Estado del Clima Mundial 2024



TIEMPO CLIMA AGUA

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION

OMM-No. 1368

OMM-No. 1368

© Organización Meteorológica Mundial, 2025

La OMM se reserva el derecho de publicación en forma impresa, electrónica y en cualquier otro idioma. Podrán reproducirse sin autorización extractos breves de las publicaciones de la OMM, siempre que se indique claramente la fuente completa. La correspondencia editorial y las solicitudes de publicación, reproducción o traducción total o parcial de esta publicación deben dirigirse a:

Presidente de la Junta de Publicaciones
Organización Meteorológica Mundial (OMM)
7 bis, avenue de la Paix
Apartado de correos 2300
publications@wmo.int CH-1211 Ginebra 2, Suiza

Tel.: +41 (0) 22 730 84 03
Correo electrónico:

ISBN 978-92-63-11368-5

Ilustración de portada de Adobe Stock por Richie Chan: Paisaje de la aldea de Ghandruk cerca de Pokhara en Nepal

Las denominaciones empleadas en las publicaciones de la OMM y la presentación del material que contiene no implican la expresión de juicio alguno por parte de la OMM sobre la condición jurídica de ningún país, territorio, ciudad o zona, ni de sus autoridades, ni sobre la delimitación de sus fronteras o límites.

La mención de empresas o productos específicos no implica que la OMM los apruebe o recomiende con preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionen ni anuncien.

Los hallazgos, interpretaciones y conclusiones expresados en las publicaciones de la OMM con autores nombrados pertenecen exclusivamente a los autores y no reflejan necesariamente los de la OMM o sus Miembros.

Contenido

Prefacio ..... **Ii**

Indicadores clave **1**

Dióxido de carbono atmosférico 1

Temperatura media mundial cerca de la superficie 3

Contenido de calor oceánico 5

Nivel medio mundial del mar 7

pH del océano 9

Balance de masa glaciar 11

Extensión del hielo marino 13

Impulsor del clima – El Niño–Oscilación del Sur **15**

Patrones globales de temperatura y precipitación **17**

Temperatura 17

Precipitación 18

Eventos de alto impacto **19**

Monitoreo de la temperatura global para el Acuerdo de París **21**

Anomalías de la temperatura media superficial mundial en 2023/2024: Hacia la comprensión de los factores que influyen **23**

Conjuntos de datos y métodos **25**

Lista de colaboradores **31**

Notas **34**

Necesitamos tus comentarios

Este año, el equipo de la OMM ha puesto en marcha un proceso para recabar comentarios sobre los *informes sobre el estado del clima* y las áreas que pueden mejorarse. Una vez que haya terminado de leer la publicación, le pedimos que tenga la amabilidad de darnos su opinión respondiendo a esta breve encuesta. Su aporte es muy apreciado.

Prefacio



La temperatura media mundial cercana a la superficie promediada anualmente en 2024 fue de 1,55 °C ± 0,13 °C por encima de la media de 1850-1900. Este es el año más cálido en el registro de observación de 175 años, superando el récord anterior establecido solo el año anterior. Si bien un solo año por encima de 1,5 °C de calentamiento no indica que los objetivos de temperatura a largo plazo del Acuerdo de París estén fuera de alcance, es una llamada de atención de que estamos aumentando los riesgos para nuestras vidas, economías y el planeta.

A lo largo de 2024, nuestros océanos siguieron calentándose, el nivel del mar siguió subiendo y la acidificación aumentó. Las partes congeladas de la superficie de la Tierra, conocidas como criosfera, se están derritiendo a un ritmo alarmante: los glaciares continúan retrocediendo y el hielo marino de la Antártida alcanzó la segunda extensión más baja jamás registrada. Mientras tanto, el clima extremo sigue teniendo consecuencias devastadoras en todo el mundo.

En respuesta, la OMM y la comunidad mundial están intensificando sus esfuerzos para fortalecer los sistemas de alerta temprana y los servicios climáticos a fin de ayudar a los responsables de la toma de decisiones y a la sociedad en general a ser más resilientes a los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos. Estamos avanzando, pero tenemos que ir más allá y tenemos que ir más rápido. Solo la mitad de los países del mundo cuentan con sistemas adecuados de alerta temprana contra amenazas múltiples. Esto debe cambiar.

La inversión en los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales es más importante que nunca para enfrentar los desafíos y construir comunidades más seguras y resilientes. La información y el conocimiento científicos fidedignos son necesarios para fundamentar la toma de decisiones en nuestro mundo que cambia rápidamente , y este informe proporciona la última actualización basada en la ciencia sobre el estado de nuestro conocimiento de los indicadores climáticos clave.



(Prof. Celeste Saulo)
Secretary-General

Indicador clave

Dióxido de carbono atmosférico

MENSAJES CLAVE

- En 2023, las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, así como las de metano y óxido nitroso, alcanzaron los niveles más altos de los últimos 800 000 años.
- Los datos en tiempo real de lugares específicos muestran que los niveles de estos tres principales gases de efecto invernadero continuaron aumentando

ESTADO DEL INDICADOR

La fracción molar media anual mundial de dióxido de carbono (CO2) en la atmósfera, la concentración atmosférica, alcanzó un nuevo máximo observado en 2023, el último año para el que se dispone de cifras anuales mundiales consolidadas (Figura 1). Con 420,0 ± 0,1 partes por millón (ppm), la concentración en 2023 fue 2,3 ppm más que en 2022 y 151% de la concentración preindustrial (en 1750).[1] La concentración de 420 ppm corresponde a 3 276 Gt de CO2 en la atmósfera.

Entre el 1 de enero de 2023 y el 31 de diciembre de 2023, la concentración de CO2 aumentó un 2,8 ppm, el cuarto mayor cambio interanual desde que comenzaron las mediciones modernas de CO2 en la década de 1950. La tasa de crecimiento suele ser más alta durante las condiciones de El Niño debido a un aumento general de las emisiones de incendios y a la reducción de los sumideros netos de carbono terrestre (véase Factor climático – El Niño-Oscilación del Sur).

Las concentraciones de metano (CH4) y óxido nitroso (N2O), otros dos gases de efecto invernadero clave, también alcanzaron niveles récord observados en 2023. La concentración de CH4 alcanzó 1 934 ± 2 partes

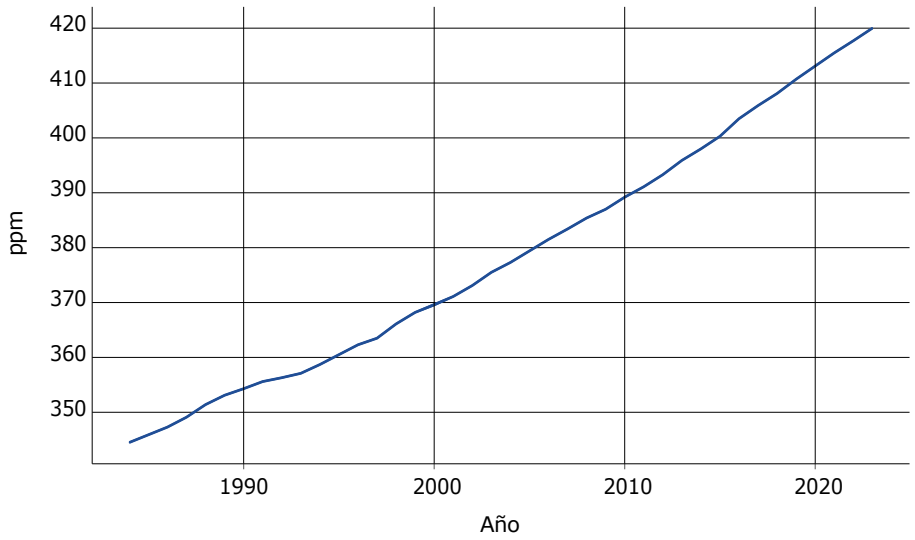


Figura 1. Promedio anual mundial de la fracción molar de dióxido de carbono en la atmósfera desde 1984 hasta 2023 en partes por millón (ppm)

Fuente: Los datos proceden del Centro Mundial de Datos sobre Gases de Efecto Invernadero (WDCGG). Consulte Conjuntos de datos y métodos.

por billón (ppb), el 265% de los niveles preindustriales, y el de N2O alcanzó los 336,9 ± 0,1 ppb, el 125% de los niveles preindustriales. Los datos en tiempo real muestran que los niveles de CO2, CH4 y N2O siguieron aumentando en 2024.

ANTECEDENTES DEL INDICADOR

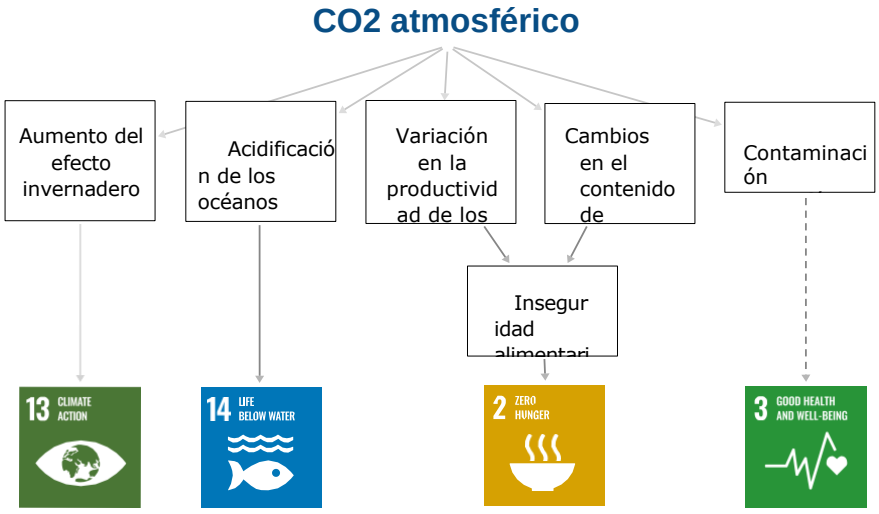
El aumento de la concentración de CO2 en la atmósfera causado por el hombre es el mayor impulsor del cambio climático. El CO2 representa alrededor del 66% del forzamiento radiativo de todos los gases de efecto invernadero de larga vida desde 1750 y alrededor del 79% del aumento en la última década.[2] Las concentraciones atmosféricas actuales de CO2 son más altas que en cualquier otro momento en al menos 2 millones de años.[3] Las concentraciones de CH4 y N2O son más altas que en cualquier otro momento en al menos 800 000 años.

Las concentraciones de gases de efecto invernadero que se presentan aquí (Figura 1) se estiman a partir de mediciones realizadas a través de una red coordinada a nivel mundial que abarca el período 1984-2023. Las concentraciones preindustriales (en 1750) se estiman utilizando el aire atrapado en los núcleos de hielo.

Las concentraciones atmosféricas de CO2 reflejan un equilibrio entre las fuentes y los sumideros de CO2. Las fuentes antropogénicas de CO2 están relacionadas con la quema de combustibles fósiles y la producción de cemento , junto con cambios en el uso de la tierra, como la deforestación. Los sumideros de CO2 incluyen la absorción por la vegetación y el océano.

La porción de CO2 emitida por las actividades humanas que permanece en la atmósfera se conoce como fracción transportada por el aire. Varía de un año a otro debido a la gran variabilidad natural de los sumideros de CO2, en particular los terrestres. Las fuentes naturales y los sumideros de CO2 también se ven afectados por el cambio climático a través del aumento de la temperatura y los cambios en las precipitaciones y la susceptibilidad a la quema de biomasa.

Durante el período 2014-2023, el 48% de las emisiones totales de las actividades humanas permanecieron en la atmósfera, lo que impulsó el aumento de la concentración atmosférica. El sumidero oceánico estimado representó el 26% de las emisiones y el sumidero terrestre estimado representó el 30%.[4]



Indicador clave

Temperatura media mundial cerca de la superficie

MENSAJES CLAVE

- La temperatura media mundial cercana a la superficie promediada anualmente en 2024 fue 1,55 °C ± 0,13 °C por encima de la media de 1850-1900 utilizada para representar las condiciones preindustriales.
- El año 2024 fue el más cálido en el registro observacional de 175 años, superando claramente el año más cálido anterior, 2023, con 1,45 °C ± 0,12 °C por encima del promedio de 1850-1900.
- En cuanto a la temperatura media mundial, cada uno de los últimos diez años, 2015-

ESTADO DEL INDICADOR

La temperatura media mundial cercana a la superficie promediada anualmente en 2024 fue de 1,55 °C ± 0,13 °C por encima de la media de 1850-1900. El año 2024 fue el año más cálido en los 175 años de registro observacional. El año más cálido anterior fue 2023 con una anomalía de 1,45 °C ± 0,12 °C. Cada uno de los últimos diez años, 2015-2024, fueron individualmente los diez años más cálidos registrados. El análisis se basa en una síntesis de seis conjuntos de datos de temperatura global (Figura 2).

Un solo año con una temperatura media mundial anual superior a 1,5 °C por encima de la media de 1850-1900 no indica que hayamos superado los niveles de calentamiento del Acuerdo de París (véase Seguimiento de la temperatura mundial para el Acuerdo de París).

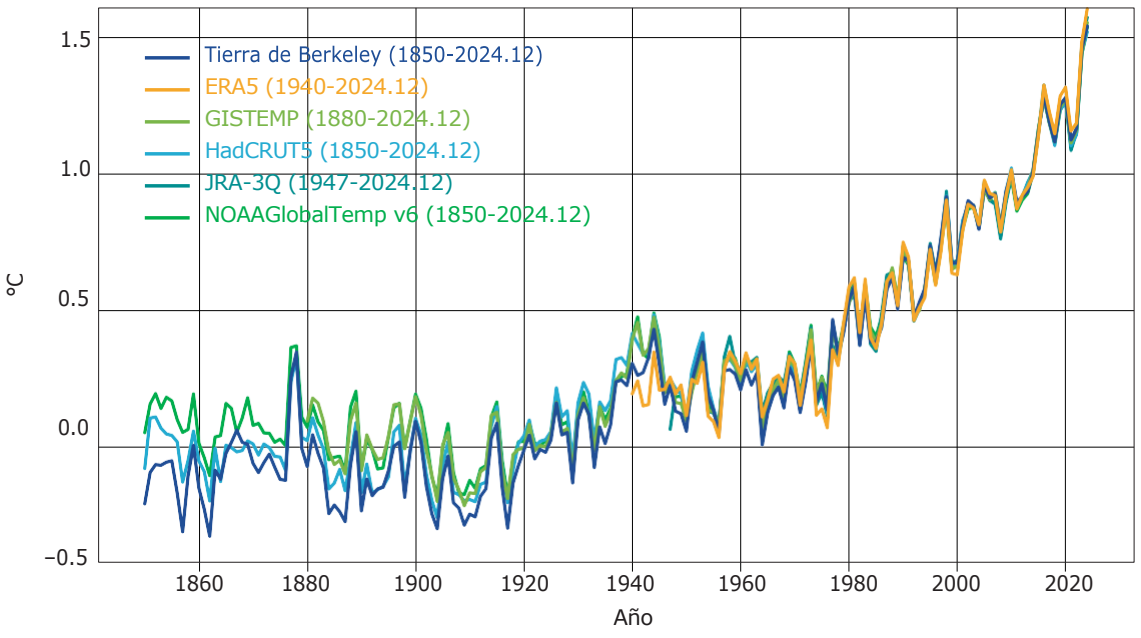


Figura 2. Anomalías de la temperatura media mundial anual en relación con una línea de base preindustrial (1850-1900) mostradas desde 1850 hasta 2024

Fuente: Los datos proceden de los seis conjuntos de datos indicados en la leyenda. Para obtener más información, consulte Conjuntos de datos y métodos.

