

Declaración de la OMM sobre el estado del clima mundial en 2017

TIEMPO CLIMA AGUA



ORGANIZACIÓN
METEOROLÓGICA
MUNDIAL

OMM-Nº 1212

OMM-N° 1212

© Organización Meteorológica Mundial, 2018

La OMM se reserva el derecho de publicación en forma impresa, electrónica o de otro tipo y en cualquier idioma. Pueden reproducirse pasajes breves de las publicaciones de la OMM sin autorización siempre que se indique claramente la fuente completa. La correspondencia editorial, así como todas las solicitudes para publicar, reproducir o traducir la presente publicación parcial o totalmente deberán dirigirse al:

Presidente de la Junta de Publicaciones
Organización Meteorológica Mundial (OMM)
7 bis, avenue de la Paix
Case postale 2300
CH-1211 Genève 2, Suiza

Tel.: +41 (0) 22 730 84 03
Fax: +41 (0) 22 730 81 17
Correo electrónico: publications@wmo.int

ISBN 978-92-63-31212-9

La presente publicación ha sido posible gracias a la colaboración con el Centro Africano de Aplicaciones Meteorológicas para el Desarrollo (ACMAD), Níger; el Centro Regional del Clima para el Sur de Sudamérica (CRC-SAS); el Centro Europeo de Predicción Meteorológica a Medio Plazo (CEPMMP), Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte; el Servicio Meteorológico del Japón (JMA); el Centro Hadley de la Oficina Meteorológica del Reino Unido; la Unidad de Investigación Climática de la Universidad de East Anglia, Reino Unido; el Centro de Predicción Climática; los Centros Nacionales de Información Medioambiental (NCEI) y el Centro Nacional de Huracanes de la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA), Estados Unidos de América; el Instituto Goddard de Investigaciones Espaciales (GISS) de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA), Estados Unidos; el Centro Mundial de Climatología de las Precipitaciones (GPCC), Alemania; el Centro Nacional de Datos sobre Nieve y Hielos (NSIDC), Estados Unidos; la División de Investigación Marina y Atmosférica de la Organización de Investigaciones Científicas e Industriales de la Commonwealth (CSIRO), Australia; el Global Snow Laboratory (Laboratorio de Nieve Mundial), Universidad de Rutgers, Estados Unidos; el Centro Regional sobre el Clima de la Asociación Regional VI; Climate Monitoring (Vigilancia del Clima), Alemania; el Centro Climático de Beijing, China; el Centro Climático de Tokio, Japón; el Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN), Ecuador; el Instituto de Meteorología e Hidrología del Caribe, Bridgetown, Barbados; el Instituto Real de Meteorología de los Países Bajos (KNMI), Países Bajos; el Instituto para el Clima Mundial y la Ecología (IGCE), Federación de Rusia; el Centro Mundial de Datos del Instituto de Investigaciones de Información Hidrometeorológica de Rusia (ARIHMI-WDC), Federación de Rusia; el Sistema de Información de las Estaciones de la Vigilancia de la Atmósfera Global (GAWSIS), MeteoSwiss, Suiza; el Centro Mundial de Datos sobre Gases de Efecto Invernadero (CMDGEI), Servicio Meteorológico del Japón, Japón; el Servicio Mundial de Vigilancia de los Glaciares (WGMS), Suiza; el Centro mundial de datos sobre el ozono y la radiación ultravioleta (WOUDC) del Departamento de Medioambiente y Cambio Climático del Canadá, Canadá; la Autoridad de la Cuenca del Níger, Níger. También han colaborado los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales o instituciones análogas de: Alemania, Argelia, Argentina, Australia, Austria, Bangladesh, Belarús, Bélgica, Bosnia y Herzegovina, Brasil, Bulgaria, Canadá, Chile, China, Chipre, Chequia, Colombia, Costa Rica, Croacia, Cuba, Dinamarca, Ecuador, Emiratos Árabes Unidos, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estados Unidos, Estonia, ex República Yugoslava de Macedonia, Federación de Rusia, Fiji, Filipinas, Finlandia, Francia, Gambia, Georgia, Grecia, Hungría, India, Indonesia, Irán (República Islámica del), Irlanda, Islandia, Israel, Italia, Japón, Kenya, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malasia, Malí, Malta, Marruecos, Mauricio, México, Nigeria, Noruega, Nueva Zelandia, Omán, Países Bajos, Pakistán, Paraguay, Perú, Portugal, Reino Unido, República de Corea, República de Moldova, República Unida de Tanzania, Rumanía, Serbia, Singapur, Sudáfrica, Suecia, Suiza, Tailandia, Túnez, Turkmenistán, Turquía, Ucrania y Uruguay.

Contribuyeron también a esta publicación diversas organizaciones internacionales e instituciones nacionales, entre ellas, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO); el Fondo Monetario Internacional (FMI); la Organización Internacional para las Migraciones (OIM); la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR); la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR); la Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCAH); el Programa Mundial de Alimentos (PMA); la Organización Mundial de la Salud (OMS); la Universidad Católica de Lovaina (Bélgica); el Centro de Investigación sobre la Epidemiología de los Desastres (CRED), y Munich Re.

Ilustración de la portada: Landi Bradshaw Photography

NOTA

Las denominaciones empleadas en las publicaciones de la OMM y la forma en que aparecen presentados los datos que contienen no entrañan, de parte de la Organización, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

La mención de determinados productos o sociedades mercantiles no implica que la OMM los favorezca o recomiende con preferencia a otros análogos que no se mencionan ni se anuncian.

Las observaciones, interpretaciones y conclusiones expresadas en las publicaciones de la OMM por autores cuyo nombre se menciona son únicamente las del autor y no reflejan necesariamente las de la Organización ni las de sus Miembros.

Índice

Prólogo	3
Resumen ejecutivo	4
Indicadores climáticos fundamentales	5
Temperatura	5
Gases de efecto invernadero	7
Presupuesto global de carbono	10
Los océanos en 2017	11
La criosfera en 2017	13
Principales factores de la variabilidad interanual del clima en 2017	15
Las precipitaciones en 2017	16
Fenómenos extremos	17
Riesgos climáticos e impactos conexos	29
Agricultura y seguridad alimentaria	29
Salud	32
Desplazamiento de poblaciones	32
Efectos económicos	33
Enfermedades transmitidas por vectores: el virus del Zika en las Américas	34



Prólogo

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) publica todos los años una Declaración sobre el estado del clima mundial con objeto de proporcionar información científica autorizada sobre el clima mundial y los fenómenos meteorológicos y climáticos destacados a escala mundial. Tras la entrada en vigor del Acuerdo de París y ahora que se cumple el 25º aniversario de la Declaración, la información que en ella figura cobra más importancia que nunca. La OMM seguirá esforzándose por aumentar la pertinencia de la información que proporciona a las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático por medio de la presente Declaración y de su Boletín anual sobre los Gases de Efecto Invernadero. Esas publicaciones complementan los informes de evaluación que publica el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) cada seis o siete años.

Desde que se publicara la primera Declaración sobre el estado del clima mundial en 1993, la comprensión científica de nuestro complejo sistema climático ha avanzado con gran rapidez, lo cual es particularmente cierto en lo que respecta a la contribución antropógena al cambio climático, así como a su naturaleza y magnitud. Gracias a esa mayor comprensión, hemos logrado documentar la incidencia de los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos y determinar en qué medida cabe atribuirlos a la influencia del hombre.

En el último cuarto de siglo, las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono —cuyas emisiones en aumento, así como las de otros gases de efecto invernadero, están impulsando el cambio climático antropógeno— han pasado de 360 partes por millón por volumen (ppm) a más de 400 ppm. Permanecerán en esos valores durante generaciones, por lo que el planeta se verá abocado a un futuro más cálido, en el que habrá más fenómenos meteorológicos, climáticos e hidrológicos extremos. El cambio climático se aprecia cada vez de forma más clara, como reflejan el aumento del nivel del mar, la acidificación y el calentamiento de los océanos, la fusión del hielo marino y otros indicadores climáticos.

En 2017 la temperatura media mundial superó en 1,1 °C la de la era preindustrial, es decir, más de la mitad del límite máximo de 2 °C establecido en el Acuerdo de París, el cual trata además de limitar el aumento de la temperatura a 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales. El año 2017 fue el año más cálido desde que se tienen registros sin un episodio de El Niño y uno de los tres años más cálidos después del año récord de 2016. Los nueve años más cálidos jamás registrados se han dado a partir de 2005 y los cinco más cálidos de todos ellos a partir de 2010.

En 2017 los fenómenos meteorológicos extremos segaron vidas y provocaron la destrucción de los medios de subsistencia en numerosos países. Debido a las altas temperaturas de la superficie del mar, la temporada de huracanes del Atlántico Norte fue la más costosa que se conozca en los Estados Unidos y acabó con decenios de logros alcanzados en materia de desarrollo en pequeñas islas del Caribe, tales como Dominica. Las inundaciones provocaron el desarraigo de millones de personas en el subcontinente indio mientras que, en el Cuerno de África, la sequía está exacerbando la pobreza y agravando la presión migratoria. Por ello, no resulta sorprendente que en el Global Risks Report 2018 del Foro Económico Mundial los fenómenos meteorológicos extremos se consideren como el principal riesgo a que se enfrenta la humanidad.

