la financiación en el sector de la electricidad limpia, con la ayuda de los emisores históricos a las naciones en desarrollo para ayudarles en la transición del carbón a la electricidad limpia.

Actuar ahora aporta más beneficios. Invertir en energías renovables se amortizará rápidamente con electricidad más económica. Asimismo, asegurarse décadas con electricidad limpia antes de las cero emisiones netas habilitará los caminos más asequibles y efectivos para la descarbonización en toda la economía.

Sin embargo, la transición eléctrica todavía no avanza al ritmo requerido para evitar los peores efectos de la crisis climática.

Hay mucho por ganar si tenemos éxito, pero incluso mucho más por perder si fracasamos.

Materiales de apoyo

Metodología

Fuentes de información

Este informe analiza los datos anuales de generación e importación de electricidad de 215 países entre 2000 y 2021. Se incluyó la información de 2022 de 78 países, que representan el 93 % de la demanda de energía mundial. La información se recopila de registros de datos de varios países (Administración de Información Energética [EIA], Eurostat, BP), así como también de fuentes nacionales (p. ej., información sobre China de la Oficina Nacional de Estadística). La última información sobre la generación anual se calcula con los datos de generación mensual. La información sobre la capacidad anual se recopiló de GEM, la IRENA y el Instituto de Recursos Mundiales (WRI). Se puede acceder a una metodología detallada [aquí](#). Se puede consultar y descargar toda la información gratuitamente desde el sitio web de Ember.

Reconocimientos

Otros autores y colaboradores

Dave Jones, Hannah Broadbent, Nicolas Fulghum, Chelsea Bruce-Lockhart, Reynaldo Dizon, Phil MacDonald, Charles Moore, Alison Candlin, Uni Lee, Libby Copsey, Sam Hawkins, Matt Ewen, Bryony Worthington, Harry Benham, Michele Trueman, Muyi Yang, Aditya Lolla, Achmed Shahram Edianto, Paweł Czyżak, Sarah Brown, Chris Rosslowe, Richard Black

Revisión de pares en el Consejo Consultivo

Marion Bachelet (plataforma Pooled Fund on International Energy, [PIE]), Kingsmill Bond (instituto Rocky Mountain Institute, [RMI]), Krzysztof Bolesta (Comisión Europea), Toby Lockwood (organización Clean Air Task Force), Lauri Myllyvirta (centro de investigación Centre for Research on Energy and Clean Air), Oliver Then (vgbe energy e.V.), Scott Smouse (Enerconnex Global, LLC).



Ember

The Fisheries,
1 Mentmore Terrace,
London Fields,
E8 3PN

Correo electrónico

info@ember-climate.org

Twitter

[@EmberClimate](https://twitter.com/EmberClimate)

Facebook

[/emberclimate](https://www.facebook.com/emberclimate)