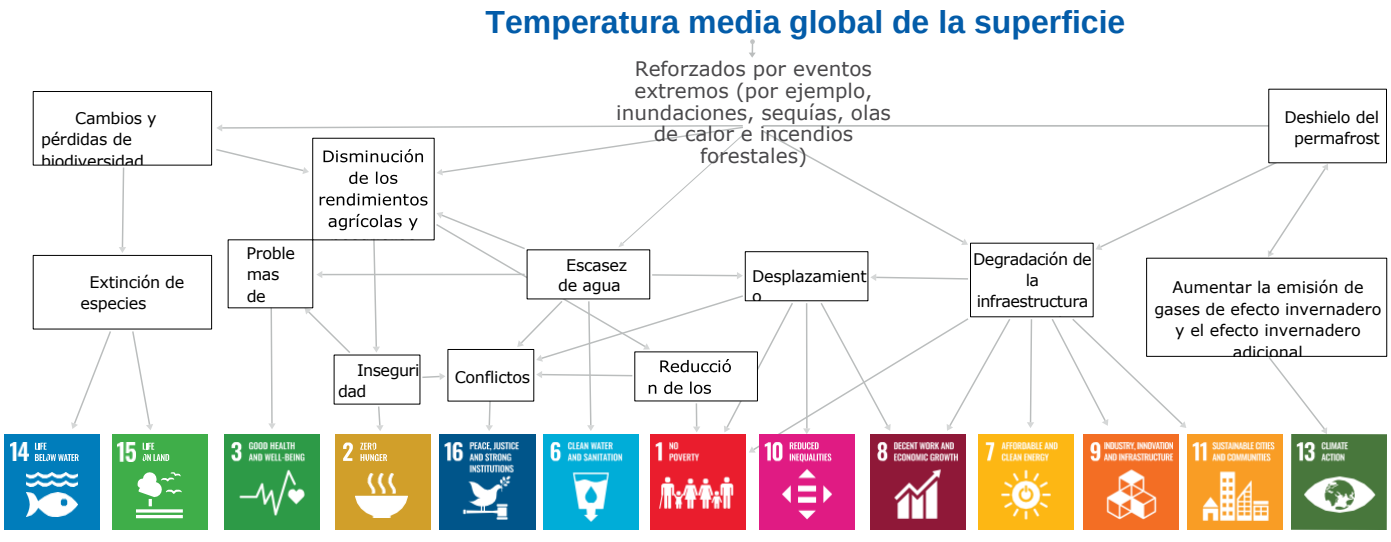
La temperatura media mundial en 2024 se vio impulsada por un fuerte fenómeno de El Niño, que alcanzó su punto máximo a principios de año. Sin embargo, las temperaturas ya se encontraban en niveles récord en 2023 (véase el recuadro sobre Anomalías de la temperatura media superficial mundial en 2023/2024). En todos los meses entre junio de 2023 y diciembre de 2024, las temperaturas medias mundiales mensuales superaron todos los récords mensuales anteriores a 2023.

ANTECEDENTES DEL INDICADOR

La temperatura media global cerca de la superficie es un índice de la temperatura cerca de la superficie de la Tierra promediada en toda su superficie. Se estima utilizando la temperatura del aire medida en estaciones meteorológicas a una altura de alrededor de 1,5 a 2 m y las temperaturas de la superficie del mar medidas por barcos y boyas oceánicas. Los datos se controlan por calidad y se corrigen los cambios en la forma en que se midieron las temperaturas, luego se llenan los vacíos utilizando métodos estadísticos. La temperatura media mundial también puede calcularse mediante reanálisis, que utilizan un sistema de predicción meteorológica para combinar muchos tipos de mediciones, incluidas las mediciones por satélite. Las estimaciones basadas en reanálisis son representativas de la temperatura del aire en la tierra y el océano.

En este informe se utilizaron seis conjuntos de datos, incluidos dos reanálisis, para evaluar la temperatura global (véase Conjuntos de datos y métodos). En conjunto, cubren el período desde 1850 hasta el presente, aunque no todos los conjuntos de datos cubren todo el período desde 1850 (Figura 2). Hay pequeñas diferencias entre las series, y muestran en gran medida las mismas variaciones durante el período en el que se superponen. Las diferencias son mayores al principio del registro, lo que lleva a pequeñas diferencias en su evaluación del cambio a largo plazo (alrededor de 0,1 °C). Estas diferencias se tienen en cuenta en las estimaciones de incertidumbre de las anomalías en relación con 1850-1900.

La temperatura media mundial es la base del objetivo de temperatura a largo plazo del Acuerdo de París.Sin embargo, generalmente se considera que el Acuerdo de París se refiere a cambios a largo plazo (decenales o más largos) y no a años individuales. Un resumen de los problemas se puede encontrar en la barra lateral Monitoreo de la temperatura global para el Acuerdo de París.



Indicador clave

Contenido de calor oceánico

MENSAJES CLAVE

- En 2024, el contenido de calor oceánico alcanzó el nivel más alto en el registro de observación de 65 años , superando el récord anterior establecido en 2023.
- En los últimos ocho años, cada año se ha establecido un nuevo récord para el contenido de calor oceánico.
- La tasa de calentamiento de los océanos en las últimas dos décadas, 2005-2024, es más del doble de la observada durante el período 1960-2005.

ESTADO DEL INDICADOR

En 2024, el contenido de calor oceánico global observado estableció un récord, superando el récord anterior establecido en 2023 en 16 ± 8 ZJ (Figura 3). En los últimos ocho años, cada año se ha establecido un nuevo récord para el contenido de calor oceánico. Los discos instrumentales comienzan alrededor de 1960.

La tasa de calentamiento de los océanos en las últimas dos décadas (2005-2024), 0,99-1,07 W $^{m-2}$ o 11,2-12,1 ZJ por año, es más del doble de la observada durante el período 1960-2005 (0,27-0,34 W m^{-2} o 3,1-3,9 ZJ por año).

El último informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) concluyó que era prácticamente seguro que el contenido de calor de los océanos había aumentado desde la década de 1970 y que era muy probable que el principal impulsor fuera la influencia humana. Sobre la base de los conjuntos de datos utilizados aquí, el contenido de calor oceánico global aumentó a un ritmo de 0,6 ± 0,1 W m^{-2} (6,8 ZJ por año) en promedio en el área del océano desde 1971 hasta 2024, lo que coincide con el informe del IPCC.[5]

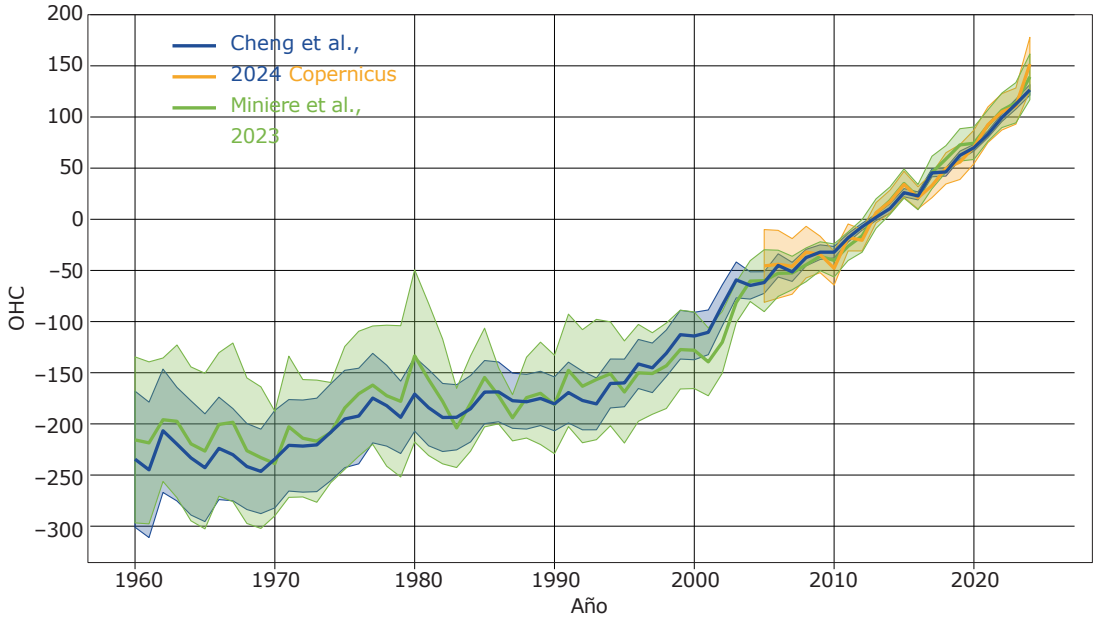


Figura 3. Contenido anual de calor oceánico global hasta 2000 m de profundidad para el período 1960-2024, en zettajulios (1021 J). El área sombreada indica el rango de incertidumbre de 2 sigma en cada estimación. Para obtener más información, consulte

Conjuntos de datos y métodos.

ANTECEDENTES DEL INDICADOR

El calentamiento oceánico observado indica que la Tierra está actualmente fuera de equilibrio energético. La tasa de calentamiento revela la rapidez con la que el sistema terrestre está atrapando el excedente de energía en forma de calor procedente de los forzamientos climáticos. Alrededor del 5% de ese excedente de energía está calentando la tierra, el 1% está calentando la atmósfera y el 4% está calentando y derritiendo la criosfera. Sin embargo, la mayoría, alrededor del 90%, se destina al calentamiento del océano.[6] El indicador del contenido de calor de los océanos es, por lo tanto, un indicador clave del cambio climático.

La integración de las temperaturas oceánicas desde la superficie hasta las profundidades oceánicas, normalmente hasta 2000 m, proporciona una medida del contenido de calor oceánico.[7,8] Las temperaturas oceánicas han sido medidas por barcos de investigación durante más de un siglo, pero las observaciones son demasiado escasas para formar un promedio global antes de 1960. Desde la década de 1970 se han realizado mediciones adicionales utilizando dispositivos desechables lanzados desde barcos. Desde alrededor de 2005, las boyas autónomas Argo han proporcionado una cobertura casi global de hasta 2000 m.

Las series temporales del contenido de calor oceánico a escala global muestran que el océano global se está calentando claramente. Los cambios en la temperatura oceánica mundial son irreversibles en escalas de tiempo de centenario a milenio, y las proyecciones climáticas muestran que el calentamiento de los océanos continuará durante el resto del siglo XXI y más allá, incluso en escenarios de bajas emisiones.[9]

El calentamiento de los océanos tiene consecuencias de gran alcance, como la degradación de los ecosistemas marinos, la pérdida de biodiversidad y la reducción del sumidero de carbono de los océanos. Alimenta las tormentas tropicales y subtropicales y exacerba la pérdida de hielo marino en las regiones polares. El calentamiento de los océanos, junto con la pérdida de hielo en la tierra, está provocando el aumento del nivel del mar.[10]



Indicador clave

Nivel medio mundial del mar

MENSAJES CLAVE

- En 2024, el nivel medio del mar alcanzó un máximo histórico en el registro satelital (desde 1993 hasta la actualidad).
- La tasa de aumento del nivel medio del mar a nivel mundial en los últimos 10 años (2015-2024) fue más del doble de la tasa de aumento del nivel del mar en la primera década del registro satelital (1993-2002).

ESTADO DEL INDICADOR

La tasa de aumento del nivel del mar a largo plazo (Figura 4) se ha más que duplicado desde el inicio del registro satelital, pasando de 2,1 mm por año entre 1993 y 2002 a 4,7 mm por año entre 2015 y 2024. En 2024, el nivel medio del mar alcanzó un máximo histórico en el registro satelital (desde 1993 hasta la actualidad).

La variabilidad interanual del nivel medio del mar mundial en torno a la tendencia a largo plazo está correlacionada con El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). El aumento y descenso del nivel medio del mar a nivel mundial debido a El Niño y La Niña se debe a los cambios característicos en los patrones de precipitación que intercambian agua entre el océano y la tierra, así como a los cambios locales en el contenido de calor del océano.[11,12]

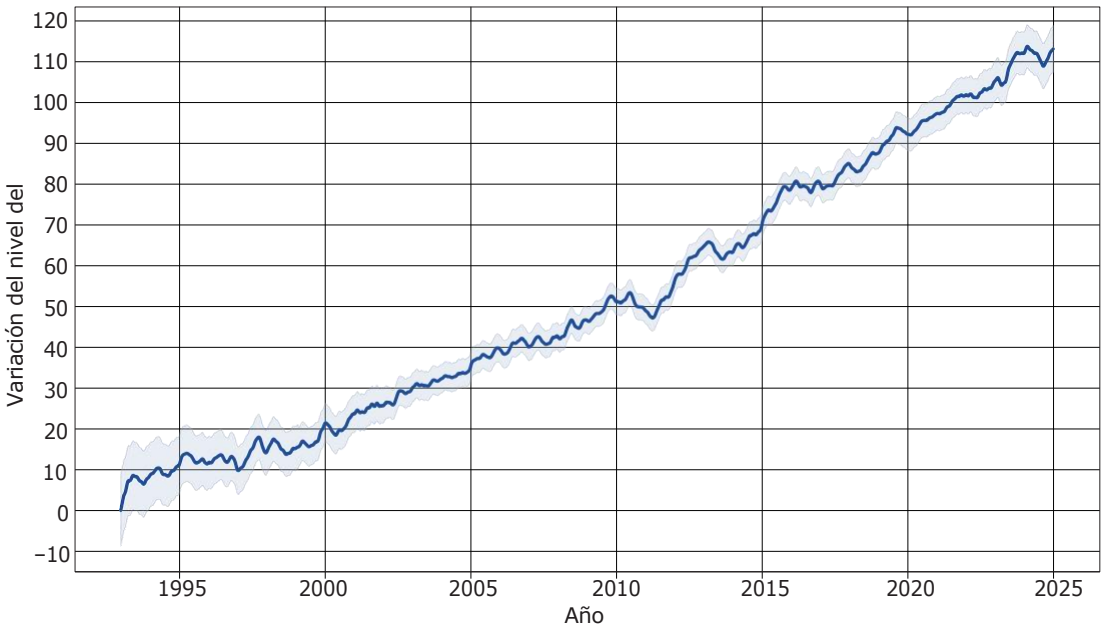


Figura 4. Variación estacional del nivel medio mundial del mar desde 1993 para 1993-2024. El ciclo estacional se ha eliminado de los datos. El área sombreada indica la incertidumbre.

Fuente: Datos de AVISO CNES. Para obtener más información, consulte Conjuntos de datos y métodos.

El fuerte fenómeno de El Niño de 2023/2024 elevó temporalmente el nivel medio mundial del mar en varios milímetros, alcanzando su punto máximo en el invierno de 2023/2024 en el hemisferio norte. El descenso temporal del nivel medio mundial del mar a principios de 2024 correspondió al fin de El Niño y al retorno a condiciones neutrales, aunque puede haber habido otros factores contribuyentes.

ANTECEDENTES DEL INDICADOR

El nivel medio del mar global se mide mediante satélites que utilizan altímetros de radar que registran el tiempo que tarda una señal de radar en llegar a la superficie del mar y regresar al satélite. Existen registros más largos del nivel medio global del mar basados en mediciones de mareógrafos realizadas a lo largo de las costas de todo el mundo desde finales del siglo XIX.

El calentamiento del océano hace que el agua se expanda y que el nivel medio del mar suba. El derretimiento del hielo en la tierra también contribuye al aumento del nivel del mar. Debido a que el calentamiento de los océanos continuará durante siglos, incluso si cesan las emisiones de gases de efecto invernadero, el nivel del mar seguirá aumentando en la misma escala de tiempo.

Los cambios en el nivel del mar tienen efectos de gran alcance en las zonas costeras y las comunidades. El aumento del nivel del mar provocará impactos en cascada y agravados13 que provocarán pérdidas de ecosistemas costeros y servicios ecosistémicos, salinización de las aguas subterráneas, inundaciones y daños a la infraestructura costera. Estos impactos se traducen en riesgos para los medios de vida, los asentamientos, la salud, el bienestar, la seguridad alimentaria e hídrica, así como para los valores culturales a corto y largo plazo.



Riesgos asociados al aumento del nivel del mar y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Indicador clave

pH del océano

MENSAJES CLAVE

- La acidificación de la superficie oceánica ha continuado en los últimos 39 años, como lo demuestra la disminución constante del pH medio mundial de la superficie oceánica.
- A nivel regional, la acidificación de los océanos no está aumentando de manera

ESTADO DEL INDICADOR

A nivel mundial, el pH de la superficie oceánica ha cambiado a un ritmo de −0,017 ± 0,001 unidades de pH por década durante el período 1985-2023 (Figura 5). El año 2023 es el último año del que hemos consolidado cifras globales. La disminución del pH se conoce como acidificación del océano. La tasa de cambio en el pH es consistente con la estimación del último informe del IPCC.[14]

A nivel regional, la acidificación de los océanos no ha sido uniforme. Las disminuciones más intensas en el pH de la superficie regional se observan en el Océano Índico, el Océano Austral, el Océano Pacífico ecuatorial oriental, el Pacífico tropical septentrional y algunas regiones del Océano Atlántico. En estas áreas, que representan el 47% del océano global muestreado, la superficie del océano se está volviendo más ácida a un ritmo más rápido que el promedio mundial.[15]

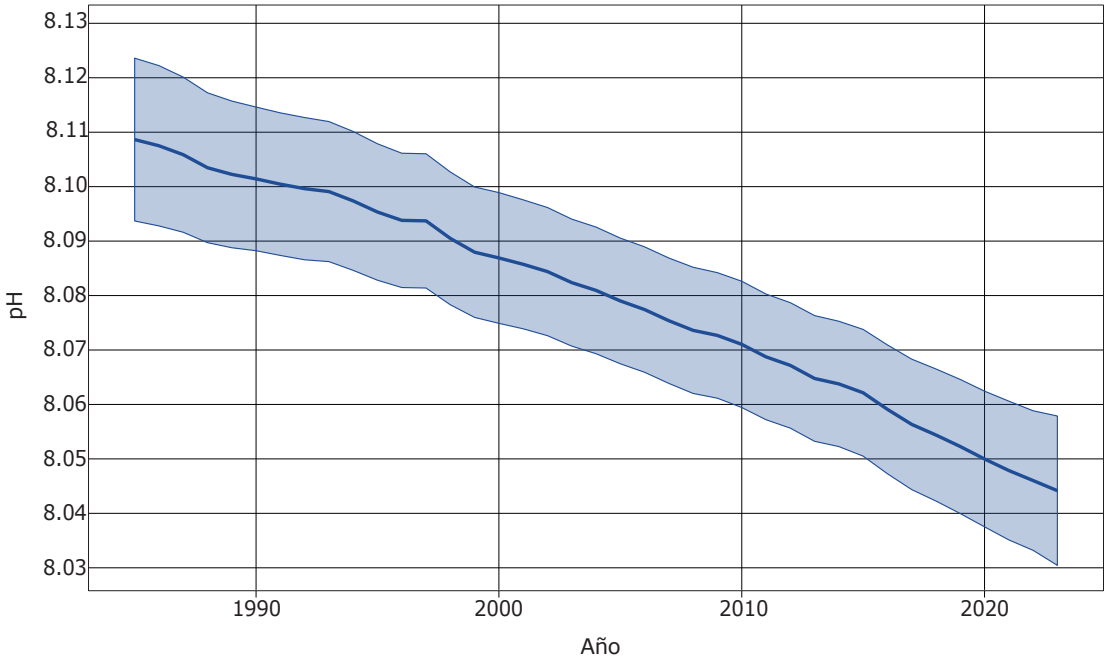


Figura 5. pH medio anual de la superficie del océano a nivel mundial: 1985 a 2023. La línea oscura es la estimación central y el área sombreada es el rango de incertidumbre.