Habida cuenta de la gravedad de los impactos socioeconómicos del cambio climático, la OMM se ha asociado con otras organizaciones de las Naciones Unidas para incluir en la presente Declaración información sobre la forma en que el clima ha afectado a las pautas migratorias, la seguridad alimentaria, la salud y otros sectores. Esos impactos afectan de manera desproporcionada a las naciones vulnerables, como se puso de manifiesto en un estudio reciente del Fondo Monetario Internacional, que alertaba de que un aumento de la temperatura de 1 °C reduciría significativamente la tasa de crecimiento económico de muchos países de bajos ingresos.

Aprovecho esta oportunidad para expresar mi agradecimiento a los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales de los Miembros de la OMM, los organismos y centros internacionales y regionales de datos y a los expertos en cuestiones climáticas de todo el mundo por sus contribuciones, así como a los organismos afines de las Naciones Unidas por sus valiosas aportaciones sobre los efectos socioeconómicos del cambio climático. Su ayuda ha sido inestimable para que esta Declaración anual de la OMM alcance el más alto nivel científico, sea de relevancia para la sociedad y sirva para guiar las actividades llevadas a cabo en el marco del Acuerdo de París, el Marco de Sendái para la Reducción del Riesgo de Desastres y los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas



(P. Taalas)
Secretary-General

Resumen ejecutivo

En 2017 las temperaturas medias mundiales superaron en $1,1\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ las de los niveles preindustriales. Si bien 2017 fue más fresco que el año récord de 2016, se trata de uno de los tres años más cálidos de los que se tienen datos y el más cálido sin haber tenido influencia del fenómeno de El Niño. La temperatura media mundial para el período 2013–2017 supera en casi $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ la media de 1850–1900 y es también la media quinquenal más elevada jamás registrada. Además, durante ese período, siguieron aumentando el nivel del mar, que experimentó una aceleración, y las concentraciones de los gases de efecto invernadero. El tamaño de la criosfera siguió contrayéndose, lo que se manifestó en una reducción del hielo marino del Ártico y la Antártida.

El riesgo general de enfermedades o muertes relacionadas con el calor ha aumentado de forma constante desde 1980, y actualmente cerca del 30 % de la población mundial vive en zonas donde las altas temperaturas provocan muertes al menos 20 días al año.

En 2017 hubo numerosos fenómenos climáticos y meteorológicos significativos, entre los que cabe citar los huracanes del Atlántico Norte, donde se dio una temporada ciclónica muy activa, graves inundaciones debidas a los monzones en el subcontinente indio, y continuas sequías graves en algunos lugares del África oriental. Todo ello contribuyó a que 2017 fuera el año en el que se documentó el mayor número de pérdidas económicas relacionadas con fenómenos meteorológicos y climáticos extremos. Los fenómenos meteorológicos extremos siguen siendo clasificados por el Foro Económico Mundial entre los riesgos más graves a los que se enfrenta la humanidad, tanto por las probabilidades de que se produzcan como por sus impactos¹.

En Somalia siguen produciéndose desplazamientos internos masivos a causa de la sequía y la inseguridad alimentaria. Desde noviembre de 2016 hasta diciembre de 2017 la Oficina del Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) registró 892 000 desplazamientos motivados por la sequía.

En agosto y septiembre de 2017, los tres grandes huracanes de efectos devastadores que llegaron a tierra en rápida sucesión en el sur de los Estados Unidos de América y en varias islas del Caribe batieron todos los récords de pérdidas y daños causados por tales fenómenos meteorológicos extremos recogidos en los registros modernos.

La información que figura en el presente informe procede de un gran número de Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) e instituciones asociadas, así como de los Centros Regionales sobre el Clima, el Programa Mundial de Investigaciones Climáticas (PMIC), la Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG) y la Vigilancia de la Criosfera Global (VCG). También han aportado información otros organismos internacionales, entre ellos, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), el Programa Mundial de Alimentos (PMA), la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR), la Organización Internacional para las Migraciones (OIM), el Fondo Monetario Internacional (FMI), la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres y la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (COI de la UNESCO).

Valores de los indicadores climáticos fundamentales

<i>Indicador</i>	<i>Período de tiempo</i>	<i>Valor</i>	<i>Clasificación</i>
Anomalía de la temperatura media global en superficie (referencia 1981–2010)	2017, media anual	+0,46 °C	Segunda más alta jamás registrada
Variación del contenido calorífico de los océanos a escala mundial, capa de 0–700 metros	2017, media anual	1,581 x 10 ²³ J	La más alta jamás registrada
Fracción molar media en superficie para el CO ₂ a escala mundial	2016, media anual	403,3 partes por millón	La más alta jamás registrada
Media de la variación mundial del nivel del mar desde 1993	2017, diciembre	8,0 cm	La más alta jamás registrada
Extensión mínima del hielo marino del Ártico en verano	2017, septiembre	4,64 millones de km ²	La octava jamás registrada

¹ Foro Económico Mundial, 2018: *The Global Risks Report 2018*.

Indicadores climáticos fundamentales

TEMPERATURA

El año 2017 fue uno de los tres años más cálidos jamás registrados. A partir de una combinación de cinco conjuntos de datos, tres basados en observaciones en superficie clásicas y dos en reanálisis², se constató que la temperatura media mundial superó en 0,46 °C \pm 0,1 °C la media del período 1981–2010³, y en aproximadamente 1,1 °C \pm 0,1 °C la de los niveles preindustriales⁴. Según esos datos, no es posible distinguir a 2017 o 2015 como segundo o tercer año más cálido jamás registrado, aunque sí pueden clasificarse ambos inmediatamente después de 2016, año que superó en 0,56 °C la media de 1981–2010. Esos años, 2015, 2016 and 2017, fueron claramente más cálidos que los años anteriores a 2015, los cuales fueron todos al menos 0,15 °C más fríos.

Los nueve años más cálidos jamás registrados se han dado a partir de 2005 y los cinco más cálidos de todos ellos a partir de 2010, mientras que el año más frío del siglo XXI —2008, con una temperatura superior en 0,09 °C a la media del período 1981–2010— se habría clasificado como el segundo año más cálido del siglo XX.

La temperatura media del quinquenio 2013–2017 —en el que se dio una anomalía positiva de 0,4 °C con respecto a la media del período 1981–2010 (y de 1,0 °C con respecto a los niveles preindustriales)— es también la más elevada jamás registrada para un quinquenio. Una media correspondiente a un período de cinco años brinda una perspectiva a más largo plazo de las temperaturas mundiales recientes, a la vez que acusa menos influencia que las temperaturas anuales de las fluctuaciones interanuales, como las vinculadas al fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS).

En los distintos conjuntos de datos el año 2017 aparece como el segundo más caluroso en los dos conjuntos

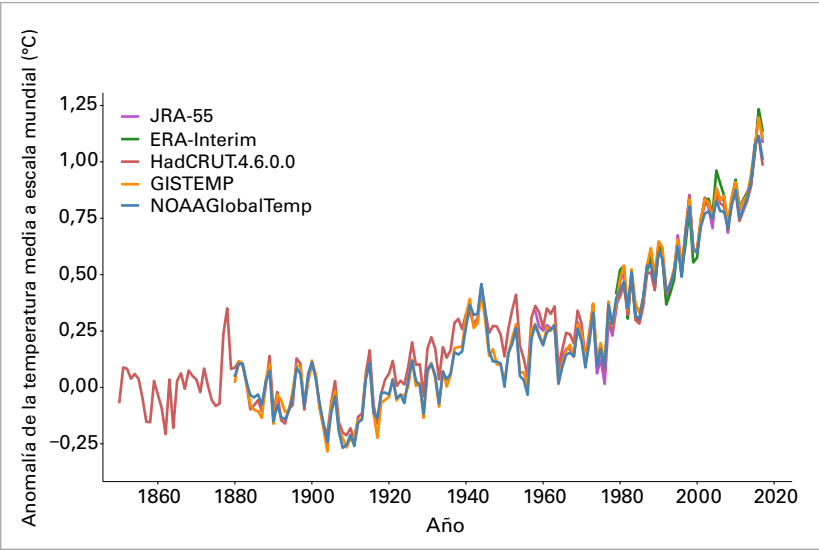


Figura 1. Anomalías de la temperatura media a escala mundial con respecto al período de referencia 1850–1900, según los cinco conjuntos de datos mundiales (Fuente: Centro Hadley de la Oficina Meteorológica del Reino Unido)

de datos de reanálisis (ERA-Interim y JRA-55), así como en el conjunto de datos de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) de los Estados Unidos, y como el tercer año más cálido de los conjuntos de datos de la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA) de los Estados Unidos y del Centro Hadley/Unidad de Investigación Climática de la Oficina Meteorológica del Reino Unido. Las diferencias entre los distintos conjuntos de datos obedecen principalmente a las diferentes formas de analizar las zonas para las que escasean los datos, especialmente el Ártico, que es una de las partes del mundo donde más acusado ha sido el calentamiento en los últimos años.

Las temperaturas mundiales permanecieron muy por encima de la media durante todo el año. Las anomalías más marcadas se dieron a principios de año, superando la media mensual, de enero a marzo, la del período 1981–2010 en al menos 0,5 °C, alcanzando en marzo concretamente 0,64 °C. Durante el resto del

Años más cálidos jamás registrados

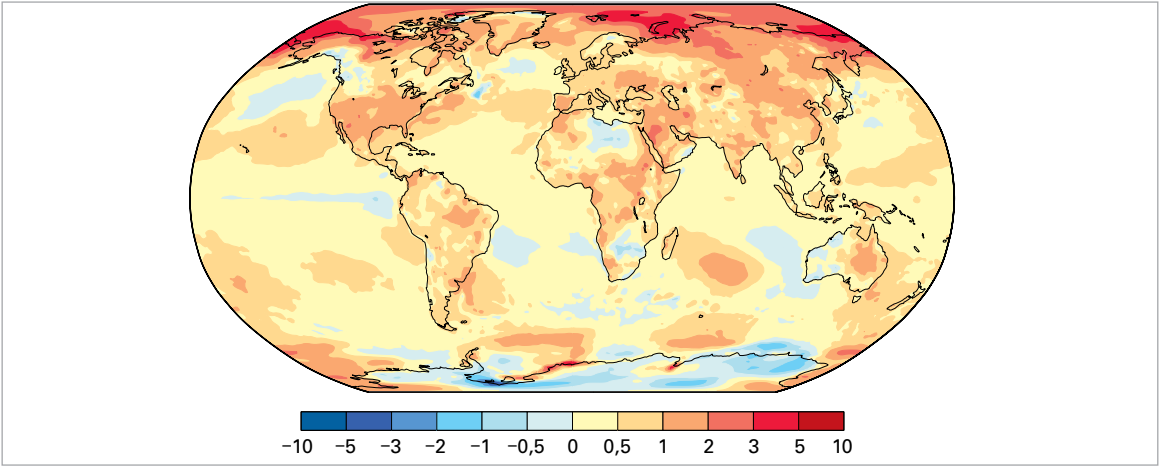
Año	Anomalía con respecto a la media de 1981–2010 (°C)
2016	+0,56
2017	+0,46
2015	+0,45
2014	+0,30
2010	+0,28
2005	+0,27
2013	+0,24
2006	+0,22
2009	+0,21
1998	+0,21

² Los conjuntos de datos convencionales utilizados son los de la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA) de los Estados Unidos, la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) de los Estados Unidos y el Centro Hadley de la Oficina Meteorológica del Reino Unido y la Unidad de Investigación Climática de la Universidad de East Anglia (Reino Unido). Además, se usan dos conjuntos de datos de reanálisis, a saber: el ERA-Interim, del Centro Europeo de Predicción Meteorológica a Medio Plazo (CEPMMP), y el JRA-55, del Servicio Meteorológico del Japón (JMA).

³ Excepto cuando se comparan las temperaturas con las de los niveles preindustriales, en el presente informe se utiliza 1981–2010 como período de referencia estándar, puesto que es el período para el que existe la gama más amplia de conjuntos de datos (especialmente satelitales).

⁴ A los efectos del presente informe, el período 1850–1900 se utiliza como referencia para las temperaturas preindustriales. No existe una diferencia apreciable en la evolución de la temperatura, tanto si se obtiene a partir de este período de referencia como si se obtiene de otros períodos de referencia utilizados tradicionalmente, como el de 1880–1900.

Figura 2. Anomalía de la temperatura del aire en superficie en 2017 con respecto a la media de 1981–2010
(Fuente: Datos de ERA-Interim, Centro Europeo de Predicción Meteorológica a Medio Plazo (CEPMMP), Servicio de Cambio Climático del programa Copernicus)



año, las anomalías de las temperaturas mensuales a escala mundial se situaron entre 0,3 °C y 0,5 °C, dándose la anomalía más baja en junio (0,34 °C).

Sin duda, el año 2017 fue el año más cálido desde que se tienen registros sin un episodio de El Niño. Por lo general, los episodios intensos de El Niño, como el que se produjo en 2015/2016, provocan un aumento de las temperaturas medias mundiales de entre 0,1 °C y 0,2 °C el año en que concluye el episodio y un aumento menor el año en que se produce. En el caso del episodio de 2015/2016, las temperaturas mundiales se dispararon de octubre de 2015 a abril de 2016, lo que repercutió de manera significativa en los valores anuales de 2015 y de 2016. Durante la mayor parte de 2017 prevalecieron unas condiciones neutras del ENOS y, a finales de año, se formó un episodio débil de La Niña.

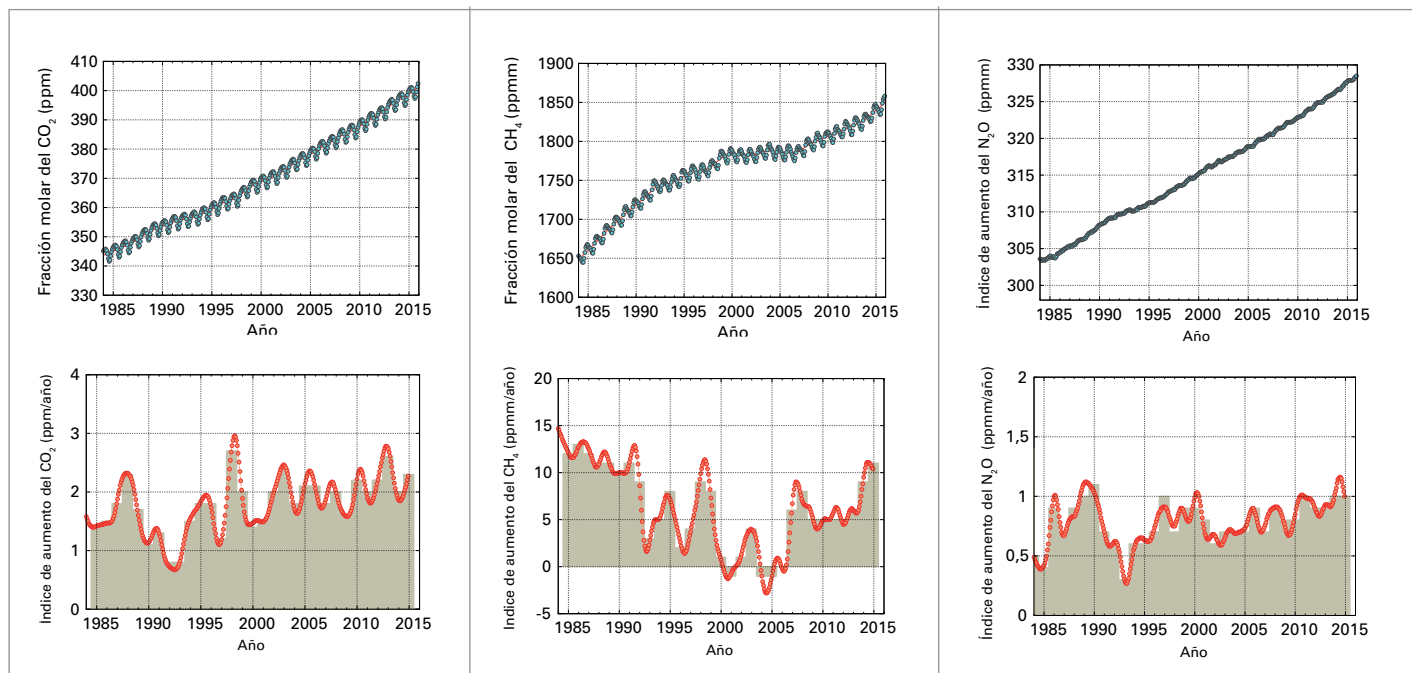
Las temperaturas cálidas de 2017 se distinguieron por su extensión espacial. Exceptuando la Antártida, la única zona terrestre con una extensión de un cierto tamaño en la que, según los análisis en superficie convencionales, las temperaturas medias anuales de 2017 estuvieron por debajo de la media de 1981–2010 fue una sección del oeste del Canadá situada en el interior de la Columbia Británica. De los datos de

reanálisis se desprende que también hubo algunas zonas con temperaturas inferiores a la media en algunas partes de África para las que los datos convencionales eran escasos, en particular en Libia y en zonas del interior del África Meridional. En la mayoría de las regiones de las latitudes más altas de Asia, en particular la parte asiática de Rusia, Mongolia y el norte de China, las temperaturas superaron la media en 1 °C o más. También fue el caso de otras regiones, como el noroeste del Canadá y Alaska, la mitad septentrional de los Estados Unidos y partes del norte de México, e igualmente algunas zonas del este de Australia. Las anomalías más marcadas, de más de 2 °C, se registraron en las latitudes más altas del hemisferio norte, particularmente en el este de Rusia y en el noroeste de América del Norte. En algunas localidades costeras, como Svalbard, donde se produce una retroalimentación debida a la reducción del hielo marino, las temperaturas llegaron a alcanzar 4 °C por encima del promedio.