Fuente: Datos del Servicio de Vigilancia del Medio Marino de Copernicus (CMEMS). Para obtener más información, consulte Conjuntos de datos y métodos.

ANTECEDENTES DEL INDICADOR

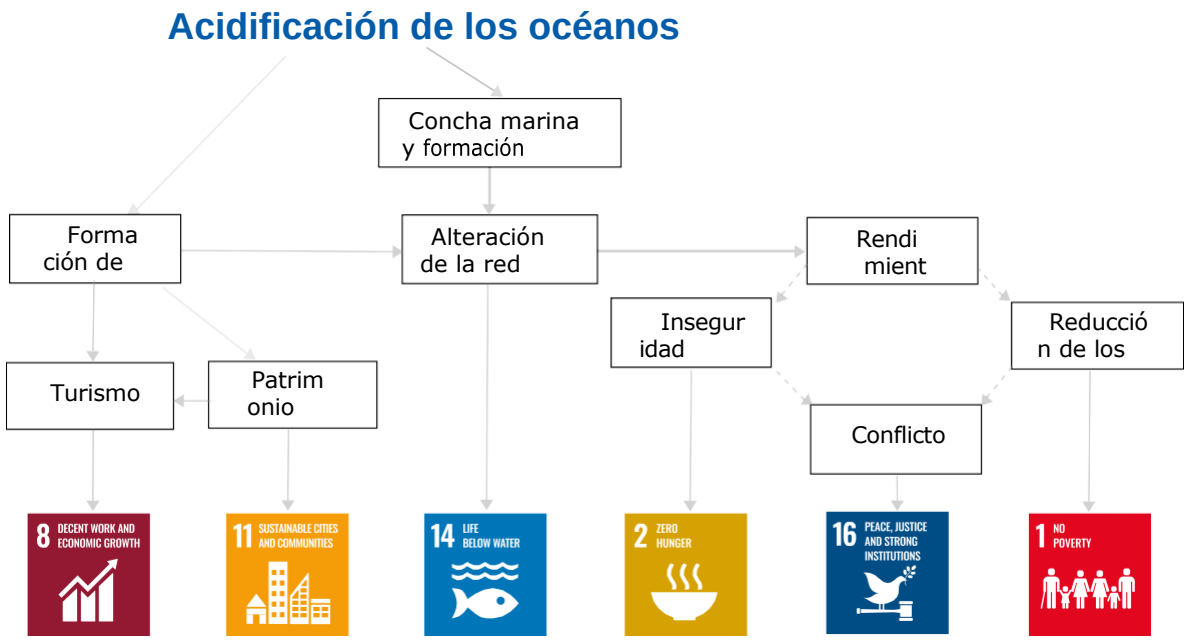
Alrededor de una cuarta parte del CO2 emitido por las actividades humanas durante la década 2014-2023 fue absorbido por el océano.[16] Este proceso ha causado un cambio en la química de carbonatos del océano, lo que lleva a una caída en el pH. El pH del océano está por encima de 7, por lo que el agua del océano permanece ligeramente alcalina, pero la disminución observada en el pH se conoce como acidificación del océano.

Las proyecciones climáticas muestran que la acidificación de los océanos seguirá aumentando en el siglo XXI , a tasas que dependerán de las emisiones futuras. Los cambios en el pH de las profundidades oceánicas son irreversibles en escalas de tiempo de centenarios a milenarios.[17]

Está bien establecido que la acidificación de los océanos está afectando a la vida marina. Las respuestas de los organismos marinos a los efectos compuestos de la acidificación, el calentamiento de los océanos y la desoxigenación se producen a diferentes niveles metabólicos para diferentes grupos, e incluyen el estrés respiratorio y la reducción de la tolerancia térmica.[18]

Ya se han observado claramente los efectos de la acidificación de los océanos en la superficie del hábitat, la biodiversidad, la función de los ecosistemas y los servicios de los ecosistemas, y la producción de alimentos procedentes de la acuicultura y la pesca de moluscos se ha visto afectada negativamente.[19]

Los arrecifes de coral de aguas cálidas y las costas rocosas dominadas por organismos inmóviles y calcificantes que producen conchas y esqueletos, como corales, percebes y mejillones, también se ven afectados por las temperaturas extremas y los cambios en el pH.[20] El seguimiento del pH de la superficie de los océanos se ha convertido en un elemento central de muchas iniciativas científicas internacionales y constituye una de las metas del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 14.



Riesgos asociados a la acidificación de los océanos y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Indicador clave

Balance de masa glaciar

MENSAJES CLAVE

- La pérdida de masa glaciar de 2021/2022 a 2023/2024 representa el balance de masa glaciar trienal más negativo registrado, y siete de los diez balances anuales de masa glaciar más negativos desde 1950 se han producido desde 2016.
- Se experimentaron balances de masa excepcionalmente negativos en Noruega, Suecia, Svalbard y los Andes tropicales.

ESTADO DEL INDICADOR

Los datos sobre el balance de masa de los glaciares (la cantidad de masa ganada o perdida por los glaciares) para el año hidrológico 2023/2024 (septiembre-agosto) aún no están completamente disponibles, pero las observaciones preliminares de aproximadamente el 90% de los datos de glaciares que se comunican anualmente al Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares indican que 2023/2024 fue otro año de balance de masa extremadamente negativo en todo el mundo (Figura 6).

Se experimentaron balances de masa excepcionalmente negativos en Noruega, Suecia, Svalbard y los Andes tropicales. Solo 2 de los 141 glaciares reportados hasta la fecha (de un total posible de alrededor de 160) tenían un balance de masa positivo, y el valor compuesto del subconjunto de 58 de alrededor de 60 glaciares de referencia mundial indica una pérdida de masa promedio consistente con el balance de masa excepcionalmente negativo de los años 2021/2022 y 2022/2023, proyectado para ser cercano a -1,1 metros de agua equivalente.

Esto continúa una tendencia de pérdida acelerada de masa glaciar en la década de 2020. Los últimos tres años (2021/2022-2023/2024) representan el mayor balance de masa negativo de tres años registrado, y 7 de los 10 mayores años de balance de masa negativo desde 1950 se han producido desde 2016.

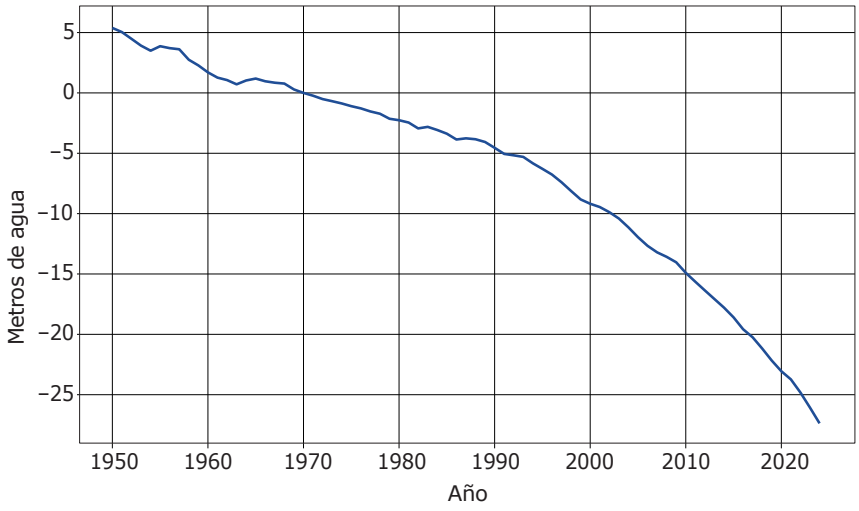


Figura 6. Balance de masa anual acumulado de glaciares de referencia con más de 30 años de mediciones glaciológicas en curso. Los valores de variación de masa anual se expresan en metros equivalentes de agua, que corresponden a toneladas por metro cuadrado (1 000 kg m^{-2}). El valor de 2024 es preliminar. Para obtener más información, consulte Conjuntos de datos y métodos.

ANTECEDENTES DEL INDICADOR

Los glaciares se forman a partir de la nieve que se ha compactado para formar hielo, que luego se deforma y fluye cuesta abajo. Los glaciares comprenden dos zonas: una zona de acumulación donde la acumulación de masa de las nevadas excede la pérdida de hielo, y una zona de ablación donde la pérdida de hielo (ablación) por el derretimiento y otros mecanismos excede la acumulación. Donde los glaciares terminan en un lago o en el océano, la pérdida de hielo puede ocurrir a través del derretimiento donde el hielo se encuentra con el agua, y a través del desprendimiento cuando se desprenden trozos del glaciar.

El balance de masa de los glaciares, es decir, la cantidad de masa ganada o perdida por el glaciar, se expresa comúnmente como el cambio de espesor anual promediado sobre el área del glaciar, expresado en metros equivalentes de agua. Un metro de agua equivalente es aproximadamente lo mismo que una tonelada por metro cuadrado. La pérdida de hielo de los glaciares contribuyó con alrededor del 21% del aumento total del nivel del mar durante el período 1993-2018, alrededor de la mitad de la contribución de la expansión debido al calentamiento de los océanos (42%), pero mayor que las contribuciones del derretimiento de las capas de hielo en Groenlandia (15%) y la Antártida (8%).[21]

Los balances de masa de los glaciares individuales se ven afectados por los cambios de temperatura, precipitación, humedad y nubosidad. El Sexto Informe de Evaluación del IPCC (IE6) concluyó que la influencia humana es muy probablemente el principal impulsor del retroceso global de los glaciares desde la década de 1990, afirmando que "[l]a naturaleza global del retroceso de los glaciares desde la década de 1950, con casi todos los glaciares del mundo retrocediendo sincrónicamente, no tiene precedentes en al menos los últimos 2 000 años (*confianza media*)".[22]

Las tasas de derretimiento también se ven fuertemente afectadas por el albedo del glaciar, la fracción de la luz solar que se refleja en la superficie del glaciar. El hielo expuesto de los glaciares es más oscuro y, por lo tanto, tiene un albedo más bajo que la capa de nieve estacional; también es sensible al oscurecimiento por el polvo mineral, el carbono negro , la actividad de las algas y la lluvia radiactiva de los incendios forestales. La reducción de la capa de nieve, las largas temporadas de deshielo y la actividad de los incendios forestales concentran el material más oscuro en la superficie del glaciar, disminuyendo su albedo y, por lo tanto, aumentando la tasa de derretimiento.



Indicador clave

Extensión del hielo marino

- La extensión diaria mínima de hielo marino del Ártico en 2024 fue la séptima más baja del registro observado (desde 1979 hasta la actualidad).
- Los 18 mínimos más bajos de la extensión de hielo marino del Ártico en el registro satelital ocurrieron en los últimos 18 años.
- El mínimo y el máximo anuales de la extensión del hielo marino antártico fueron los segundos más bajos en el registro observado (1979 hasta el

ESTADO DEL INDICADOR

Las extensiones de hielo marino en las regiones antártica y ártica en 2024 estuvieron por debajo de sus respectivos promedios de 1991-2020 durante todo el ciclo anual (Figura 7).

La extensión diaria mínima de hielo marino en el Ártico en el Ártico en 2024 fue de 4,28 millones de km2 el 11 de septiembre, que es la séptima extensión más baja en los 46 años registrados por satélite. Esto es 1,17 millones de km2 por debajo de la extensión diaria mínima promedio de 1991 a 2020. Los 18 mínimos más bajos en el registro satelital ocurrieron en los últimos 18 años.

La extensión mínima diaria de hielo marino en la región antártica en 2024 fue de 1,99 millones de km2 el 20 de febrero, lo que empató con el segundo mínimo más bajo en la era de los satélites[23] y marcó el tercer año consecutivo en que la extensión mínima de hielo marino antártico cayó por debajo de los 2 millones de km2. Estos son los tres mínimos de hielo antártico más bajos en el registro satelital.

La extensión del hielo antártico se mantuvo por debajo del promedio de 1991-2020 durante todo el año y alcanzó su extensión diaria máxima anual de 17,16 millones de km2 alrededor del 19 de septiembre. Seis días de desaparecidos

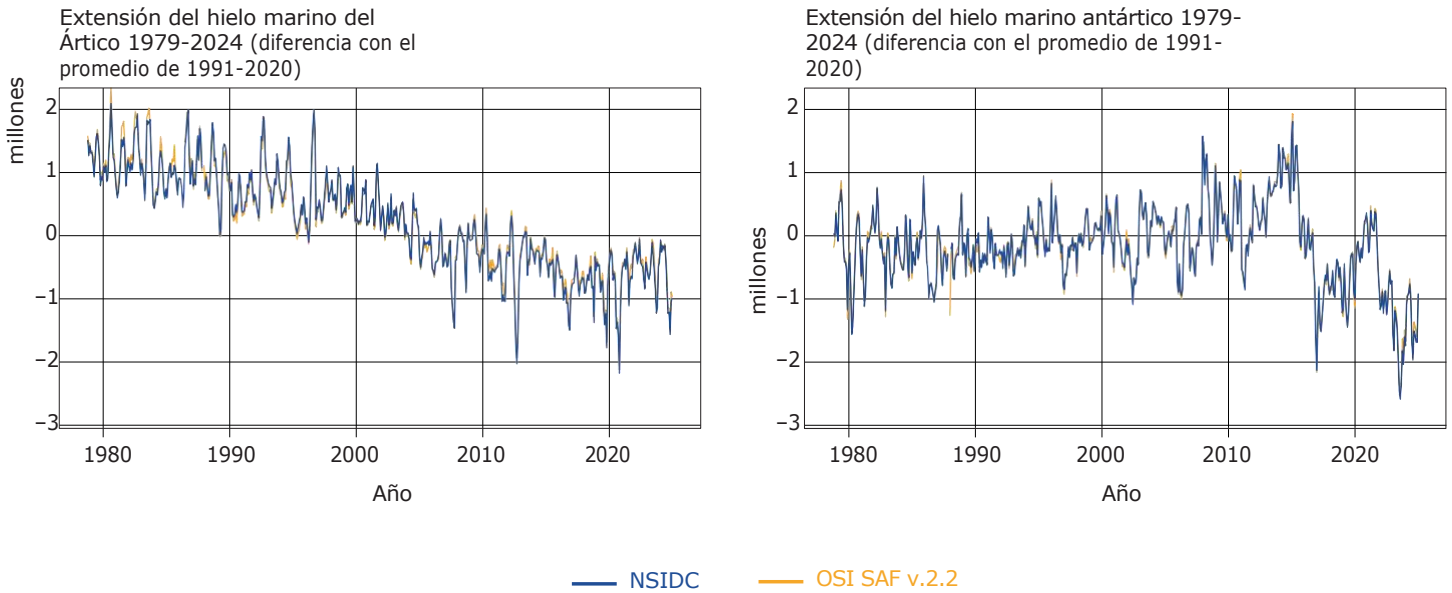


Figura 7. Anomalías mensuales de la extensión del hielo marino del Ártico (izquierda) y la Antártida (derecha) (diferencia con el

promedio de 1991-2020) en millones de kilómetros cuadrados desde 1979 hasta 2024
Fuente: Datos de NSIDC y OSI SAF. Para obtener más información, consulte Conjuntos de datos y métodos.

Los datos cercanos al máximo significan que hay cierta incertidumbre en el alcance y la fecha exactos. El máximo observado fue de 1,55 millones de km2 por debajo de la extensión máxima diaria de hielo promedio de la Antártida entre 1991 y 2020 y es la segunda extensión máxima de hielo más baja registrada; solo en 2023 fue menor. El año finalizó con extensiones ligeramente inferiores a la media de 1991-2020.

ANTECEDENTES DEL INDICADOR

El hielo marino es agua de mar congelada que flota en la superficie del océano. La capa de hielo marino se expande en las regiones polares de la Tierra cada otoño e invierno, a medida que el agua del océano se congela en respuesta al enfriamiento de la atmósfera y el océano. El calentamiento del verano derrite gran parte de este hielo estacional, con mínimos anuales de hielo marino en cada hemisferio que generalmente se registran a fines del verano o principios del otoño (septiembre en el hemisferio norte, febrero en el hemisferio sur). Los cambios en la cubierta de hielo marino pueden afectar la circulación oceánica, la dinámica atmosférica y el calentamiento de la superficie.