Pese a las altas temperaturas generalizadas, en pocas regiones fue 2017 el año más cálido. De los 47 países que comunicaron temperaturas medias a escala nacional, solo en la Argentina, España, Mauricio, México, y el Uruguay fue el año más cálido jamás registrado. En la parte asiática de Rusia se

Anomalías de las temperaturas continentales

Región	Anomalía con respecto a la media de 1981–2010 (°C)	Clasificación en 2017	Registro existente
América del Norte	+0,84	6	+1,32 (2016)
América del Sur	+0,54	2	+0,69 (2015)
Europa	+0,73	5	+1,18 (2014)
África	+0,54	4	+0,83 (2010)
Asia	+0,88	3	+0,92 (2015)
Oceanía	+0,51	6	+0,73 (2013)



registró también el año más cálido (la Federación de Rusia en su conjunto se clasificó cuarta), al igual que en cinco estados de la mitad septentrional de los Estados Unidos y en los estados de Nueva Gales del Sur y Queensland del este de Australia.

En todos los continentes 2017 fue uno de los seis años más cálidos de los que se tuvieran datos, clasificándose en segundo lugar América del Sur, tercera Asia, cuarta África, quinta Europa y América del Norte y Oceanía sextas⁵. Las temperaturas de África batieron récords mensuales en mayo, junio, julio y septiembre, pero bajaron considerablemente a partir de octubre. En América del Sur se dieron el segundo verano y el segundo invierno más cálidos jamás registrados, mientras que en Oceanía julio batió su récord de temperatura.

GASES DE EFECTO INVERNADERO

El aumento de las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera es el principal impulsor del cambio climático. Las concentraciones atmosféricas de estos gases constituyen el balance entre las emisiones provocadas por las actividades humanas y la absorción neta por la biosfera y los océanos. Se expresan en fracciones molares en seco calculadas para el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O) a partir de los datos de observación de una red mundial *in situ*.

Las cifras correspondientes a la media mundial de 2017 no estarán disponibles hasta finales de 2018. Los datos en tiempo real para diversos lugares específicos, en particular Mauna Loa (Hawái) y el cabo Grim (Tasmania) indican que los niveles de CO₂, CH₄ y N₂O siguieron aumentando en 2017, pero todavía no queda claro en qué medida su tasa de aumento es comparable a la de 2016 o a la de años anteriores.

En 2016, las concentraciones de los gases de efecto invernadero alcanzaron nuevos valores máximos, a saber: 403,3±0,1 partes por millón (ppm) el CO₂, 1853±2 partes por mil millones (ppmm) el CH₄ y 328,9±0,1 ppmm el N₂O, que representan respectivamente el 145 %, el 257 % y el 122 % de los niveles preindustriales (antes de 1750).

El CO₂ creció a un ritmo más rápido entre 2015 y 2016 que el observado entre 2014 y 2015 y que la media del último decenio, y fue el mayor crecimiento anual observado desde 1984. El episodio de El Niño contribuyó a la aceleración de la tasa de aumento del CO₂ en 2016 debido al aumento de las emisiones de fuentes terrestres (p. ej., incendios forestales) y a una disminución de la captación de este gas por la vegetación en las zonas afectadas por las sequías. El episodio de El Niño de 2015/2016 propició la aceleración de la tasa de aumento a través de complejas interacciones recíprocas entre el cambio climático y el ciclo del carbono.

La tasa de aumento del CH₄ entre 2015 y 2016 fue ligeramente inferior a la observada entre 2014 y 2015, pero superior a la media del decenio anterior. En cuanto al N₂O, su tasa de aumento entre 2015 y 2016

Figura 3. Fila superior: Medias mundiales de la fracción molar (unidad que mide la concentración) del CO₂ expresadas en partes por millón (izquierda), del CH₄, expresadas en partes por mil millones (centro), y del N₂O, expresadas en partes por mil millones (derecha) de 1984 a 2016. La línea roja corresponde a la fracción molar media mensual que resulta de suprimir la variación estacional; los puntos y la línea azules representan las medias mensuales. Fila inferior: Los índices de aumento representan el incremento de las medias anuales sucesivas de las fracciones molares del CO₂, en partes por millón por año (izquierda), del CH₄, en partes por mil millones por año (centro), y del N₂O, en partes por mil millones por año (derecha).

(Fuente: Vigilancia de la Atmósfera Global de la OMM)

⁵ Las temperaturas de los continentes son las que notifica la NOAA, y están disponibles en la siguiente dirección: <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global-regions/201801>.

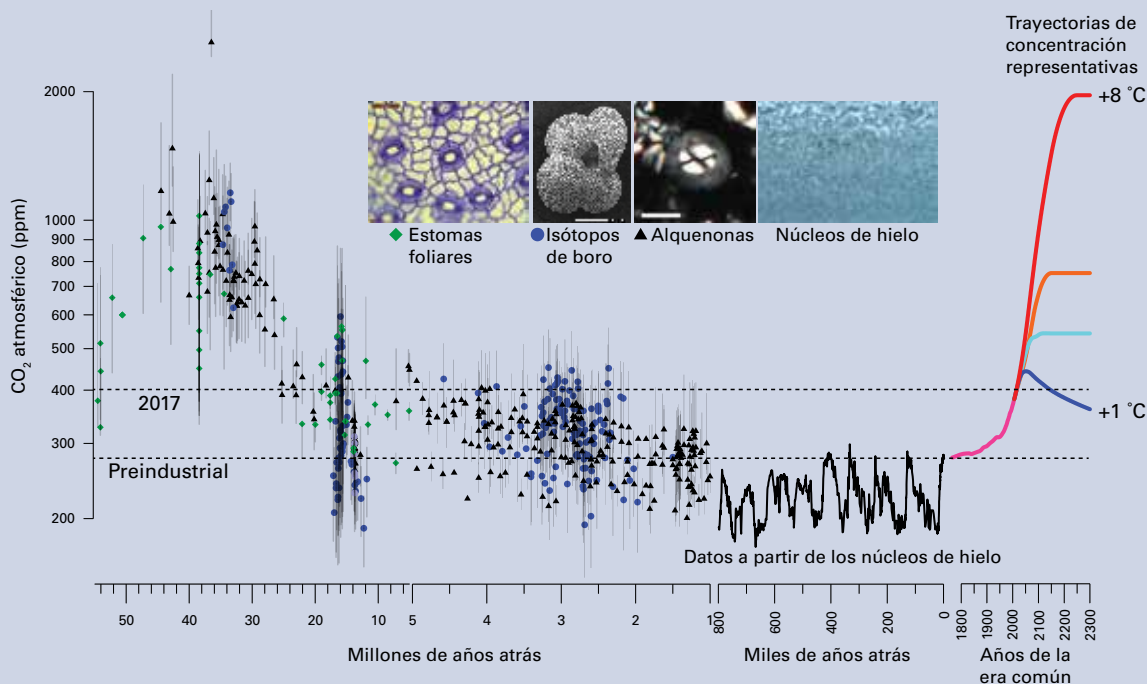
CONCENTRACIONES PRESENTES Y PASADAS DE CO₂

La reconstrucción del clima pasado nos permite aprender cómo el sistema Tierra ha respondido a las altas concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) atmosférico. Para obtener información sobre el estado de la atmósfera antes de que comenzasen a emplearse instrumentos de medición se utilizan combinaciones de datos indirectos que preservan las características físicas de las condiciones medioambientales pasadas. Así, se realizan mediciones directas a partir de las pequeñas burbujas de aire anterior que ha quedado capturado en los núcleos de hielo a medida que la nieve nueva que se acumula en la cima se solidifica y se convierte en hielo. Estas mediciones pueden aportar información sobre la composición de la atmósfera en el pasado.

Las mediciones directas del CO₂ atmosférico durante los últimos 800 000 años (véase la figura) aportan pruebas de que, durante las últimas ocho oscilaciones entre las edades de hielo (glaciales) y periodos cálidos similares al actual (interglaciales), el CO₂ atmosférico varió entre 180 y 280 partes por millón (ppm), lo que demuestra que la concentración actual de CO₂ de 400 ppm excede la variabilidad natural observada durante cientos de miles de años. En el último decenio se han utilizado nuevos registros de núcleos de hielo de alta resolución para estudiar la rapidez con la que el CO₂ atmosférico sufrió

variaciones en el pasado. Hace unos 23 000 años, después de la última edad de hielo, las concentraciones de CO₂ y la temperatura comenzaron a aumentar. Según los registros del núcleo de hielo de la Antártida Occidental, los aumentos más rápidos de CO₂ (16 000, 15 000 y 12 000 años atrás) variaron entre 10 y 15 ppm en un periodo de entre 100 y 200 años. En comparación, el CO₂ ha aumentado en 120 ppm en los últimos 150 años como consecuencia de la quema de combustibles fósiles.

Ciertos periodos del pasado con concentraciones de CO₂ similares a la actual pueden servir para elaborar estimaciones de un clima "en equilibrio". En el Plioceno Medio (entre 3 y 5 millones de años atrás), la última vez que la atmósfera de la Tierra tuvo una concentración de CO₂ de 400 ppm, la temperatura media global en superficie era unos 2 a 3 °C más cálida que en la actualidad; los mantos de hielo de Groenlandia y de la Antártida Occidental se fundieron e incluso desapareció parte del hielo de la Antártida Oriental, lo que provocó que el nivel de los mares aumentara entre 10 y 20 metros por encima del actual. Durante el Mioceno Medio (entre 15 y 17 millones de años), la concentración de CO₂ atmosférico alcanzó las 400 a 650 ppm, y la temperatura media global en superficie era entre 3 y 4 °C más cálida que la actual.



Las reconstrucciones del CO₂ atmosférico durante los últimos 55 millones de años se generan a partir de datos indirectos que incluyen isótopos de boro (círculos azules), alquenonas (triángulos negros) y estomas foliares (rombos verdes). Las mediciones directas relativas a los últimos 800 000 años se realizan en los núcleos de hielo antárticos mediante instrumentos modernos (línea rosa). Las estimaciones futuras incluyen las trayectorias de concentración representativas (RCP) 8,5 (línea roja), 6 (naranja), 4,5 (azul claro) y 2,6 (azul). Las referencias de todos los datos mostrados en este gráfico figuran en la versión ampliada en línea: (<http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ghg/ghg-bulletin13>).

también fue ligeramente inferior a la observada entre 2014 y 2015 e inferior a la media del decenio anterior.

OZONO

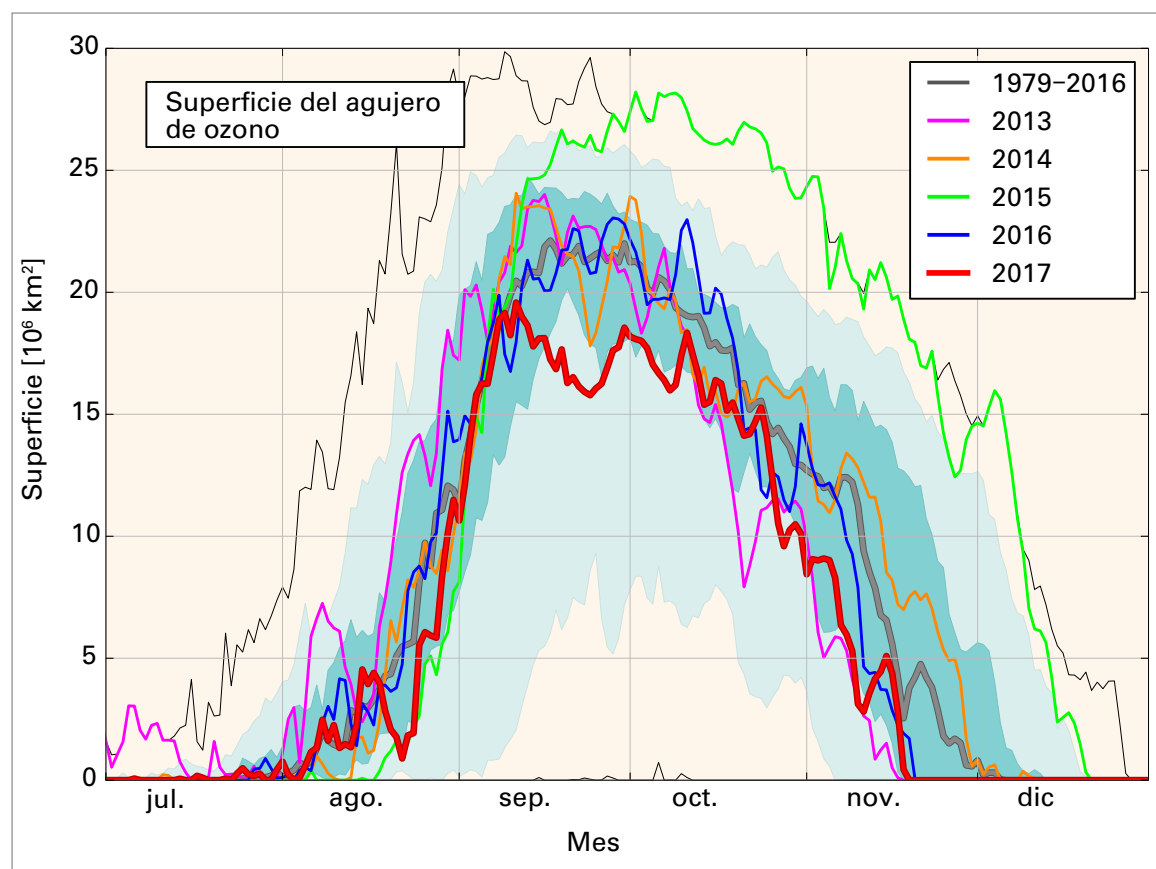
El agujero de ozono en la Antártida en 2017 fue relativamente reducido si se compara con el de decenios anteriores, lo que refleja fundamentalmente las condiciones atmosféricas locales de ese año, pero no constituye, en sí mismo, un indicio de una tendencia más sostenida a la baja. La mayoría de los indicadores del agujero de ozono revelan una tendencia a la baja débil y poco significativa en los últimos 20 años.

La extensión máxima estacional del agujero de ozono se alcanzó el 11 de septiembre, con 19,6 millones de km² como valor diario. Al comienzo de la estación, hasta la segunda semana de septiembre, el tamaño del agujero de ozono de la Antártida se encontraba en niveles cercanos

a los de la media de 1979–2016. No obstante, el vórtice polar se volvió inestable y elíptico la tercera semana de septiembre, superando las temperaturas de los casquetes polares (60–90° S) en 5 a 7 °C la media a largo plazo. Ello trajo como consecuencia una rápida disminución del tamaño del agujero de ozono, antes de que se produjera un ligero incremento hacia finales de septiembre.

La extensión media del agujero de ozono en el momento en que se produce el mayor agotamiento de este gas (del 7 de septiembre al 13 de octubre) fue de 17,4 millones de km². Se trata del valor más bajo desde 2002 (12 millones de km²), que también fue inferior al de 2012 (17,8 millones de km²), siendo el menor valor del período 2003–2016. La extensión media del agujero de ozono en sus 30 peores días consecutivos fue de 17,5 millones de km², es decir, el valor más bajo observado desde 2002 (15,5 millones de km²), siendo de nuevo ligeramente inferior a la de 2012 (18,9 millones de km²).

Figura 4. Superficie (en millones de km²) en la cual la columna de ozono total es de menos de 220 unidades Dobson; el año 2017 se muestra en rojo. Los años más recientes se indican en la leyenda a fines de comparación. La línea gris gruesa y mayormente uniforme corresponde a la media de 1979–2016. La zona sombreada oscura en verde y azul representa los percentiles de 30 a 70 y la zona sombreada clara en verde y azul representa los percentiles de 10 a 90 para el período 1979–2016. La línea negra fina muestra los valores máximos y mínimos diarios durante el período 1979–2016. La OMM ha elaborado este gráfico con los datos descargados del sitio web de Ozone Watch de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) de los Estados Unidos. Esos datos de la NASA se basan en observaciones satelitales de la Serie cartográfica y perfiladora del ozono (OMPS), de instrumentos de vigilancia del ozono (OMI) y del espectrómetro cartográfico del ozono total (TOMS).



Presupuesto global de carbono

Josep G. Canadell¹, Corinne Le Quéré²,
Glen Peters³, Robbie Andrew³, Pierre Fridlingstein⁴,
Robert B. Jackson⁵ y Tatiana Ilyina⁶

Evaluar con precisión las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y su redistribución en la atmósfera, los océanos y la tierra –el presupuesto de global de carbono– es importante para comprender cómo el ser humano está modificando el clima de la Tierra, para respaldar la elaboración de políticas climáticas y para mejorar las proyecciones del cambio climático futuro.

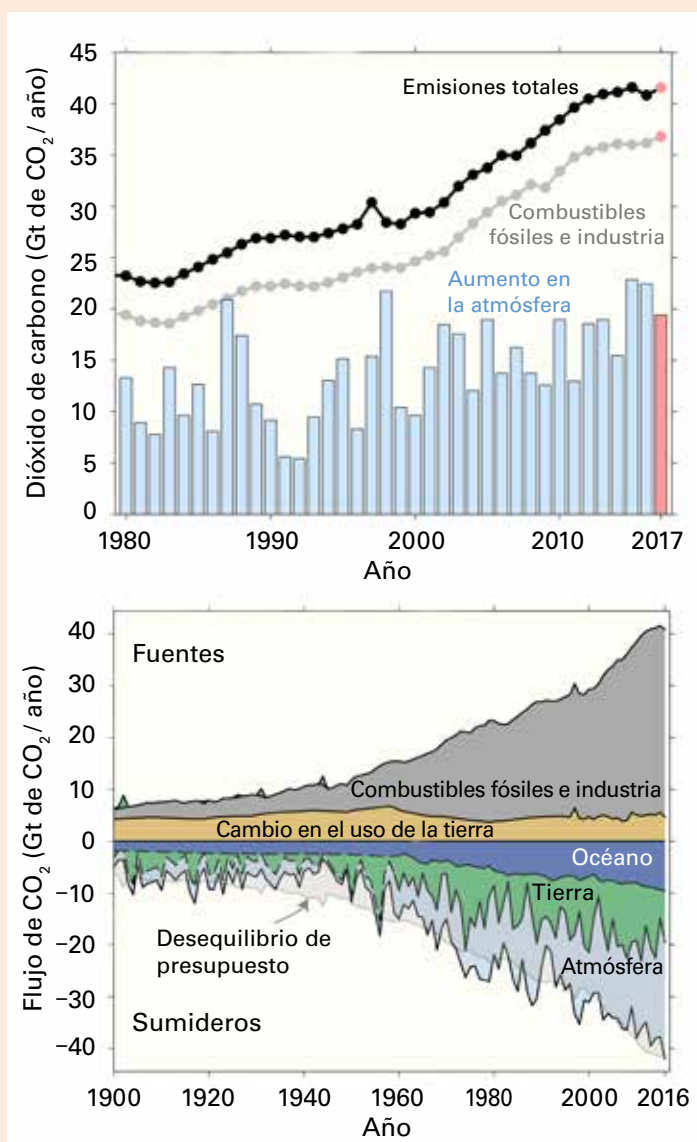
Las emisiones de CO₂ procedentes de la quema de combustibles fósiles y de la industria han aumentado durante decenios, y ese incremento se ha detenido únicamente durante las recesiones económicas mundiales. Por primera vez, entre 2014 y 2016 las emisiones no siguieron aumentando si bien la economía mundial continuaba expandiéndose. No obstante, el CO₂ se acumuló en la atmósfera a niveles sin precedentes: cerca de 3 partes por millón (ppm) por año en 2015 y en 2016, pese a que las emisiones de combustibles fósiles eran estables (gráfico superior). Esta llamativa dinámica fue consecuencia del fuerte aumento de la temperatura causado por El Niño en 2015 y 2016, período en que el sumidero terrestre de CO₂ absorbió menos eficazmente el CO₂ atmosférico y las emisiones provocadas por incendios superaron la media (en 2015). Datos preliminares para el año 2017 indican que las emisiones procedentes de la quema de combustibles fósiles y de la industria volvieron a aumentar en aproximadamente un 1,5 % (0,7 % a 2,4 %, ajuste por el año bisiesto), es decir, de 36 200 ± 2 000 millones de toneladas de CO₂ en 2016 a un máximo sin precedentes de 36 700 ± 2 000 millones de toneladas –65 % más elevadas que en 1990.