La extensión del hielo marino se define como el área del océano con al menos un 15% de cobertura de hielo. Se trata de una cantidad dinámica , que cambia en respuesta tanto al crecimiento termodinámico (congelación) como a la descomposición (fusión), así como a cuando la capa de hielo se mueve con los vientos y las corrientes oceánicas. La extensión y la cubierta de hielo marino se cartografian utilizando imágenes satelitales de microondas.

Se han observado cambios a largo plazo en la extensión del hielo marino del Ártico a lo largo del ciclo estacional. La tendencia a la baja de la extensión mínima de hielo marino del Ártico entre 1979 y 2024 es de alrededor del 14% de la media de 1991-2020 por década, lo que equivale a una pérdida de hielo marino de 77 000 km2 al año.

Hasta 2015, la extensión máxima del hielo marino antártico tenía una tendencia a largo plazo pequeña pero positiva. Sin embargo, después de los bajos grados recientes, ese ya no es el caso. Si bien los últimos tres años han tenido una capa de hielo antártica anómalamente baja, queda por ver si ha habido un cambio de régimen en el hielo marino antártico.[24,25]



Riesgos asociados a la disminución de la extensión del hielo marino y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Impulsor del clima – El Niño–Oscilación del Sur

MENSAJES CLAVE

- El fuerte episodio de El Niño 2023/2024 siguió a tres años consecutivos de La Niña, desde finales de 2020 hasta principios de 2023.
- Las condiciones de El Niño se establecieron a mediados de 2023, se hicieron más fuertes a finales de 2023 y se disiparon en el segundo trimestre de 2024.

ESTADO DE EL NIÑO-OSCILACIÓN DEL SUR (ENOS)

Tras un fenómeno de La Niña prolongado, que duró desde 2020 hasta principios de 2023, en septiembre de 2023 se consolidó un fenómeno de El Niño. El evento alcanzó su punto máximo entre noviembre de 2023 y enero de 2024 , cuando el Índice del Niño Oceánico alcanzó los 2,0 °C, el pico más alto desde El Niño de 2015/2016 y el quinto pico más alto desde 1950, el inicio de la serie temporal.

A partir de enero de 2024, las anomalías de la temperatura de la superficie del mar en el Pacífico tropical oriental comenzaron a disminuir, volviendo a condiciones ENSO-neutrales alrededor de junio. A finales de 2024 se mantuvieron las condiciones de La Niña neutrales o débiles.

Las temperaturas globales en 2023 y 2024 fueron más altas que las de los años anteriores, lo que es típico cuando se dan condiciones de El Niño. Todos los meses de 2024 registraron un calor récord o casi récord, y la temperatura media anual del año fue un récord. Sin embargo, es probable que también influyeran otros factores (véase el recuadro sobre las anomalías de la temperatura media de la superficie mundial en 2023/2024). Algunos de los patrones de precipitaciones de 2024, como las condiciones secas en el norte de América del Sur y el sur de África, fueron característicos de El Niño (véase la Figura 8).

Impactos típicos de El Niño en las precipitaciones de enero a junio

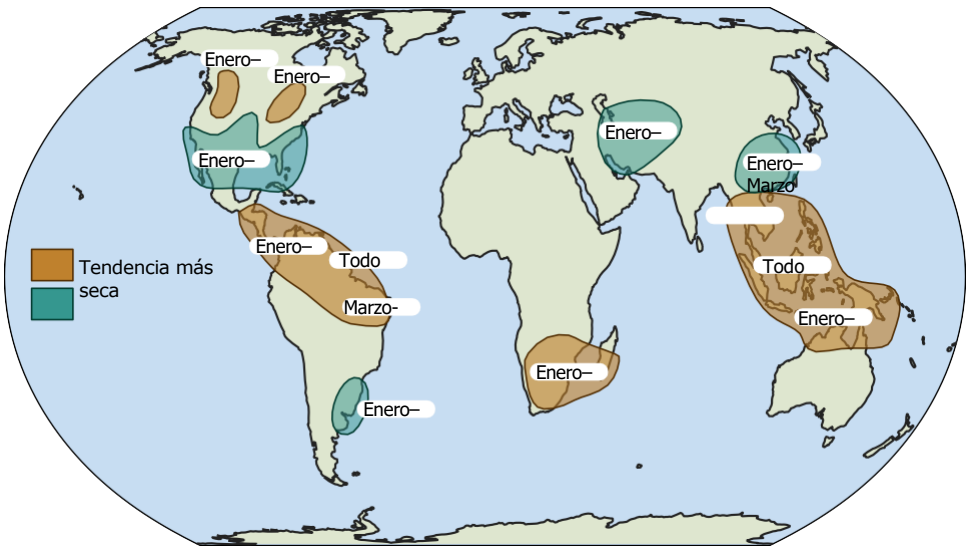


Figura 8. Efectos típicos de las precipitaciones estacionales de El Niño de enero a junio basados en diversas fuentes, véase Conjuntos de datos y métodos. Tenga en cuenta que esto no es un pronóstico, sino que se basa en asociaciones históricas entre El Niño y las precipitaciones.

Es probable que la transición de El Niño a condiciones neutrales durante 2024 también esté asociada a un descenso temporal del nivel medio mundial del mar.

ANTECEDENTES DEL CONDUCTOR

El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) es uno de los impulsores más importantes de la variabilidad interanual y estacional de los patrones climáticos en todo el mundo. Está relacionado con cambios en la ocurrencia y distribución de peligros como lluvias intensas, inundaciones y sequías, olas de calor y olas de frío.

El Niño se caracteriza por temperaturas de la superficie del mar superiores a la media en el Pacífico tropical oriental y un debilitamiento de los vientos alisios en la región. El debilitamiento de los vientos alisios reduce el afloramiento de aguas más frías a lo largo de la costa de América del Sur, lo que a su vez conduce a temperaturas más altas de la superficie del mar.

La Niña, que se caracteriza por temperaturas de la superficie del mar inferiores a la media en el Pacífico tropical central y oriental y un fortalecimiento de los vientos alisios, tiene efectos generalmente opuestos a los de El Niño.

El Niño suele tener una influencia temporal de calentamiento en la temperatura media mundial, y La Niña suele tener una influencia temporal de enfriamiento. Los mayores efectos de calentamiento o enfriamiento generalmente ocurren dos o tres meses después del pico del evento porque se necesita tiempo para que el exceso de calentamiento o enfriamiento en el océano se propague hacia y a través de la atmósfera.

El Niño y La Niña influyen en los patrones regionales de precipitaciones en todo el mundo, que pueden variar en función de la intensidad y el momento del evento y otros factores meteorológicos concurrentes . La Figura 8 muestra algunas anomalías típicas de precipitación que se ven favorecidas por las condiciones de El Niño. Sin embargo, cada El Niño es diferente y otros factores también influyen en las precipitaciones.

El cambio en los patrones de precipitación también puede afectar el nivel del mar, con un nivel medio del mar más alto durante los eventos de El Niño y un nivel medio del mar más bajo durante los eventos de La Niña.

Consulte las secciones de Precipitación y Eventos de alto impacto para obtener más detalles de los eventos en 2024. Los detalles sobre la evolución del ENSO pueden consultarse en las actualizaciones de La OMM sobre El Niño/La Niña .

Patrones globales de temperatura y precipitación

TEMPERATURA

La mayoría de las áreas terrestres fueron más cálidas que el promedio a largo plazo (1991-2020) en 2024, con áreas limitadas de temperaturas por debajo del promedio alrededor de Islandia, partes de la Antártida y el extremo sur de América del Sur (Figura 9). Se observaron temperaturas medias anuales récord o casi récord en amplias áreas de los trópicos, desde el este y el este de América Central hasta el Pacífico occidental . Otras áreas terrestres fuera de los trópicos también experimentaron temperaturas anuales excepcionalmente altas, incluido el este de América del Norte, el norte de África y Europa, y el sur y el este de Asia.

Las temperaturas de la superficie del mar alcanzaron máximos históricos en el Atlántico tropical y Norte, el Océano Índico tropical, partes del Pacífico occidental y partes del Océano Austral. A pesar de las condiciones de El Niño a principios de año, se observaron aguas más frías que el promedio a lo largo de la costa oeste de América del Sur, con temperaturas superiores al promedio más evidentes más al oeste a lo largo del ecuador.

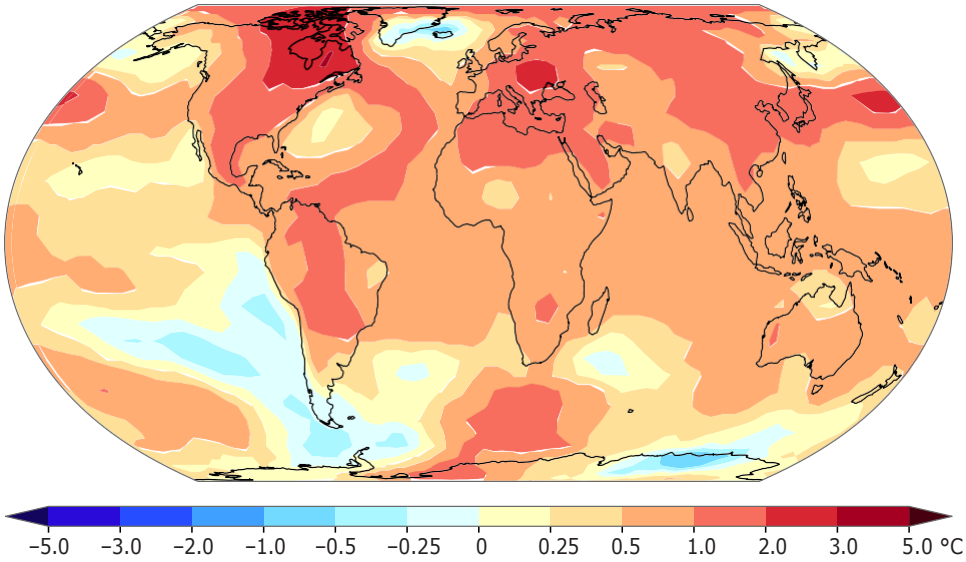


Figura 9. Anomalías de la temperatura media anual en relación con la media de 1991-2020. Los valores mostrados son la mediana de seis conjuntos de datos de temperatura global.

Fuente: Datos de seis conjuntos de datos de temperatura global. Para obtener más información, consulte Conjuntos de datos y métodos.

PRECIPITACIÓN

En 2024, se observaron condiciones más secas que el promedio (1991-2020) (Figura 10) en gran parte del sur de África, algunos lugares de la costa de África occidental, así como a lo largo de la costa del norte de África. Grandes partes de América del Sur, desde las tierras bajas del Amazonas y el norte de los Andes hasta los humedales del Pantanal, también fueron más secas de lo normal. El noroeste de México, algunas islas del Caribe y partes del norte de América del Norte tuvieron precipitaciones totales inusualmente bajas. Las áreas a lo largo de la costa sur de Australia, las partes septentrionales de Nueva Zelanda, Nueva Caledonia y las islas centrales y orientales de la Polinesia tuvieron cantidades de precipitación más bajas de lo normal. Además, el sur y el sudeste de Europa estuvieron más secos de lo habitual.

Partes de la región del Sahel y partes de África central y meridional del este fueron más húmedas de lo normal. Europa central y occidental también fueron más húmedas que el promedio a largo plazo. Las islas occidentales de Polinesia, el norte de Melanesia, así como el sur de Nueva Zelanda y partes del este y norte de Australia fueron más húmedos que el promedio. El archipiélago canadiense y algunos lugares alrededor del Golfo de México estuvieron más húmedos de lo habitual. Se observaron precipitaciones totales superiores a lo normal en gran parte de Asia nororiental, oriental y central y, en menor medida, también en Asia sudoriental, meridional y sudoccidental.

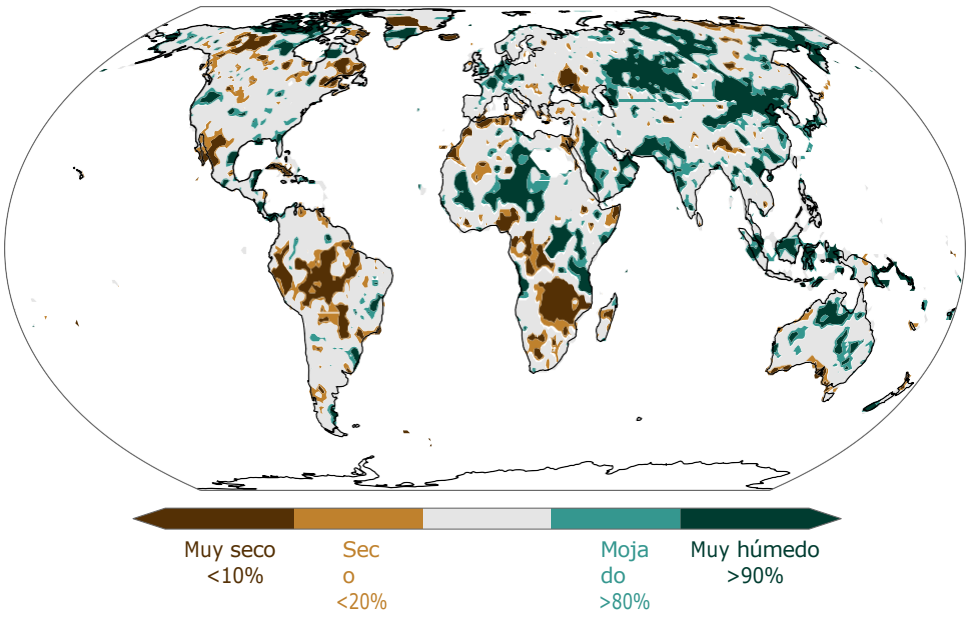


Figura 10. Precipitación anual 2024 expresada en percentiles de la distribución 1991-2020. Las áreas marrones son inusualmente secas. Las áreas verdes son inusualmente húmedas.

Fuente: Datos del Centro Mundial de Climatología de la Precipitación (GPCC).

Eventos de alto impacto

En esta sección se describen algunos fenómenos meteorológicos y climáticos de alto impacto notables a partir de 2024 y sus impactos socioeconómicos. Para obtener una lista más detallada, consulte el suplemento sobre extremos y el mapa interactivo de extremos.

Los fenómenos meteorológicos extremos de 2024 provocaron el mayor número de nuevos desplazamientos registrados en un año desde 2008. Los desplazamientos nuevos, ulteriores y prolongados afectaron a un número significativo de personas en contextos frágiles y afectados por conflictos. Además de la destrucción de viviendas, infraestructuras críticas, bosques, tierras de cultivo y biodiversidad, estos fenómenos meteorológicos extremos socavan la resiliencia y plantean riesgos significativos para las personas en movimiento y las que ya viven en el desplazamiento. Los efectos combinados de diversas perturbaciones, como la intensificación de los conflictos, la sequía y los elevados precios internos de los alimentos, provocaron un empeoramiento de las crisis alimentarias en 18 países de todo el mundo para mediados de 2024.[26] En 2024, ocho países tuvieron al menos 1 millón de personas más que en situación de inseguridad alimentaria aguda en 2024 que durante el máximo anual de 2023. La disminución de la cosecha mundial de cereales es el resultado de una sequía generalizada, vinculada en algunas regiones, como el África meridional, a las condiciones de El Niño.

Los ciclones tropicales fueron responsables de muchos de los eventos de mayor impacto de 2024. El tifón *Yagi* tocó tierra a principios de septiembre en el norte de Viet Nam después de cruzar primero Filipinas y las partes más meridionales de China. Se informó de víctimas27 y desplazamientos en Viet Nam, Filipinas, la República Democrática Popular Lao, Tailandia y Myanmar.[28] Se produjeron importantes daños por vientos en China y Filipinas.

En los Estados Unidos de América, los huracanes *Helene*, a finales de septiembre, y *Milton*, en octubre, tocaron tierra en la costa oeste de Florida como huracanes de gran magnitud. Ambos tuvieron impactos importantes al tocar tierra, y *Helene* produjo lluvias excepcionales e inundaciones extremas en el interior sureste de los Estados Unidos, especialmente en el oeste de Carolina del Norte. Ambos huracanes tuvieron impactos económicos de decenas de miles de millones de dólares. Más de 200 muertes29 se asociaron con *Helene*, la mayor asociada con un huracán en el territorio continental de los Estados Unidos desde *Katrina* en 2005.