Las emisiones de CO₂ que se producen como resultado de cambios en el uso de la tierra ascendieron a 4 800 ± 2 600 millones de toneladas en 2016, lo que representa el 12 % de todas las emisiones antropógenas de CO₂, y, sobre la base de las primeras observaciones realizadas usando datos satelitales, se prevé que permanezcan estables o sean ligeramente más bajas en 2017. Las emisiones resultantes tanto de cambios en el uso de la tierra como de la quema de combustibles fósiles alcanzaron, en conjunto, cerca de 41 500 ± 4 400 millones de toneladas de CO₂ en 2017.

De todas las emisiones antropógenas de CO₂, solo cerca del 45 % permaneció en la atmósfera en un promedio anual durante el último decenio, un 25 % fue eliminado por los océanos y el 30 % restante, por la biosfera terrestre (gráfico inferior). Sin embargo, debido a un intenso episodio de El Niño, se registró de 2015 a 2016 un aumento de la concentración atmosférica de CO₂ de 22 100 ± 700 millones de toneladas (54 % de las

emisiones totales; 2,85 ppm), que es superior a la media del período 2007-2016. Los sistemas oceánico y terrestre eliminaron 9 500 ± 1 800 millones de toneladas de CO₂ (23 %) y 9 900 ± 3 700 millones de toneladas de CO₂ (24%) respectivamente.

Existen importantes incertidumbres en la cuantificación de los sumideros de carbono terrestres y oceánicos en escalas temporales subdecenales y decenales, así como en la reconstrucción de las emisiones acumuladas a lo largo de siglos de la era industrial, en particular las emisiones históricas procedentes de cambios en el uso de la tierra.



¹ Proyecto Carbono Global, Océanos y Atmósfera de la Organización de Investigaciones Científicas e Industriales del *Commonwealth* (CSIRO), Canberra, Australia

³ Centro de Investigación Internacional sobre el Clima y el Medio Ambiente – Oslo (CICERO), Oslo, Noruega

⁵ Departamento de Ciencias del Sistema Tierra, Instituto Woods de Medioambiente e Instituto Precourt de Energía, Universidad de Stanford, Stanford, Estados Unidos

⁶ Instituto Max Planck de Meteorología, Hamburgo, Alemania

Tendencias en las emisiones de CO₂ antropógeno y aumento del CO₂ atmosférico, 1980-2017. Las emisiones totales menos las emisiones de combustibles fósiles equivalen a las emisiones resultantes de los cambios en el uso de la tierra (gráfico superior). Presupuesto histórico global de carbono, 1900-2016 (gráfico inferior) (Fuente: Proyecto Carbono Global, <http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget>; Le Quéré, C. y otros, 2018: *The Global Carbon Budget 2017*. *Earth System Science Data*, 10, págs. 405 a 448; y actualizaciones de marzo de 2018).

LOS OCÉANOS EN 2017

TEMPERATURA

Pese a que la temperatura en la superficie del mar a escala mundial en 2017 estuvo ligeramente por debajo de los niveles de 2015 y 2016, se calificó como la tercera más cálida jamás registrada. Las anomalías más significativas de la superficie del mar se dieron en la parte occidental del Pacífico tropical y en la parte occidental y central del sur del océano Índico subtropical. En ambas regiones, las temperaturas de la superficie del mar fueron por lo general superiores en 0,5 °C a 1,0 °C a la media del período 1981–2010, superando en algunas zonas del océano Índico esa media de 1,0 °C, y alcanzando generalmente niveles récord. En cambio, las temperaturas se situaron ligeramente por debajo de la media en la mayor parte del océano Índico oriental y en la parte central y oriental del Pacífico ecuatorial, lo que se correspondía con las características del episodio débil de La Niña que se formó a finales de año. Asimismo, fueron ligeramente inferiores a la media en algunas partes del extremo sur del Atlántico. Por su parte, la zona de aguas frías del Atlántico nororiental, al sur de Islandia, fue de menor envergadura que en estos últimos años.

Por segundo año consecutivo, las temperaturas de la superficie del mar superiores a la media que se dieron frente a la costa oriental de Australia provocaron una significativa decoloración de los corales de la Gran Barrera de Coral, focalizada esta vez en su zona central, en lugar de en la parte norte, como sucedió en 2016⁶. También se informó sobre una importante decoloración coralina en otras zonas de la parte occidental del Pacífico tropical⁷, entre ellas Micronesia y Guam, aunque a escala mundial la decoloración fue menos extensa de lo que había sido en 2016. Más adelante, ese mismo año, se alcanzaron unas temperaturas excepcionalmente altas (generalmente 2 °C o más por encima de la media y 0,5 °C o más por encima de los valores registrados anteriormente en esa época del año) en la superficie al sur del mar de Tasmania, que coincidieron con temperaturas mensuales sin precedentes en Nueva Zelanda (especialmente en la Isla Sur) y Tasmania. Si bien los impactos marinos apenas están empezando a percibirse, ya se ha constatado un cambio de la distribución de las especies de peces, pudiendo pescarse pargos por primera vez frente a las costas de Fiordland (en el extremo suroccidental de Nueva Zelanda).

⁶ Centro de Excelencia para el estudio de los arrecifes de coral del Consejo de Investigaciones de Australia (ARC), <https://www.coralcoe.org.au/>.

⁷ Vigilancia de los arrecifes de coral de la NOAA, coralreefwatch.noaa.gov.

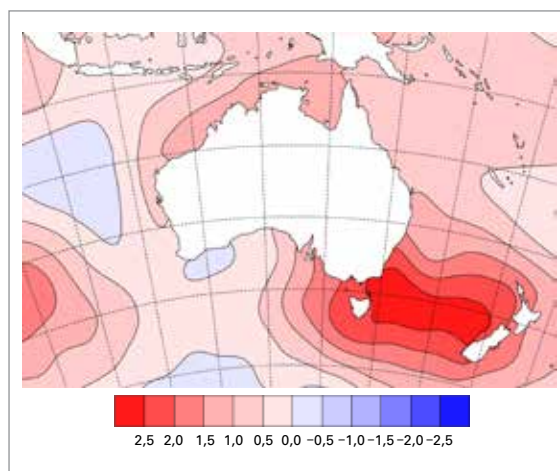
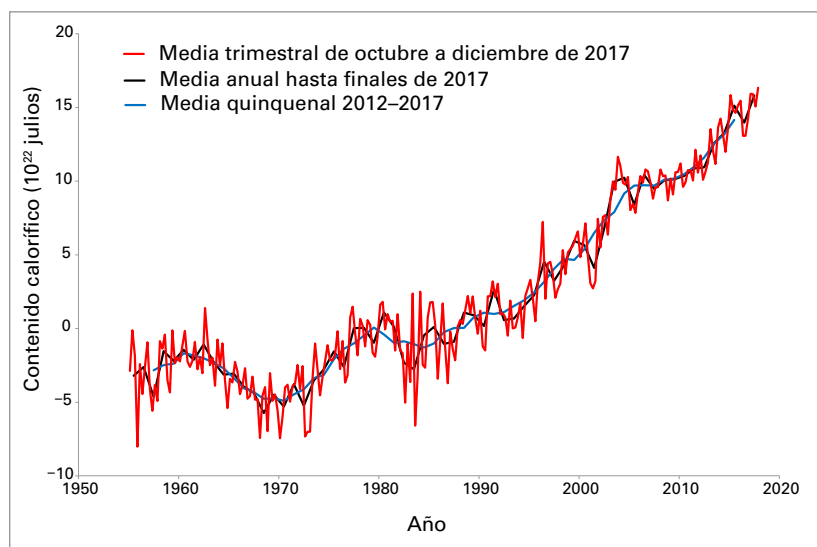