En el hemisferio sur, en diciembre, el ciclón tropical *Chido* cruzó el departamento francés de Mayotte, en el océano Índico, antes de tocar tierra en Mozambique y dirigirse a Malawi, con importantes daños y una importante pérdida de vidas en los tres. En Mozambique, el ciclón *Chido* desplazó a unas 100 000 personas30, destruyó viviendas y dañó gravemente carreteras y redes de comunicación, lo que dificultó los esfuerzos de socorro en zonas que ya acogían a un gran número de personas desplazadas. Del mismo modo, las comunidades vulnerables de Mayotte se enfrentaban a mayores riesgos debido a la destrucción provocada por el ciclón *Chido*.[31,32,33]

Afganistán y las zonas vecinas de Pakistán y la República Islámica del Irán sufrieron una sucesión de catástrofes a finales del invierno y la primavera, con un frío anormal y nieve en las tierras altas a finales de febrero y principios de marzo de 2024, y luego varias inundaciones en los meses siguientes, la peor de las cuales afectó a Afganistán entre el 10 y el 17 de mayo. Alrededor de 35 000 hectáreas de tierras de cultivo se inundaron el 30 de mayo.[34] Se registraron varios centenares de muertes en las inundaciones,[35] y la ola de frío también provocó una importante pérdida de vidas.

A partir de mediados de año, un monzón anormalmente activo provocó grandes inundaciones en muchas partes del Sahel de África. Casi todos los países de la región informaron de impactos significativos, con inundaciones que afectaron a grandes extensiones de tierras de cultivo36 y provocaron un número significativo de muertes. Entre marzo y mayo, las inundaciones afectaron principalmente a[37,38,39] países de África Oriental Ecuatorial, con importantes pérdidas de vidas en países como Kenia y Tanzania, así como desplazamientos, destrucción de

tierras de cultivo y pérdida de ganado. El lago Victoria alcanzó niveles de agua récord, con las consiguientes inundaciones río abajo que afectaron gravemente a Sudán del Sur a finales de año.

Por el contrario, las condiciones secas de lo que suele ser la estación húmeda a finales de 2023 y principios de 2024 provocaron una sequía significativa en el noroeste de África y en muchas partes del interior de África meridional40, en particular Zimbabue, Zambia41, Botsuana y Namibia. La severa sequía provocó impactos significativos en la agricultura y la producción hidroeléctrica.

Chile sufrió incendios forestales destructivos a principios de año. Un incendio en los alrededores de la ciudad de Viña del Mar el 2 y 3 de febrero provocó más de 300 muertes42 y daños a varios miles de propiedades, entre las peores pérdidas en un incendio forestal en cualquier parte del mundo este siglo. También fue una temporada de incendios forestales muy activa en Canadá,43 donde las emisiones de carbono de los incendios forestales fueron las segundas más altas registradas (2003-presente),[44] y el área quemada fue una de las cinco más altas registradas (1983-presente). El oeste de los Estados Unidos también tuvo una temporada activa de incendios forestales. En total, se registraron más de 300 000 desplazamientos en ambos países.[45]

La sequía afectó a muchas partes de las Américas; la sequía severa en México y partes de Centroamérica en 2023 persistió hasta los primeros meses de 2024,46 mientras que también hubo sequías significativas en gran parte del interior de América del Sur. El río Negro en Manaos y el río Paraguay en Asunción alcanzaron niveles mínimos históricos, y el número de incendios forestales en la Amazonía brasileña fue el mayor desde 2010.

Una excepción a las condiciones generalmente secas en América del Sur fueron las inundaciones a principios de mayo en el estado de Rio Grande do Sul, en el sur de Brasil. Las lluvias intensas y persistentes provocaron inundaciones que inundaron gran parte de la ciudad de Porto Alegre y muchas áreas circundantes, con efectos significativos47 en la agricultura y la pesca, así como más de 200 muertes.[48]

Las lluvias extremas provocaron graves inundaciones repentinas en la región de Valencia, España, el 29 de octubre, asociadas a una piscina fría de nivel superior sobre el sur de España. Turis, en el oeste de Valencia, reportó 185 mm de lluvia en una hora, un récord nacional español. En seis horas cayeron 621 mm de lluvia y en 24 horas se registraron 772 mm. Las precipitaciones provocaron inundaciones excepcionales aguas abajo, afectando especialmente a la parte sur del área metropolitana de Valencia. En la Comunidad Valenciana y alrededores se registraron más de 200 muertes49 y daños graves.

En 2024 se produjeron numerosas olas de calor significativas, muchas de las cuales presentaron periodos prolongados de calor y se batieron récords en muchas estaciones en grandes superficies. Según el informe *sobre el estado de los servicios climáticos 2023 de* la OMM,50 los efectos del calor extremo y las olas de calor están subestimados, y la mortalidad relacionada con el calor podría ser muchas veces superior a las estimaciones actuales.

Durante el verano del hemisferio norte, las zonas especialmente afectadas por las olas de calor fueron Asia oriental, Europa sudoriental, el Mediterráneo y Oriente Medio, y el suroeste de los Estados Unidos. Esto siguió a un calor récord en muchas partes de los trópicos del hemisferio norte durante el período previo al monzón desde finales de marzo hasta mayo, incluidos el sudeste asiático, África occidental y el Sahel, y América Central, así como el norte de la India.

Uno de los acontecimientos más significativos fue la ola de calor de junio en Arabia Saudita, cuando las temperaturas cerca de La Meca alcanzaron los 50 °C durante la peregrinación del Hajj. Se informó de muchas víctimas durante la peregrinación, la gran mayoría de las cuales fueron parcial o totalmente atribuibles al calor extremo.

Los sistemas de alerta temprana han demostrado ser sistemas eficientes que los gobiernos pueden utilizar para alejar a las comunidades del peligro antes de un desastre o gestionar el evento in situ. Los datos fiables y las políticas eficaces de reducción del

riesgo de desastres son cruciales para salvar vidas. Los datos desglosados, que muestran la frecuencia, los factores desencadenantes y la secuencia de los desplazamientos, pueden ayudar a los planificadores de la respuesta y el desarrollo a mitigar los impactos en las personas desplazadas y las comunidades de acogida.

Monitoreo de la temperatura global para el Acuerdo de París

Los años individuales con temperaturas medias globales anuales superiores a 1,5 °C por encima de la media de 1850-1900 no significan que el objetivo de "proseguir los esfuerzos para limitar el aumento de la temperatura a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales", como se establece en el Acuerdo de París, esté fuera de alcance.

La temperatura global no aumenta suavemente de un año a otro (Figura 2). Además del calentamiento a largo plazo impulsado principalmente por las emisiones de gases de efecto invernadero (Figura 1), existe una considerable variabilidad climática natural de un año a otro causada por fenómenos como El Niño y La Niña, la actividad volcánica y los cambios en la circulación oceánica.

El IPCC define el cambio climático como un cambio en el estado del clima que persiste durante un período prolongado, generalmente décadas o más. Por lo tanto, la superación de los niveles de calentamiento de 1,5 °C y 2,0 °C a los que se refiere el Acuerdo de París debe entenderse de manera similar como una superación durante un período prolongado, aunque el propio Acuerdo no proporciona una definición específica.

A medida que el mundo continúa calentándose, existe la necesidad de definir, medir y monitorear claramente el calentamiento en relación con el objetivo especificado en el Acuerdo de París. El último informe de evaluación del IPCC define los niveles futuros de calentamiento global en términos de promedios de 20 años en relación con el promedio de 1850-1900. El año de superación de un nivel determinado, como 1,5 °C, es el punto medio del período de 20 años que superó por primera vez ese nivel.

Según esta definición, 1,5 °C de calentamiento sólo se confirmaría una vez que la temperatura observada haya alcanzado ese nivel durante un período de 20 años, 10 años después del año de superación. Por lo tanto, habría un retraso de 10 años en el reconocimiento y la reacción a la superación del objetivo de temperatura a largo plazo. Incluso tomar un promedio más corto de 10 años, como se hizo en el IE6 del IPCC y el Primer Inventario Mundial, resultaría en un retraso de 5 años.

La OMM y la comunidad científica internacional están estudiando varios enfoques para permitir la presentación de informes más oportunos. Estos enfoques se dividen en tres categorías. El primero combina los 10 años más recientes de temperatura histórica observada con las proyecciones de los modelos climáticos para los próximos 10 años.[51] La segunda ajusta una tendencia o función a los datos históricos para estimar mejor dónde se encuentra el calentamiento a largo plazo en la actualidad.[52] El tercero estima el factor humano en el cambio histórico estimando el calentamiento subyacente resultante de los cambios históricos en los principales impulsores humanos del sistema climático, como los gases de efecto invernadero (actualización de Forster et al., 202453).

Las mejores estimaciones del calentamiento global actual a partir de estos tres enfoques se encuentran entre
1,34 °C y 1,41 °C en comparación con la línea base de 1850-1900; sin embargo, dados los rangos de incertidumbre , no se puede descartar la posibilidad de que ya hayamos superado 1,5 °C (Figura 11). Para seguir explorando la cuestión, la OMM ha convocado a un equipo de expertos internacionales para que definan un parámetro adecuado y propongan un método de seguimiento que esté en consonancia con los enfoques del IPCC a fin de garantizar un seguimiento coherente y fiable de los cambios a largo plazo en la temperatura mundial.

En última instancia, es esencial reconocer que, independientemente de la metodología utilizada para rastrear la temperatura global , cada fracción de grado de calentamiento importa. Ya sea a un nivel inferior o superior a 1,5 °C de calentamiento, cada incremento adicional del calentamiento global conduce a cambios en los extremos y corre el riesgo de ser mayor.

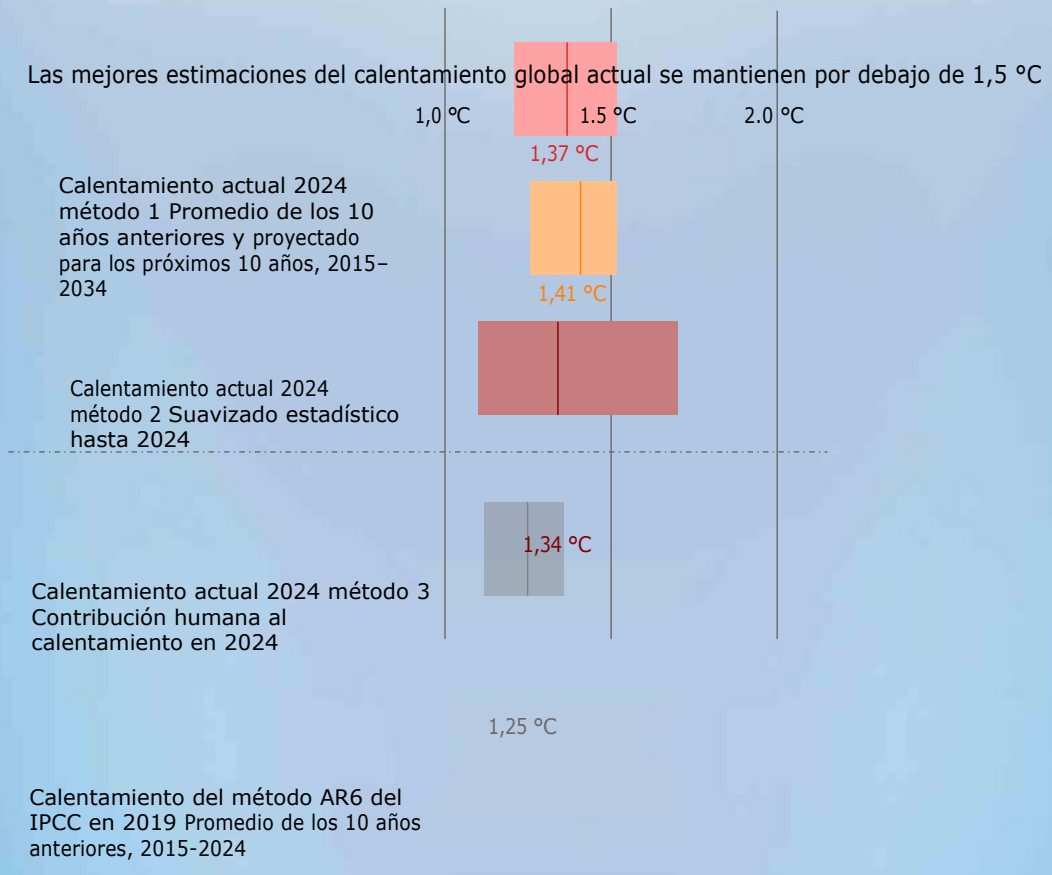


Figura 11. Tres métodos para establecer una estimación actualizada del calentamiento global actual a partir de 2024, en comparación con el método AR6 del IPCC, que utiliza promedios de los 10 años anteriores y es representativo del calentamiento hasta 2019. La mejor estimación resultante de cada método se muestra como una línea vertical oscura, y el rango de incertidumbre se muestra mediante el área sombreada.

Anomalías de la temperatura media superficial mundial en 2023/2024: Hacia la comprensión de los factores que influyen

Esta sección explora las preguntas de la ciencia abierta, y la investigación sobre el tema aún está en evolución.

Los récords de temperatura media superficial mundial establecidos en 2023 y 2024 se produjeron en el contexto del aumento de las temperaturas impulsado por un aumento continuado de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) antropogénicos. Sin embargo, a pesar de la transición de La Niña a El Niño, las magnitudes específicas de la anomalía en 2023 (y en menor medida que en 2024) llamaron la atención por estar al borde o fuera de los rangos de las previsiones individuales. De acuerdo con algunos análisis (por ejemplo, el de Rantanen y Laaksonen54), se encontraban en el extremo opuesto de lo que se ha esperado de las estimaciones de los modelos climáticos sobre las tendencias más la variabilidad interna.

Una serie de factores adicionales podrían ayudar a explicar estos registros: un inicio más rápido de lo esperado del Ciclo Solar 25, los impactos en desarrollo de las normas de la Organización Marítima Internacional (OMI) sobre el contenido de azufre del combustible en el transporte marítimo que entraron en vigor en enero de 2020, la erupción del Hunga Tonga-Hunga Ha'apai (HTHH) en enero de 2022 y las disminuciones decenales en las emisiones de aerosoles del este de Asia (Figura 12). Los patrones anómalos de variabilidad interna en el polvo sahariano sobre las extensiones de hielo marino del Atlántico y/o la Antártida también pueden haber influido.