Figura 5. Anomalías mensuales de la temperatura de la superficie del mar (°C) al 5 de diciembre de 2017, que muestran temperaturas superiores en 2,5 °C o más a la media en el sur del mar de Tasmania. (Fuente: Oficina de Meteorología de Australia)

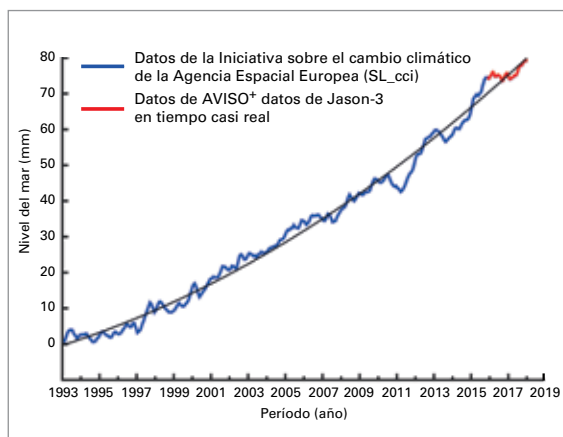
El contenido calorífico de los océanos, que es una medida del calor existente en las capas superiores de los océanos, alcanzó nuevos niveles máximos sin precedentes en 2017. Su promedio en 2017 para la capa de 0 a 700 metros fue de 158,1 zj⁸, o sea, 6,9 zj más que el anterior récord anual, alcanzado en 2015. La media del trimestre de octubre a diciembre de 2017 (163,4 zj) también fue el valor trimestral más alto jamás registrado. El contenido calorífico para la capa de 0 a 2000 metros (233,5 zj) fue también el más alto del que se tengan datos, aunque tan solo existen registros para esta capa desde 2005. También se alcanzaron récords anuales para la capa de 0 a 700 metros en el hemisferio norte y en los océanos Atlántico y Pacífico, mientras que en el océano Índico se dieron los valores más bajos desde 2009.

Figura 6. Variación del contenido calorífico de los océanos a escala mundial ($\times 10^{22}$ j) en la capa de 0–700 m: media trimestral (rojo) y media móvil anual (negro) y quinquenal (azul), a partir del conjunto de datos de la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA) de los Estados Unidos. (Fuente: OMM con datos de los Centros Nacionales para la Información Ambiental de la NOAA)



⁸ Datos provenientes de la NOAA; 1 zj (zetajulio) = 10^{21} j, unidad estándar de energía.

Figura 7. Serie cronológica del nivel medio del mar a escala mundial (tras suprimir el ciclo estacional), de enero de 1993 a enero de 2018, a partir de datos de altimetría por satélite multimisión. Datos de AVISO
(Fuente: Collecte-Localisation-Satellite (CLS) – Laboratorio de Estudios de Geofísica y Oceanografía Espaciales (LEGOS))



NIVEL DEL MAR

El nivel medio mundial del mar fue relativamente estable en 2016 y a principios de 2017. Ello se debió a que la influencia temporal del episodio de El Niño de 2015/2016 (durante el cual el nivel medio del mar alcanzó, a primeros de 2016, un valor máximo de

unos 10 mm por encima de la tendencia registrada en 2004–2015) ha seguido disminuyendo y el nivel medio del mar ha vuelto a valores cercanos a la tendencia a largo plazo. Sin embargo, datos más recientes sobre el nivel medio del mar indican que, desde mediados de 2017, ha vuelto a ir en aumento.

Los diagramas de sectores muestran la contribución de distintos componentes al presupuesto del nivel del mar (expresada en porcentaje del nivel medio del mar observado a nivel mundial) en dos períodos: 1993–2004 and 2004–2015⁹. Se aprecia claramente que la magnitud de casi todos los componentes ha aumentado en los últimos años, particularmente el derretimiento de las capas de hielo polares, fundamentalmente en Groenlandia y, en menor medida, en la Antártida. La pérdida acelerada de la masa de los mantos de hielo es la principal causa de que haya aumentado el ritmo de elevación media mundial del nivel del mar, como ha puesto de manifiesto la altimetría por satélite. Esto se ve aún más claro cuando se suprimen las fluctuaciones interanuales debidas a los fenómenos de El Niño y La Niña, así como el enfriamiento temporal motivado por la erupción del monte Pinatubo en 1991¹⁰.

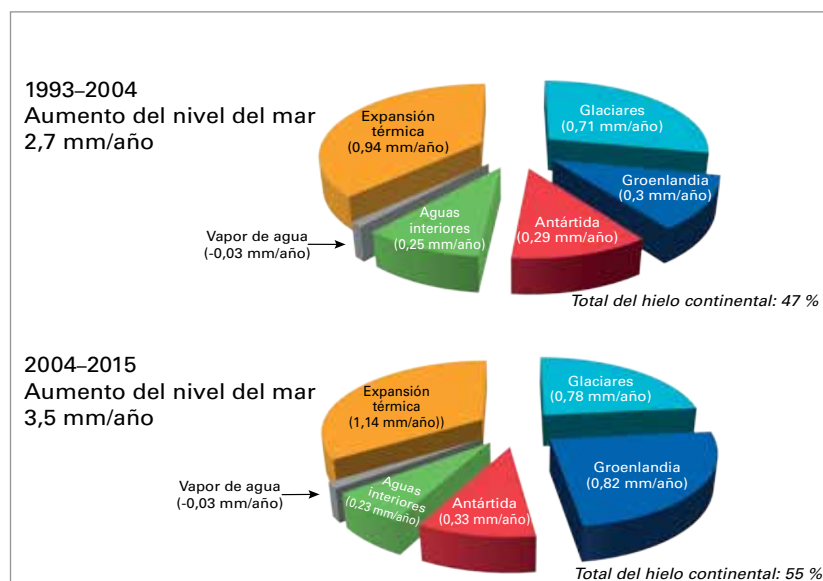
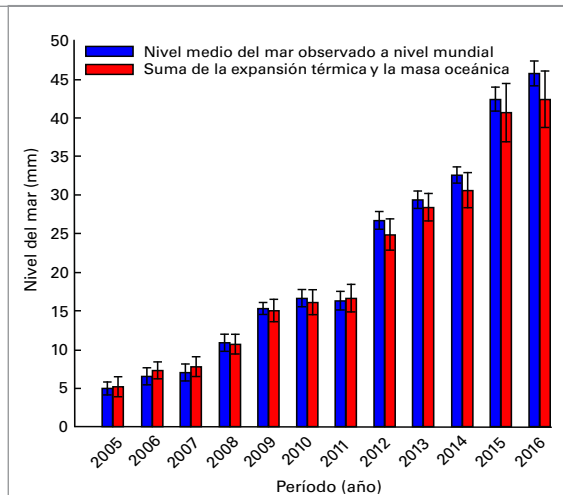


Figura 8. Porcentaje de contribución al presupuesto del nivel medio del mar en 1993–2004 y 2004–2015 (arriba); presupuesto anual del nivel del mar (2005–2016) (abajo)
(Fuente: Dieng, H. y otros, 2017: *New estimate of the current rate of sea level rise from a sea level budget approach*. *Geophysical Research Letters*, 44)



⁹ Dieng, H. y otros, 2017: New estimate of the current rate of sea level rise from a sea level budget approach. *Geophysical Research Letters*, 44, doi:10.1002/2017GL073308.

¹⁰ Nerem, R. S. y otros, 2018: Climate-change-driven accelerated sea-level rise detected in the altimeter era. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, publicado en línea el 13 de febrero de 2018.

¹¹ *Ibidem*.

¹² Johnson, G. C. y D. P. Chambers, 2013: Ocean bottom pressure seasonal cycles and decadal trends from GRACE Release-05: Ocean circulation implications. *Journal of Geophysical Research, Oceans*, Vol.118, 9:4228–4240, doi:10.1002/jgrc.20307.

¹³ Luthcke, S. B. y otros, 2013: Antarctica, Greenland and Gulf of Alaska land-ice evolution from an iterated GRACE global mascon solution. *Journal of Glaciology*, 59:613–631, doi:10.3189/2013JoG12J147.

¹⁴ Watkins, M. y otros, 2015: Improved methods for observing Earth's time variable mass distribution with GRACE using spherical cap mascons. *Journal of Geophysical Research, Solid Earth*, 120:2648–2671, doi:10.1002/2014JB011547.