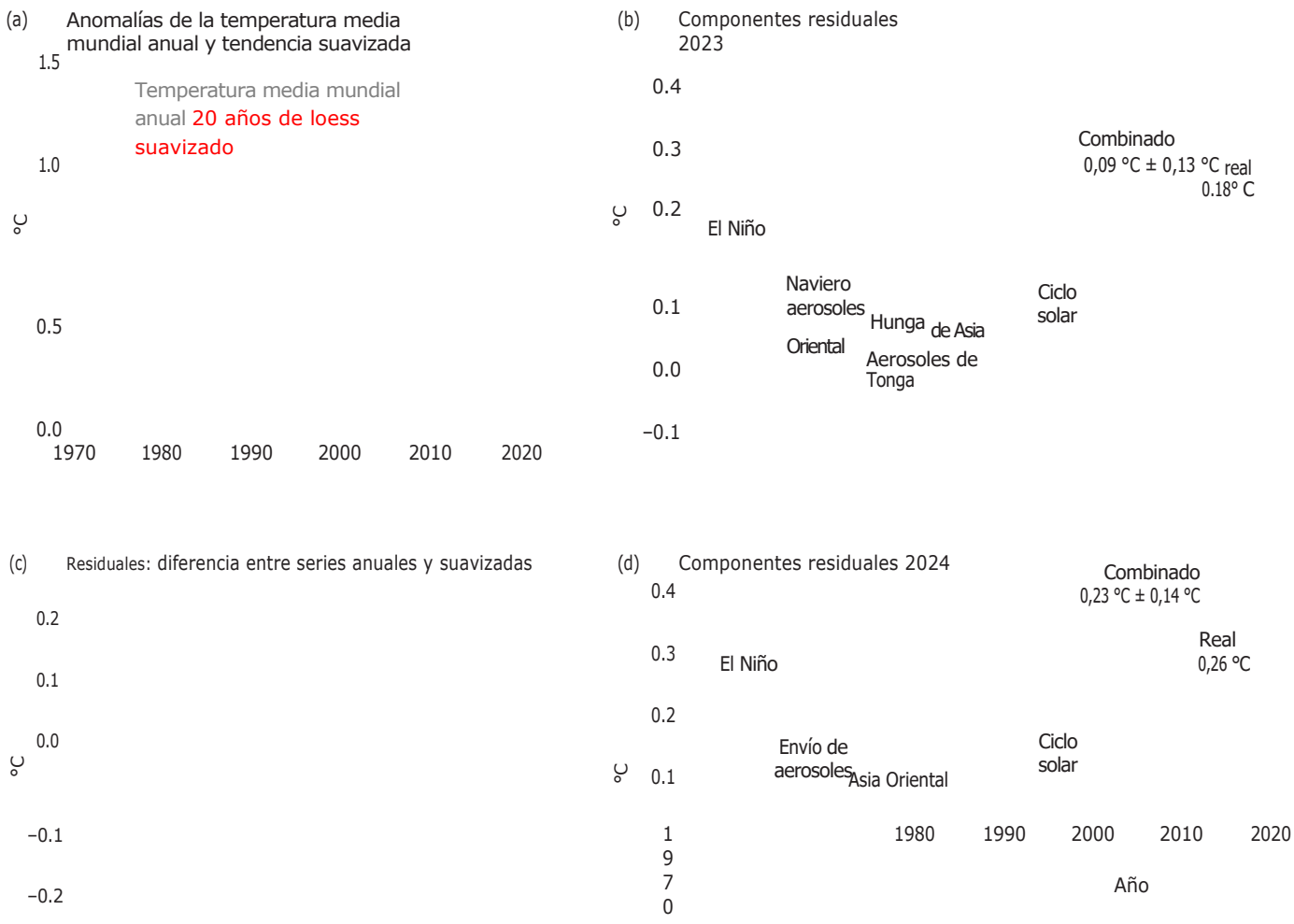
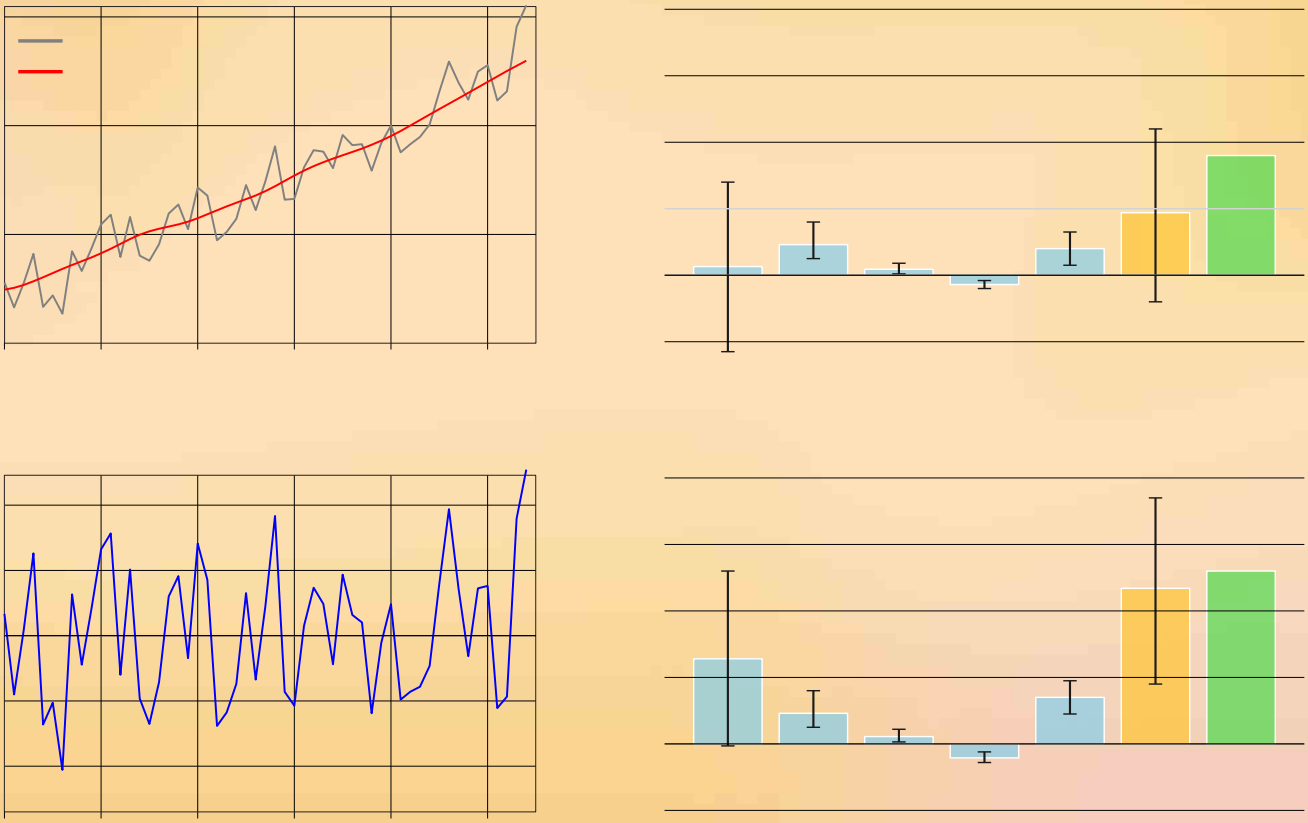




Figura 12. a) Temperatura media mundial anual. Estimaciones de los residuos de temperatura relativa para (b) 2023 y (d) 2024 atribuibles al ENSO y a cuatro forzamientos distintos que no se predijeron (o solo se predijeron parcialmente). Los (c) residuales se calculan tomando la diferencia entre las temperaturas medias globales anuales y la curva suavizada de loess de 20 años ajustada a los datos hasta 2022. Las incertidumbres se sitúan nominalmente en el nivel de confianza del 95%.



Determinar el impacto de cada uno de estos efectos en las temperaturas globales ha sido complicado por el tiempo necesario para reunir estimaciones de las emisiones históricas; por lo tanto, aún no se han publicado síntesis completas. No obstante, se puede hacer una estimación aproximada combinando los resultados de estudios recientes. Para obtener más información sobre los métodos, consulte Conjuntos de datos y métodos.

En este caso, nos centramos en los "residuos" (gráfico 12c), es decir, las diferencias con respecto a una tendencia al alza suave calculada a lo largo del periodo hasta finales de 2022. Los residuales para 2023 y 2024 son
0,18 °C y 0,26 °C, respectivamente. Estimamos la contribución a los residuos en 2023 y 2024 a partir de cinco impulsores externos cuantificables (GEI, aerosoles de envío, aerosoles de Asia Oriental, la erupción volcánica HTHH y el ciclo solar), e incluimos adicionalmente una estimación del impacto de ENOS, que pasó de una La Niña plurianual a principios de 2023 a El Niño a finales de 2023 y de vuelta a condiciones de La Niña neutras o leves a finales de 2024. El impacto de los GEI en los residuos en estos dos años es pequeño (<0,01 °C), ya que los cambios de los GEI se representan en la línea de tendencia ascendente. Dominan la anomalía con respecto al período preindustrial.

En total, en los últimos años hay un forzamiento radiativo adicional de estos impulsores de ~0,14 W m^{-2}, y el consiguiente calentamiento (~0,1 °C) combinado con el efecto del ENSO se acercan a explicar los residuos (teniendo en cuenta las incertidumbres), aunque esto es más cierto para 2024 que para 2023 (Figura 12 (b) y (d)). Es probable que persista la contribución del calentamiento del transporte marítimo y la reducción de los aerosoles en Asia oriental, lo que contribuirá a un ligero aumento de las temperaturas a largo plazo que no se tiene plenamente en cuenta en las proyecciones existentes.

Los análisis más completos de estos factores y el papel de la variabilidad interna requerirán experimentos coordinados de modelos del sistema terrestre, que se están llevando a cabo actualmente. Queda por ver la sensibilidad de la atribución a la fuerza de las retroalimentaciones de las nubes, las interacciones entre aerosoles y nubes, etc. Subrayamos que se trata de una estimación preliminar que se irá perfeccionando a medida que se realicen estudios más sofisticados.

Conjuntos de datos y métodos

INSTANTÁNEAS

Las líneas de base son períodos de tiempo, que generalmente abarcan tres décadas o más, que se utilizan como un punto de referencia fijo con el que se pueden comparar las condiciones actuales y futuras. Por razones científicas, políticas y prácticas, en la presente publicación se utilizan varias líneas de base diferentes, que se especifican en el texto y las figuras. En la medida de lo posible, se utiliza la norma climatológica más reciente de la OMM, 1991-2020, como referencia para la presentación de informes coherentes.

Sin embargo, en el caso de algunos indicadores, no es posible utilizar la norma normal debido a la falta de mediciones durante la primera parte del período. También hay dos excepciones específicas. En primer lugar, para las series temporales de la temperatura media mundial, y solo para las series medias mundiales, se utiliza un período de referencia de 1850-1900. Esta es la línea de base utilizada por el Grupo de Trabajo I (WG I) del IPCC en su contribución al IE6 como período de referencia para las condiciones preindustriales y es relevante para comprender el progreso en el contexto del Acuerdo de París y otras consideraciones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. En segundo lugar, las concentraciones de gases de efecto invernadero pueden estimarse mucho más atrás en el tiempo que en 1850 utilizando burbujas de gas atrapadas en núcleos de hielo. El año 1750 se utiliza en este informe para representar las concentraciones preindustriales de gases de efecto invernadero de acuerdo con el IPCC AR6 WG I.

DATOS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Las concentraciones estimadas desde el año 1750 se utilizan para representar las condiciones preindustriales. Los cálculos suponen una fracción molar preindustrial de 278,3 ppm para el CO2, 729,2 ppb para el CH4 y 270,1 ppb para el N2O.[55]

Datos y análisis de:

Centro Mundial de Datos sobre Gases de Efecto Invernadero operado por la Agencia Meteorológica del Japón, https://gaw. kishou.go.jp/

Organización Meteorológica Mundial (OMM). *Boletín de la OMM sobre los gases de efecto invernadero – Nº 20: El estado de los gases de efecto invernadero en la atmósfera basado en las observaciones mundiales hasta 2023*. Ginebra, 2024.

DATOS DE TEMPERATURA GLOBAL

SERIES DE TEMPERATURA MEDIA MUNDIAL

El método para calcular las anomalías de la temperatura media mundial cerca de la superficie en relación con una línea de base de 1850-1900 se basa en la evaluación del cambio a largo plazo y su incertidumbre en el IPCC AR6 WG I. En 2021, el Grupo de Trabajo I del IE6 del IPCC evaluó el cambio desde 1850-1900 hasta otros períodos sobre la base de un promedio de cuatro conjuntos de datos: HadCRUT5, Berkeley Earth, NOAA Interim y Kadow et al. (2020)– que comienzan en 1850 y se completan global o casi globalmente en el período moderno.

Para incluir conjuntos de datos más cortos, que pueden ayudar a comprender mejor los cambios recientes de temperatura, en el presente informe, la estimación realizada por el IPCC para el cambio de temperatura entre 1850-1900 y 1981-2010 se combina con los cambios estimados entre 1981-2010 y el año en curso a partir de seis conjuntos de datos – HadCRUT5, Berkeley Earth, NOAAGlobalTemp v6, GISTEMP, ERA5 y JRA-3Q (ver más abajo) – para calcular las anomalías para 2024 en relación con 1850-1900. Existe una buena concordancia entre los conjuntos de datos sobre los cambios desde 1981-2010 hasta la actualidad, ya que este es un período con buena cobertura observacional. La incertidumbre adicional de la dispersión de los conjuntos de

datos se combina con la estimación del IPCC de la incertidumbre en el cambio de 1850-1900 a 1981-2010.

Las anomalías de la temperatura media mundial se calcularon en relación con una línea de base de 1850-1900 utilizando los siguientes pasos a partir de la serie temporal de las temperaturas medias mensuales mundiales para cada conjunto de datos:

1. Para cada conjunto de datos, las anomalías se calcularon en relación con el promedio de 1981-2010 restando la media del período 1981-2010 para cada mes por separado.

2. Se calculó una anomalía media anual a partir de las anomalías medias mensuales.

3. La cantidad de 0,69 °C se añadió a cada serie, sobre la base de la diferencia estimada entre 1850-1900 y 1981-2010, calculada utilizando el método del IPCC AR6 WG I (véase el título de la figura 1.12 en ese informe).

4. Se calculó la media y la desviación estándar de las estimaciones.

5. La incertidumbre en la estimación del IPCC se combinó con la desviación estándar, asumiendo que las dos son independientes y asumiendo que el rango de incertidumbre del IPCC (0,54 °C–0,79 °C) es representativo de un rango de confianza del 90% (1,645 desviaciones estándar).

La cifra citada en este informe para 2024 (1,55 °C ± 0,13 °C) se calculó de la siguiente manera, siendo 1,55 °C la media de las seis estimaciones y 0,05 °C la desviación estándar.

MAPAS DE TEMPERATURA ANUAL

Para el mapa de anomalías de temperatura para 2024, se utilizó una mediana de seis conjuntos de datos, recuadrados a la cuadrícula espacial de los conjuntos de datos de menor resolución (NOAAGlobalTemp y HadCRUT5), que se presentan en una cuadrícula de 5° de latitud por 5° de longitud. La mediana se utiliza con preferencia a la media para minimizar el efecto de los posibles valores atípicos en las celdas de la cuadrícula individuales. La mitad del intervalo de los conjuntos de datos proporciona una indicación de la incertidumbre. La dispersión entre los conjuntos de datos es mayor en las latitudes altas y en África Central, ambas regiones con escasa cobertura de datos.

ANOMALÍAS DE LA TEMPERATURA MEDIA MUNDIAL PARA 2024 EN RELACIÓN CON OTROS PERIODOS

En el cuadro 1 se muestran las anomalías de la temperatura media mundial de los conjuntos de datos individuales para 2024 en relación con cuatro valores de referencia diferentes. Las incertidumbres indicadas para las tres líneas de base modernas (1981-2010, 1991-2020 y 1961-1990) son las desviaciones estándar de las estimaciones disponibles multiplicadas por 1,645 para representar el rango de incertidumbre del 90%.

Tabla 1. Anomalías de la temperatura media mundial para conjuntos de datos individuales para 2024 para cuatro líneas de base diferentes

Periodo	*1850–1900*	*1981–2010*	*1991–2020*	*1961–1990*
HadCRUT5	1.52	0.83	0.63	1.17
NOAA GlobalTemp	1.53	0.84	0.66	1.15
GISTEMP	1.55	0.86	0.67	1.18
Tierra de Berkeley	1.54	0.85	0.65	1.20

ERA5	1.60	0.91	0.72	1.24
JRA-3Q	1.57	0.88	0.69	1.21
Media de los seis conjuntos de datos	1,55 ± 0,13	0,86 ± 0,05	0,67 ± 0,05	1,19 ± 0,05

Se utilizaron los siguientes seis conjuntos de datos, incluidos cuatro conjuntos de datos tradicionales:

Tierra de Berkeley: Rohde, R. A.; Hausfather, Z. El registro de temperatura terrestre/oceánica de Berkeley. *Datos científicos del sistema terrestre* **2020**, *12* (4), 3469–3479. https://doi.org/10.5194/essd-12-3469-2020.

GISTEMP v4: Equipo GISTEMP, 2022: *Análisis de temperatura superficial GISS (GISTEMP), versión 4*. Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la NASA, https://data.giss.nasa.gov/gistemp/. Lenssen, N.; Schmidt, G.; Hansen, J. y cols. Mejoras en el modelo de incertidumbre GISTEMP. *Revista de Investigación Geofísica: Atmósferas* **2019**, *124* (12), 6307–6326. https://doi. org/10.1029/2018JD029522.

HadCRUT.5.0.2.0: Morice, C. P.; Kennedy, J. J.; Rayner, N. A. et al. Una evaluación actualizada del cambio de temperatura cerca de la superficie desde 1850: el conjunto de datos HadCRUT5. *Revista de Investigación Geofísica: Atmósferas* **2021**, *126* (3), e2019JD032361. https://doi. org/10.1029/2019JD032361. Los datos de HadCRUT.5.0.2.0 se obtuvieron de http://www. metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut5 el 19 de enero de 2025 y son © British Crown Derechos de autor, Met Office 2025, provistos bajo una Licencia de Gobierno Abierto, http://www. nationalarchives.gov.uk/doc/open-government-licence/version/3/.

NOAA v6: Huang, B.; Yin, X.; Menne, M. J. y cols. *Conjunto de datos de temperatura global de la superficie de la NOAA (NOAAGlobalTemp),* versión 6.0.0. Centros Nacionales de Información Ambiental de la NOAA, 2025. https://doi.org/10.25921/rzxg-p717.

Y dos reanálisis:

ERA5: Hersbach, H.; Campana, B.; Berrisford, P. et al. *ERA5 Datos Mensuales Promediados en Niveles Individuales desde 1940 hasta el Presente*; Almacén de datos climáticos (CDS) del Servicio de Cambio Climático (C3S) de Copernicus, 2023. https://doi.org/10.24381/cds.f17050d7.

JRA-3Q: Kosaka, Y.; Kobayashi, S.; Harada, Y. et al. El reanálisis del JRA-3Q. *Revista de la Sociedad Meteorológica de Japón, Ser. II* **2024**, *102* (1), 49–109. https://doi.org/10.2151/ JMSJ.2024-004.

El IPCC utilizó un conjunto de datos adicional:

Kadow et al.: Kadow, C.; Salón, D. M.; Ulbrich, U. La inteligencia artificial reconstruye la información climática *faltante.Nature Geoscience* **2020** *13*, 408–413. https://doi.org/10.1038/ S41561-020-0582-5.

DATOS SOBRE EL CONTENIDO DE CALOR OCEÁNICO

Obsérvese que los valores del contenido de calor oceánico global se dan para la superficie del océano entre 60 °S y 60 °N y se limitan a áreas más profundas de 300 m. Se utiliza una línea de base de 2005-2021 para las series temporales del contenido de calor oceánico, ya que se dispone de una cobertura casi global para este período gracias a la red de flotadores subsuperficiales Argo. Las tasas de calentamiento en vatios por metro cuadrado se refieren a la superficie del océano. Para obtener un número para toda la superficie del globo terráqueo (como se utiliza, por ejemplo, en el informe sobre el estado de los océanos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO)) multiplícalo por 0,71. Los cambios en el contenido de calor del océano se dan en dos conjuntos de unidades: vatios por metro cuadrado y zettajulios (ZJ) por año (1 W m^{-2} corresponde a 11,35 ZJ por año).

La evaluación para 2024 se basa en los tres conjuntos de datos siguientes:

Cheng, L.; Pan, Y.; Tan, Z. et al. IAPv4 Ocean Temperature and Ocean Heat Content Gridded

Dataset (Conjunto de datos en cuadrícula de temperatura oceánica y contenido de calor oceánico). *Datos de Ciencias del Sistema Terrestre* **2024**, *16* (8), 3517–3546. https://doi.org/10.5194/ ESSD-16-3517-2024.

Minière, A.; von Schuckmann, K.; Sallée, J.-B. et al. Aceleración robusta del calentamiento del sistema terrestre observada en las últimas seis décadas. *Informes Científicos* **2023**, *13*, 22975. https://doi. org/10.1038/s41598-023-49353-1.

von Schuckmann, K.; Le Traon, P.-Y. ¿Qué tan bien podemos derivar indicadores oceánicos globales a partir de los datos de Argo?

Ciencias Oceánicas **2011**, *7* (6), 783–791. https://doi.org/10.5194/os-7-783-2011.

DATOS SOBRE EL NIVEL DEL MAR

GMSL de CNES/Aviso+, https://www.aviso.altimetry.fr/en/data/products/ocean-indicators-products/nivel-medio-del-mar/data-acces.html#c12195.

DATOS DE PH OCEÁNICO

Este indicador es elaborado por el Servicio Marino de Copernicus. Las referencias incluyen:

Chau, T. T. T.; Gehlen, M.; Chevallier, F. Una reconstrucción sin fisuras basada en conjuntos de los flujos de pCO2 de la superficie del océano y del aire y el mar sobre los océanos costeros y abiertos. *Biogeociencias* **2022**, *19*, 1087–1109. https://doi.org/10.5194/bg-19-1087-2022.

Gehlen M.; Chau, T. T. T.; Conchon, A. et al. Acidificación de los océanos. *Revista de Oceanografía Operacional* **2020**, *13* (SUP1), S88–S91. Https://doi.org/10.1080/1755876X.2020.1785097.

DATOS DE LOS GLACIARES

El Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares proporciona información sobre el monitoreo mundial de glaciares:

Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares (WGMS), 2024: *Base de datos de fluctuaciones de los glaciares*. WGMS, Zúrich, Suiza. https://doi.org/10.5904/wgms-fog-2024-01.

DATOS SOBRE EL HIELO MARINO

Los datos proceden del Índice de Hielo Marino v2.2 de la Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT) de la Instalación de Aplicación de Satélites Oceánicos y de Hielo Marino (OSI SAF) (basado en Lavergne et al., 2019; https://osisaf-hl.met.no/v2p2-sea-ice-index) y el Índice de Hielo Marino v3 del Centro Nacional de Datos de Nieve y Hielo (NSIDC) (Fetterer et al., 2017). Las concentraciones de hielo marino se estiman a partir de las radiancias de microondas medidas desde satélites. La extensión es el área de las celdas de la cuadrícula oceánica donde la concentración de hielo marino supera el 15%. Existen diferencias modestas en el alcance absoluto de los conjuntos de datos, pero concuerdan bien en los cambios y tendencias de un año a otro. En el texto principal del presente informe, se indican los valores de NSIDC para las extensiones absolutas y las clasificaciones. En el Cuadro 2 se presentan las cifras comparativas de OSI SAF.

Tabla 2. Valores de NSIDC comparados con las cifras de la Instalación de Aplicación de Satélites Oceánicos y de Hielo Marino de EUMETSAT para 2024

Métrico	*NSIDC*	*OSI SAF*
Mínimo diario en el Ártico	4,28 millones de km2, 11 de septiembre	4,64 millones de km2, 13 de septiembre

Máximo diario en el Ártico	15,01 millones de km2, 14 de marzo	15,02 millones de km2, 11 de marzo
Mínimo diario antártico	1,99 millones de km2, 20 de febrero	2,24 millones de km2, 18 de febrero
Máximo diario en la Antártida	17,16 millones de km2, 19 de septiembre	17,65 millones de km2, 28 de septiembre

Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT) Instalación de Aplicación de Satélites Oceánicos y de Hielo Marino (OSI SAF). *Índice de Hielo Marino 1978-en adelante, versión 2.2, OSI-Artículo 420*. EUMETSAT OSI SAF, 2023. Datos extraídos del servidor FTP OSI SAF: (1978-2025). Fetterer, F.; Knowles, K.; Meier, W. N. y cols. *Índice de Hielo Marino, Versión 3*. Datos Nacionales de Nieve y Hielo Centro (NSIDC): Boulder, Estados Unidos, 2017. https://nsidc.org/data/G02135/versions/3.
Lavergne, T.; Sørensen, A. M.; Kern, S. y cols. Versión 2 de los registros de datos climáticos de concentración de hielo marino EUMETSAT, OSI, SAF y ESA CCI . *La Criosfera* **2019**, *13* (1), 49–78. https://doi.org/10.5194/TC-13-49-2019.

DATOS DE PRECIPITACIÓN

En el análisis se utilizaron los siguientes conjuntos de datos del Centro Mundial de Climatología de la Precipitación (GPCC):

- First Guess Mensual, https://doi.org/10.5676/DWD_GPCC/FG_M_100
- Producto de supervisión (versión 2022), https://doi.org/10.5676/DWD_GPCC/MP_M_V2022_100
- Datos completos mensuales (versión 2022), https://doi.org/10.5676/DWD_GPCC/FD_M_V2022_100
- Climatología de las precipitaciones (versión 2022), https://doi.org/10.5676/DWD_GPCC/CLIM_M_V2022_100

MAPA DE ENSO

El mapa de los impactos típicos de El Niño en las precipitaciones se basó en información de varias fuentes, entre ellas:

- https://iridl.ldeo.columbia.edu/maproom/IFRC/FIC/ElNinoandRainfall.pdf
- https://interagencystandingcommittee.org/sites/default/files/migrated/2019-02/Inter_agency_sops_for_early_action_to_el_nino_la_nina_episodes.pdf
- https://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/gallery/metofficegovuk/images/investigación/clima/global/el-nino-precip.jpg
- https://climexp.knmi.nl/effects.cgi?id=someone@somewhere#precipitation
- https://ds.data.jma.go.jp/tcc/tcc/products/climate/ENSO/elnino.html
- https://confluence.ecmwf.int/display/COPSRV/ENSO+impacts+on+Europe
- Red de Sistemas de Alerta Temprana de Hambruna (FEWS NET). *El Niño y las precipitaciones*; Serie de Hojas Informativas de Agroclimatología; Vol. 1; Año 2020.

BARRA LATERAL - ANOMALÍAS DE LA TEMPERATURA MEDIA SUPERFICIAL MUNDIAL EN 2023/2024: HACIA LA COMPRENSIÓN DE LOS FACTORES QUE INFLUYEN

La serie de temperatura global utilizada es el promedio de los seis conjuntos de datos de temperatura global descritos en Datos de temperatura global. La tendencia al alza se estimó utilizando una curva suavizada de loess a 20 años ajustada a los datos hasta 2022 y proyectada hasta 2024.

El impacto del ENSO en las temperaturas se puede estimar de múltiples maneras. Aquí se utiliza una regresión lineal de la anomalía relativa media anual en el índice Niño 3.4 de febrero/marzo y sugiere un impacto de -0.07 °C, 0.01 °C y 0.13 °C para 2022, 2023 y 2024, respectivamente (IC 95%, ±0.13 °C). Algunos resultados de simulaciones de modelos climáticos de control preindustrial56 sugieren que una transición de La Niña a El Niño puede producir un salto anómalo de hasta 0,25 °C en el año de transición, pero no está claro cómo aplicar esto a 2023, ya que habría que condicionar el efecto sobre el cambio de ENSO que realmente se experimentó.

El cambio en la regulación de la OMI en 2020 condujo a una rápida reducción de aproximadamente 7 TgSO2 por año y un cambio escalonado del forzamiento radiativo de 0,15 [0,1–0,2] W m^{-2} (con un rango estimado a partir de una selección de estudios57,58,59,60,61). Los impactos de temperatura en 2023 calculados por los respectivos estudios revisados están entre 0,03 °C y 0,08 °C, y son ligeramente mayores en 2024.

El ciclo solar 25 fue ligeramente más temprano y ligeramente más fuerte de lo esperado, y el impacto de la anomalía de la irradiancia solar total (TSI) de 0,97 W m^{-2} en 2023 en relación con la media de los 20 años anteriores es un forzamiento radiativo de aproximadamente 0,17 W m^{-2} y un impacto estimado de 0,07 °C [0,05-0,10] °C en las temperaturas medias globales de la superficie con un retraso de uno a dos años.[62] Así, los impactos en 2023 y 2024 se sitúan en torno a los 0,04 °C y 0,07 °C, respectivamente (±0,025 °C).

Las emisiones de aerosoles de sulfato de Asia Oriental han disminuido drásticamente desde su punto máximo en 2006 (38 TgSO2 por año), un tercio en 2014 (23 TgSO2 por año) y luego en un 50% adicional desde entonces (en 2022 fueron 11 TgSO2 por año). Por sí solo, esto conduciría a un forzamiento radiativo adicional de 0,14 W m^{-2} y un calentamiento de 0,06 °C (±0,04 °C) en 2023 en comparación con un mundo en el que las emisiones de aerosoles de Asia Oriental se mantuvieran en los niveles de 2006. Pero parte de este descenso ya habrá afectado a las tendencias a largo plazo, por lo que la anomalía en 2023 en relación con 2020 es de solo 0,01 °C (calculado utilizando el modelo 63 de respuesta al impulso de amplitud finita (FaIR) (Leach et al., 2021)).

El evento volcánico HTHH añadió SO2 y vapor de agua a la estratosfera (hasta 56 km de altitud). La rápida oxidación de SO_2 a aerosol de sulfato dominó el forzamiento radiativo durante los dos primeros años después de la erupción, por lo que el forzamiento radiativo neto en la tropopausa fue probablemente negativo: −0,04 W m^{-2} y −0,15 W m^{-2} en 2022 y 2023, respectivamente,64 lo que implica un impacto de la temperatura de -0,02 °C [−0,01 °C a −0,03 °C], calculado utilizando el modelo FaIR.

Lista de colaboradores

MIEMBROS CONTRIBUYENTES

Alemania, Argelia, Argentina, Armenia, Australia, Azerbaiyán, Bahrein, Bangladesh, Barbados, Bélgica, Belice, Benin, Bosnia y Herzegovina, Botswana, Brasil, Brunei Darussalam, Bulgaria, Camerún, Canadá, Chile, China, Comoras, Costa Rica, Côte d'Ivoire, Chipre, Croacia, Cuba, República Checa, Dinamarca, Ecuador, Egipto, El Salvador, Estonia, Eswatini, Finlandia, Francia, Ghana, Grecia, Guatemala, Guinea-Bissau, Hong Kong, República Dominicana, República Dominicana, China; Islandia, India, Iraq, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Kazajstán, Kenya, Letonia, Libia, Lituania, Macao, China; Arabia Saudita, Malawi, Malasia, Malí, Marruecos, Mauricio, Mónaco, Mozambique, Myanmar, Namibia, Reino de los Países Bajos, Noruega, Nueva Zelandia, Pakistán, Paraguay, Perú, Polonia, Portugal, República Árabe Siria, República de Corea, República de Moldova, Rwanda, San Vicente y las Granadinas, Senegal, Serbia, Singapur, Sudáfrica, Sudán, Suecia, Suiza, Tailandia, Trinidad y Tabago, Túnez, Türkiye, Ucrania, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, Estados Unidos de América, República Unida de Tanzanía, Uruguay

ORGANISMOS DE LAS NACIONES UNIDAS

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Organización Internacional para las Migraciones (OIM), Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR)

INSTITUCIONES Y PROVEEDORES DE DATOS

Archivo, Validación e Interpretación de Datos Oceanográficos por Satélite (AVISO), Francia; Berkeley Earth, Estados Unidos; Oficina de Meteorología (BOM), Australia; CELAD, Francia; Unidad de Investigación Climática (CRU), Universidad de East Anglia, Reino Unido; Organización de Investigación Científica e Industrial del Commonwealth (CSIRO), Australia; Instituto Cooperativo de Investigación en Ciencias Ambientales (CIRES), Universidad de Colorado, Boulder, Estados Unidos; Servicio de Vigilancia del Medio Marino de Copernicus (CMEMS); Ecole Nationale Supérieur (ENS), Francia; Autoridad Meteorológica de Egipto; Ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático de Canadá (ECCC); Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Medio Plazo (ECMWF); Organización Europea para la Explotación de Satélites Meteorológicos (EUMETSAT) Instalación de Aplicación de Satélites Oceánicos y de Hielo Marino (OSI SAF); Centro Mundial de Climatología de Precipitaciones (GPCC), Alemania; Escuela de Graduados de Estudios Internacionales (GSIS), Universidad de Corea ; Instituto de Física Atmosférica (IAP), Academia China de Ciencias (CAS); Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA); Sistema Integrado de Observación del Carbono (ICOS) – Consorcio Europeo de Infraestructuras de Investigación (ERIC)/Universidad de Lund, Suecia; Centro de Monitoreo de Desplazamiento Interno (IDMC); Agencia Meteorológica de Japón (JMA); Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD), Francia; Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement (LSCE), Francia; Instituto Max Planck (MPI) de Biogeoquímica, Alemania; Mercator Ocean International, Francia; Oficina Meteorológica Hadley Centre, Reino Unido; Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) Instituto Goddard de Estudios Espaciales (GISS), Estados Unidos; Laboratorio de Monitoreo Global (GML) de la NOAA, Estados Unidos; Centros Nacionales de Información Ambiental (NCEI) de la NOAA, EE.UU.; Centro Nacional de Datos de Nieve y Hielo (NSIDC), Estados Unidos; Instituto Scripps de Oceanografía, Universidad de California, San Diego, EE.UU.; Stripe, Inc., Estados Unidos; Servicio Meteorológico Estatal de Turquía (TSMS); Universidade Estadual Paulista/Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (UNESP/CEMADEN), Brasil; Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil; Universidad de Bremen, Alemania; Universidad de California, Los Ángeles (UCLA), Estados Unidos; Universidad e Investigación de Wageningen, Reino de los Países

Bajos; Centro Mundial de Datos sobre Gases de Efecto Invernadero (WDCGG); Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares (WGMS)

AUTORES DE LA SECCIÓN

Autor principal y coordinador científico – John Kennedy (OMM)

Dióxido de carbono : Oksana Tarasova (OMM), Alex Vermeulen (ICOS ERIC), Xin Lan (NOAA GML, CIRES), Kazuhiro Tsuboi (JMA, WDCGG), Andrew Crotwell (NOAA GML, CIRES), Christoph Gerbig (MPI), Armin Jordan (MPI), Zoë Loh (CSIRO), Ingrid Luijkx (Universidad e Investigación de Wageningen), John Miller (NOAA GML), Ray Weiss (Instituto Scripps de Oceanografía), Thorsten Warneke (Universidad de Bremen, Alemania), Camille Yver (LSCE)

Temperatura media mundial – John Kennedy (OMM)

Contenido de calor oceánico : Karina von Schuckmann (Mercator Ocean International), Audrey Minière (ENS, LMD), Lijing Cheng (IAP/CAS), Flora Gues (CELAD)

Nivel medio global del mar – Anny Cazenave (Laboratorio de Geofísica Espacial y Estudios Oceanográficos (LEGOS)), Lancelot Leclerq (LEGOS)

pH oceánico – Karina von Schuckmann (Mercator Ocean international), Flora Gues (CELAD)

Balance de masa glaciar – Shawn Marshall (ECCC)

Extensión del hielo marino – Shawn Marshall (ECCC)

El Niño–Oscilación del Sur – Jessica Blunden (NOAA NCEI)

Patrones mundiales de temperatura y precipitación – Markus Ziese (GPCC, DWD), John Kennedy (OMM)

Eventos de alto impacto : Blair Trewin (BOM), Jorge Alvar-Beltrán (FAO), Arianna Gialletti (FAO), Jana Birner (ACNUR), Rosi-Selam Reusing (ACNUR), Elisabeth du Parc (OIM), Vicente Anzellini (IDMC), Sylvain Ponserre (IDMC)

Monitoreo de la temperatura global para el Acuerdo de París – Richard Betts (Universidad de Exeter y Met Office Hadley Centre), Fatima Driouech (Universidad Politécnica Mohammed VI (UM6P)), Robert Dunn (Met Office Hadley Centre), Piers Forster (Universidad de Leeds), Yu-Kyung Hyun (Administración Meteorológica de Corea), José Marengo (UNESP/CEMADEN, GSIS), Karen McKinnon (UCLA), Colin Morice (Oficina Meteorológica Hadley Centre), Matthew Palmer (Oficina Meteorológica Centro Hadley y Universidad de Bristol), Chris Smith (Vrije Universiteit Brussel), Peter Thorne (Centro Irlandés de Investigación y Análisis Climático de la Unidad de Investigación y Análisis Climático (ICARUS), Universidad de Maynooth), Blair Trewin (BOM), Tristram Walsh (Universidad de Oxford), Jonathan Winn (Oficina Meteorológica Centro Hadley), Panmao Zhai (Academia China de Ciencias Meteorológicas)

Recuadro: Anomalías de la temperatura media mundial en 2023/2024 - Gavin A. Schmidt (NASA GISS), Zeke Hausfather, (Stripe, Inc.)

REVISORES

Omar Baddour (OMM), Jesse Cruz (OMM), Nilay Dogulu (OMM), Robert Dunn (Oficina Meteorológica del Centro Hadley), Awatif Ebrahim (Autoridad Meteorológica de Egipto), Veronica Grasso (OMM), Peer Hechler (OMM), Christopher Hewitt (OMM), Anahit Hovsepyan (OMM), Andries Kruger (Servicio Meteorológico de Sudáfrica), Renata Libonati (UFRJ), Belén Martin Míguez (OMM), Atsushi Minami (JMA), Nakiete Msemo (OMM), Clare Nullis (OMM), Claire Ransom (OMM), Serhat Sensoy (TSMS), Peter Siegmund (KNMI), Álvaro Silva (IPMA), Mxolisi Shongwe (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)), Michael Sparrow (OMM), Johan Stander (OMM), Peter Thorne (Universidad de Maynooth), Blair Trewin (BOM), Freja Vamborg (ECMWF), Robert Vautard (IPCC)

COORDINACIÓN DEL PROGRAMA DE LA OMM

Omar Baddour (Jefe de los Servicios de Vigilancia y Política Climática (CMP)), Claire Ransom (Oficial Científica Asociada , CMP), Peer Hechler (Oficial Científico, CMP), Amir Delju (Oficial Científico Superior , Servicios), Wilfran Moufouma Okia (Jefe, Servicios Regionales de Predicción Climática (RCP)), Saeed Vazifehkhah (Oficial Científico, RCP), Benjamin Welch (CMP)

Notas

[1] Organización Meteorológica Mundial (OMM). *Boletín de Gases de Efecto Invernadero de la OMM, Nº 20* : El estado de los gases de efecto invernadero en la atmósfera sobre la base de las observaciones mundiales hasta 2023; OMM: Ginebra, 2024.

[2] Montzka, S. A. *El Índice Anual de Gases de Efecto Invernadero (AGGI) de la NOAA*; Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) Laboratorios de Investigación del Sistema Terrestre Laboratorio de Monitoreo Global, 2024. http://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/aggi.htmll.

[3] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). *Cambio Climático 2021: Las Bases de la Ciencia Física. Contribución del Grupo de Trabajo I al sexto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. et al., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Estados Unidos, 2021. https://doi. EXP/10.1017/9781009157896.

[4] Friedlingstein, P.; O'Sullivan, M.; Jones, M. W. et al. Presupuesto mundial de carbono 2024. *Earth System Science Data* **2024** [preimpresión]. https://doi.org/10.5194/essd-2024-519.

[5] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). *Cambio Climático 2021: Las Bases de la Ciencia Física. Contribución del Grupo de Trabajo I al sexto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. et al., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Estados Unidos, 2021. https://doi. EXP/10.1017/9781009157896.

[6] von Schuckmann, K.; Minière, A.; Gues, F. et al. Calor almacenado en el sistema terrestre 1960-2020: ¿A dónde va la energía? *Datos de Ciencias del Sistema Terrestre* **2023**, *15* (4), 1675–1709. https://doi.org/10.1029/2012GL051106.

[7] Levitus, S.; Antonov, J. I.; Boyer, T. P. et al. Contenido de calor oceánico mundial y cambio termostérico del nivel del mar (0-2000 m), 1955-2010. *Geophysical Research Letters* **2012**, *39* (10). https://doi.org/10.1029/2012GL051106.

[8] Cheng, L.; von Schuckmann, K.; Abraham, J. P. y cols. Calentamiento oceánico pasado y futuro. *Reseñas de la Naturaleza Tierra y Medio Ambiente* **2022**, *3*, 776–794. https://doi.org/10.1038/s43017-022-00345-1.

[9] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). *Cambio Climático 2021: Las Bases de la Ciencia Física. Contribución del Grupo de Trabajo I al sexto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. et al., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Estados Unidos, 2021. https://doi. EXP/10.1017/9781009157896.

[10] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). *Informe especial del IPCC sobre el océano y la criosfera en un clima cambiante*; Pörtner, H.-O.; Roberts, D. C.; Masson-Delmotte, V. et al., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Estados Unidos. 2019. https://doi.org/10.1017/9781009157964.

[11] Piecuch, C. G.; Quinn, K. J. El Niño, La Niña y el Presupuesto Mundial del Nivel del Mar. *Ciencias Oceánicas* **2016**, *12*, 1165–1177. https:// doi.org/10.5194/os-12-1165-2016.

[12] Grupo Presupuestario Mundial sobre el Nivel del Mar del PMIC. Presupuesto Mundial del Nivel del Mar 1993-presente. *Datos de Ciencias del Sistema Tierra* **2018**, *10*, 1551–1590. https://doi.org/10.5194/essd-10-1551-2018.

[13] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). *Cambio Climático 2022: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*;
Pörtner, H.-O.; Roberts, D. C.; Tignor, M. et al., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Estados Unidos, 2022. https://doi.org/10.1017/9781009325844.

[14] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). *Cambio Climático 2021: Las Bases de la Ciencia Física. Contribución del Grupo de Trabajo I al sexto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. et al., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Estados Unidos, 2021. https://doi. EXP/10.1017/9781009157896.

[15] von Schuckmann, K.; Moreira, L.; Cancet, M. y cols. El estado del océano global. En: *Informe sobre el estado de los océanos de Copérnico*, 8ª edición; von Schuckmann, K.; Moreira, L.; Grégoire, M. et al., Eds.; Publicaciones Copérnico, 2024. https://doi.org/10.5194/ SP-4-OSR8-1-2024.

[16] Friedlingstein, P.; O'Sullivan, M.; Jones, M. W. et al. Presupuesto mundial de carbono 2024. *Earth System Science Data* **2024** [preimpresión]. https://doi.org/10.5194/essd-2024-519.

[17] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Resumen para los responsables de la formulación de políticas. En: *Cambio Climático 2021: Lo Físico Bases científicas. Contribución del Grupo de Trabajo I al sexto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Clima Cambio*; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. et al., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Estados Unidos. https://doi.org/10.1017/9781009157896.001.

[18] Bindoff, N. L.; Cheung, W. W. L.; Kairo, J. G. et al. Océano cambiante, ecosistemas marinos y comunidades dependientes. En: *Informe especial del IPCC sobre el océano y la criosfera en un clima cambiante*; Pörtner, H.-O.; Roberts, D. C.; Masson-Delmotte , V. et al., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Estados Unidos, 2019. https://doi. org/10.1017/9781009157964.007.

[19] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). *Resumen para los responsables de la formulación de políticas*. En *Cambio Climático 2022: Impactos , Adaptación y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Sexto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*; Pörtner, H.-O.; Roberts, D. C.; Tignor, M. et al., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Estados Unidos, 2022. https://doi.org/10.1017/9781009325844.001.

[20] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Resumen para los responsables de la formulación de políticas. En *el Informe especial del IPCC sobre el océano y la criosfera en un clima cambiante*; Pörtner, H.-O.; Roberts, D. C.; Masson-Delmotte, V. et al., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Estados Unidos, 2019. https://doi.org/10.1017/9781009157964.001.

[21] Grupo Presupuestario Mundial sobre el Nivel del Mar del PMIC. Presupuesto Mundial del Nivel del Mar 1993-presente. *Datos de Ciencias del Sistema Tierra* **2018**, *10*, 1551–1590. https://doi.org/10.5194/essd-10-1551-2018.

[22] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Resumen para los responsables de la formulación de políticas. En: *Cambio Climático 2021: Las Bases de la Ciencia Física. Contribución del Grupo de Trabajo I al sexto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. et al., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Estados Unidos, 2021. https://doi.org/10.1017/9781009157896.001.

[23] Centro Nacional de Datos de Nieve y Hielo (NSIDC). *La extensión máxima del hielo marino antártico en 2024 termina en el segundo lugar más bajo*; NSIDC, 3 de octubre de 2024. https://nsidc.org/sea-ice-today/ análisis/2024-al-hielo-marino-antártico-máximo-termina-el-segundo-bajo.

[24] Purich, A.; Doddridge, E. W. La cobertura récord de hielo marino en la Antártida indica un nuevo estado de hielo marino. *Comunicaciones Tierra y Medio Ambiente* **2023**. *4* (1). https://doi.org/10.1038/s43247-023-00961-9.

[25] Dinneen, J. Otra depresión extrema para el hielo marino antártico indica un cambio permanente. *New Scientist*, 12 de septiembre de 2024. https://www.newscientist.com/article/2447700.

[26] https://www.fsinplatform.org/sites/default/files/resources/files/GRFC2024-MYU-en.pdf

[27] EM-DAT registra 890 muertes en 6 países

[28] https://ahacentre.org/situation-update/situation-update-no-8-combined-effects-of-tropical-cyclone-yagi-and-monzón-suroeste-27-septiembre-2024/

[29] Un total de 219 muertes según https://www.ncei.noaa.gov/access/billions/events/US/2024

[30] Cifras preliminares del Centro de Monitoreo de Desplazamiento Interno (IDMC)

[31] https://www.unhcr.org/news/briefing-notes/cyclone-chido-leaves-trail-destruction-mozambique-and más allá del desplazamiento

[32] https://reliefweb.int/report/mayotte-france/acaps-briefing-note-mayotte-impact-tropical-cyclone-chido-19-diciembre-2024

[33] https://reliefweb.int/report/mayotte-france/situation-overview-overview-impact-cyclone-chido-mayotte-1812202 4

[34] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). *Inundaciones en Afganistán, 2024: el impacto de las inundaciones en la agricultura y los medios de vida*; Centro de Datos en Situaciones de Emergencia de la FAO, 2024.

[35] https://www.unhcr.org/news/briefing-notes/flood-hit-communities-afghanistan-need-urgent-humanitarian-support

[36] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). *Inundaciones en los países del Sahel: ¿qué impacto tiene en la agricultura y la seguridad alimentaria?* FAO, 2024. https://www.fao.org/africa/news-stories/news-detail/ inundaciones-en-los-países-del-sahel-qué-impacto-en-

la-agricultura-y-la-seguridad-alimentaria/en.

[37] https://www.unocha.org/publications/report/kenya/eastern-africa-heavy-rains-and-flooding-flash-update-1-3-may-2024

[38] https://www.unhcr.org/news/stories/five-things-know-about-catastrophic-flooding-east-and-horn-africa

[39] https://reliefweb.int/report/kenya/eastern-africa-heavy-rains-and-flooding-flash-update-4-30-may-2024

[40] https://www.unhcr.org/sites/default/files/2024-09/Southern-Africa-75-ExCom-English.pdf

[41] https://reliefweb.int/report/zambia/unhcr-zambia-drought-emergency-update-no-1-31-july-2024

[42] EM-DAT

[43] https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/ten-most-impactful-weather-stories/2024.html

[44] https://atmosphere.copernicus.eu/cams-global-wildfires-review-2024-harsh-year-americas

[45] Datos preliminares del Centro de Monitoreo de Desplazamiento Interno (IDMC), Informe Mundial sobre Desplazamiento Interno (GRID) 2025

[46] Thiem, H. *Sequía y olas de calor de varios años en todo México en 2024*; Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), 22 de julio de 2024. https://www.climate.gov/news-features/event-tracker/multi-year-drought-and-heat-waves-across-mexico-2024#:~:text=2024's%20drought%20impacts%20on%20crops,directamente%20due%20to%20the%20 drought.

[47] https://www.unhcr.org/news/briefing-notes/unhcr-supports-brazils-response-devastating-floods

[48] EM-DAT

[49] https://www.lamoncloa.gob.es/info-dana/Paginas/2024/131224-datos-seguimiento-actuaciones-gobierno.aspx

[50] Organización Meteorológica Mundial (OMM). *2023 Estado de los servicios climáticos: salud* (OMM-Nº 1335). Ginebra, 2023.

[51] Betts, R. A.; Belcher, S. E.; Hermanson, L. et al. Acercándose a 1,5 °C: ¿Cómo sabremos que hemos alcanzado esta marca crucial de calentamiento? *Naturaleza* **2023**, *624* (7990), 33–35. https://doi.org/10.1038/d41586-023-03775-z.

[52] Betts, R. A.; Belcher, S. E.; Hermanson, L. et al. Acercándose a 1,5 °C: ¿Cómo sabremos que hemos alcanzado esta marca crucial de calentamiento? *Naturaleza* **2023**, *624* (7990), 33–35. https://doi.org/10.1038/d41586-023-03775-z.

[53] Forster, P. M.; Smith, C.; Walsh, T. y cols. Indicadores de Cambio Climático Global 2023: Actualización anual de indicadores clave del estado del sistema climático e influencia humana. *Datos de Ciencias del Sistema Terrestre* **2024**, 16 (6), 2625–2658. https://doi. org/10.5194/ESSD-16-2625-2024.

[54] Rantanen, M.; Laaksonen, A. El aumento de las temperaturas globales en septiembre de 2023 es extremadamente improbable debido únicamente a la variabilidad climática interna. *npj Ciencias del Clima y la Atmósfera* **2024**, *7*. https://doi.org/10.1038/s41612-024-00582-9.

[55] Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). *Cambio Climático 2021: Las Bases de la Ciencia Física. Contribución del Grupo de Trabajo I al sexto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. et al., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, Reino Unido y Nueva York, Estados Unidos, *2021*. https://doi. EXP/10.1017/9781009157896.

[56] Raghuraman, S. P.; Soden, B.; Clemente, A. y cols. El pico del calentamiento global de 2023 fue impulsado por El Niño-Oscilación del Sur . *Química y Física Atmosférica* **2024**, *24*, 11275–11283. http://dx.doi.org/10.5194/acp-24-11275-2024.

[57] Gettelman, A.; Christensen, M. W.; Diamond, M. S. et al. ¿La reducción de las emisiones de los buques ha adelantado el calentamiento global? *Cartas de Investigación Geofísica* **2024**, *51*. https://doi.org/10.1029/2024GL109077.

[58] Jordán, G.; Henry, M. IMO2020 Las regulaciones aceleran el calentamiento global hasta en 3 años en UKESM1. *El futuro de la Tierra* **2024**, *12*. https://doi.org/10.1029/2024EF005011.

[59] Quaglia, I.; Visioni, D. Modelar los cambios regulatorios de 2020 en las emisiones del transporte marítimo internacional ayuda a explicar el calentamiento anómalo de 2023 . *La Plataforma Comunitaria Interactiva EGU* **2024** [preprint]. https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-1417.

[60] Yoshioka, M.; Grosvenor, D. P.; Booth, B. B. B. et al. Efectos de calentamiento de la reducción de las emisiones de azufre del transporte marítimo. *La Plataforma Comunitaria Interactiva EGU* **2024** [preprint]. https://doi.org/10.5194/egusphere-2024-1428.

[61] Yuan, T.; Canción, H.; Oreopoulos, L. et al. Reducción abrupta de las emisiones del transporte marítimo como una terminación inadvertida de la geoingeniería El choque produce un calentamiento radiativo sustancial. *Comunicaciones Tierra y Medio Ambiente* **2024**, *5*. https://doi.org/10.1038/S43247-024-01442-3.

[62] Misios, S.; Mitchell, D. M.; Gray, L. J. et al. Señales solares en simulaciones CMIP-5: efectos del acoplamiento atmósfera-océano. *Revista trimestral de la Real Sociedad Meteorológica* **2016**, *142* (695), 928–941. https://doi.org/10.1002/qj.2695.

[63] Leach, N. J.; Jenkins, S.; Nicholls, Z. et al. FaIRv2.0.0: Un modelo generalizado de respuesta al impulso para la incertidumbre climática y la exploración de escenarios futuros. *Desarrollo de modelos geocientíficos* **2021**, *14*, 3007–3036. https://doi.org/10.5194/GMD-14-3007-2021.

[64] Schoeberl, M. R.; Wang, Y.; Taha, G. y cols. Evolución del forzamiento climático durante los dos años posteriores a la erupción del Hunga Tonga-Hunga Ha'apai. *Revista de Investigación Geofísica: Atmósferas* **2024**, *129*. https://doi.org/10.1029/2024JD041296.

Food and Agriculture Organization of the United Nations

UNHCR The UN Refugee Agency

IOM UN MIGRATION

WFP World Food Programme

Para obtener más información, póngase en contacto con:

Organización Meteorológica Mundial

7 bis, avenue de la Paix – P.O. Box 2300 – CH 1211 Ginebra 2 – Suiza

Oficina de Comunicaciones Estratégicas Oficina del Gabinete del Secretario General

Tel: +41 (0) 22 730 83 14 – Fax: +41 (0) 22 730 80 27

Correo electrónico: cpa@wmo.int

wmo.int

JN 24389