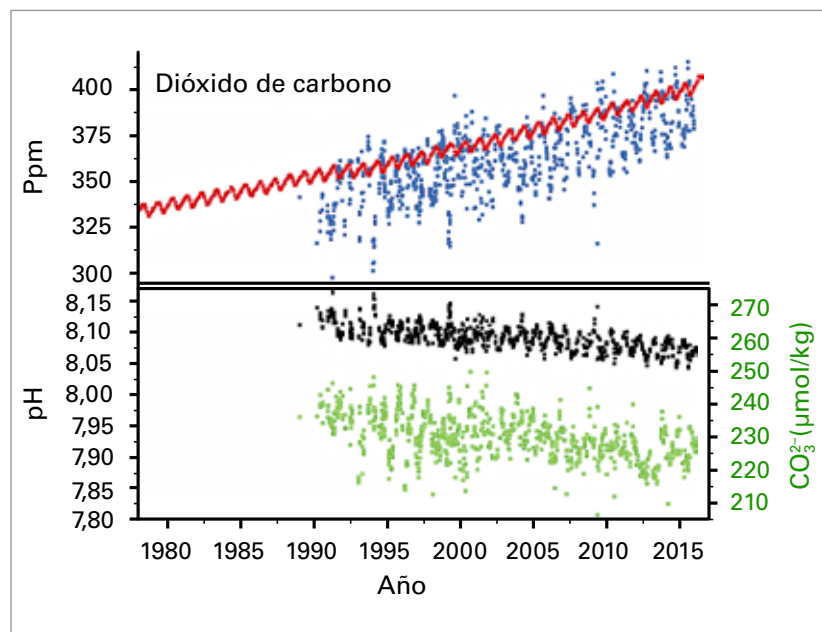
conocen de los componentes contribuyentes) en las respectivas barras de error, aunque desde 2012 la suma de la contribución de la expansión térmica y de los cambios de la masa oceánica suele ser ligeramente menor que la evolución anual observada del nivel del mar. Asimismo, el gráfico muestra un claro incremento interanual del nivel medio del mar.

ACIDIFICACIÓN DE LOS OCÉANOS

El océano absorbe hasta un 30% de las emisiones anuales de dióxido de carbono CO_2 de origen antropógeno a la atmósfera, lo que contribuye a mitigar los efectos del cambio climático en el planeta. No obstante, esto tiene un alto costo ecológico ya que el CO_2 absorbido reacciona en el agua del mar y modifica los niveles de acidez del océano. Más concretamente, trae consigo una disminución del pH del agua del mar, que está estrechamente relacionada con una modificación de la química de los carbonatos marinos, en particular por lo que se refiere al estado de saturación del aragonito, que es la principal variedad de carbonato de calcio utilizada por especies fundamentales para constituir su caparazón y su esqueleto (p. ej. los corales que forman arrecifes y los moluscos de caparazón). La observación de la acidez del medio marino en mar abierto y en las localidades costeras ha revelado que, con frecuencia, los niveles actuales no se asemejan a los límites preindustriales. En algunas regiones, los cambios se ven amplificados por procesos naturales como la surgencia —subida de agua fría rica en CO_2 y en nutrientes desde las profundidades hasta la superficie del mar—, la cual genera condiciones que se encuentran fuera de los umbrales biológicos relevantes.

Las proyecciones de las futuras condiciones oceánicas revelan que la acidificación de los océanos afecta a todos los ámbitos de los océanos, si bien las consecuencias para las especies marinas, los ecosistemas y su funcionamiento varían. A lo largo de los últimos diez años, diversos estudios han confirmado que la acidificación de los océanos repercute directamente en la salud de los arrecifes de coral; en la prosperidad, la calidad y el sabor del pescado y el marisco de acuicultura; y en la supervivencia y calcificación de diversos organismos esenciales. A menudo, estas alteraciones afectan a las especies de niveles tróficos inferiores y tienen efectos en cadena dentro de la red alimentaria, lo cual se prevé que tenga, a su vez, impactos cada vez mayores en las economías con litoral.

Por otra parte, la acidificación de los océanos no es un factor aislado de estrés ambiental para los ecosistemas marinos, sino que se suma a otros muchos factores de estrés, como el



calentamiento y la estratificación de los océanos, la desoxigenación y los fenómenos extremos, y otras perturbaciones antropógenas como la sobrepesca y la contaminación.

A lo largo del tiempo la acidificación del océano ha seguido una tendencia constante. Desde que comenzaron los registros en la estación de Aloha (al norte de Hawái) a finales de la década de 1980, el pH del agua de mar se ha ido reduciendo progresivamente, pasando de valores superiores a 8,10 al inicio de los años ochenta a unos valores comprendidos entre 8,04 y 8,09 en los últimos cinco años.

LA CRIOSFERA EN 2017

A lo largo de 2017, la extensión del hielo marino se situó muy por debajo de la media del período 1981-2010 tanto en el Ártico como en la Antártida. El 7 de marzo se alcanzó la extensión máxima del hielo marino del Ártico en invierno, que fue de 14,42 millones de kilómetros cuadrados y se trató del valor invernal máximo más bajo recogido en los registros satelitales, siendo inferior en 0,10 millones de kilómetros cuadrados al récord mínimo anterior alcanzado en 2015. Sin embargo, el deshielo en primavera y en verano fue más lento que en los últimos años. El valor mínimo estival de 4,64 millones de kilómetros cuadrados que se constató el 13 de septiembre fue el octavo más bajo registrado, siendo superior en 1,25 millones de kilómetros cuadrados al valor mínimo récord de 2012. Debido a la lenta congelación durante los meses de otoño, la extensión del hielo marino del Ártico volvió a descender a unos valores mínimos casi sin precedentes para esa época del año a finales de diciembre.

Figura 9. Modificación de la química de los carbonatos en la superficie del océano (< 50 m) calculada a partir de las observaciones realizadas en el marco del Programa Hawaii Ocean Time-series (HOT) en el Pacífico Norte en el período 1988–2015. En la parte de arriba del gráfico se muestra el vínculo entre el incremento de las concentraciones de CO_2 en la atmósfera (puntos rojos) y en el agua del mar (puntos azules). En la parte de abajo del gráfico se muestra la disminución del pH del agua del mar (puntos negros, ordenada a la izquierda) y de las concentraciones de iones carbonato (puntos verdes, ordenada a la derecha). Los datos sobre la química de los océanos proceden del sistema Hawaii Ocean Time-series Data Organization & Graphical System (HOT-DOGS). (Fuente: Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA) de los Estados Unidos, Jewett y Romanou, 2017)

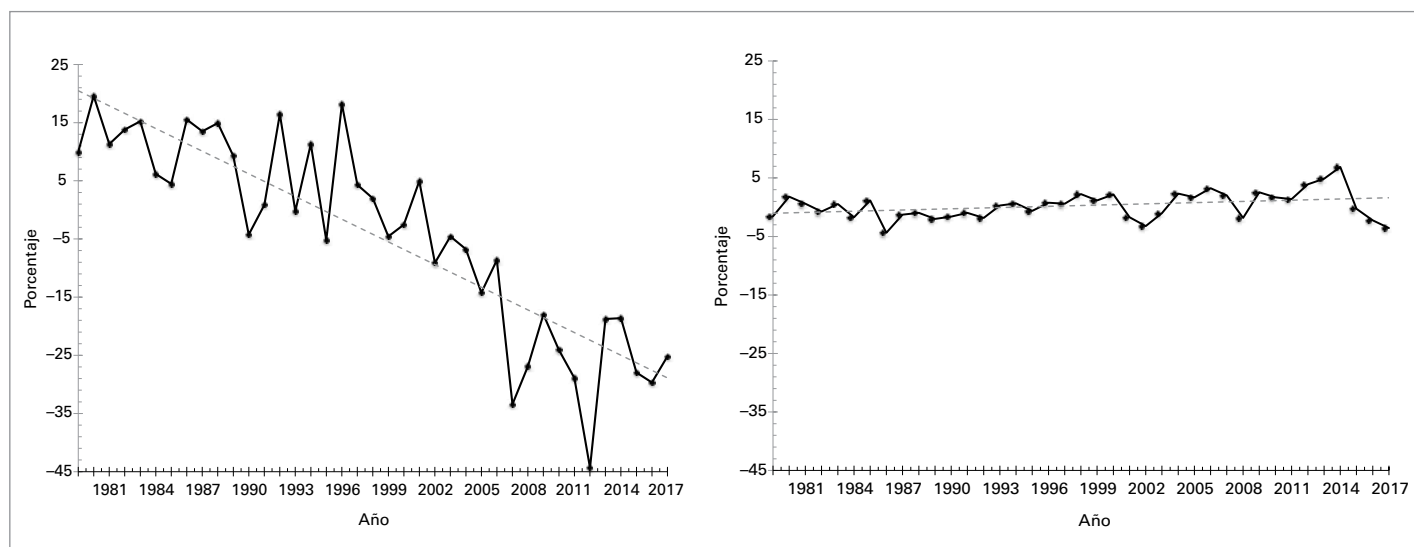


Figura 10. Extensión del hielo marino en septiembre del Ártico (a la izquierda) y de la Antártida (a la derecha). Porcentaje de la media a largo plazo del período de referencia 1981–2010 (Fuente: elaborado por la OMM con datos del Centro Nacional de Datos sobre Nieve y Hielos de los Estados Unidos)

La extensión del hielo marino de la Antártida se ubicó en niveles mínimos jamás registrados, o cerca de ellos, a lo largo del todo el año. El valor mínimo estival de 2,11 millones de kilómetros cuadrados, registrado el 3 de marzo, fue inferior en 0,18 millones de kilómetros cuadrados al récord anterior alcanzado en 1997, mientras que el valor invernal máximo, de 18,03 millones de kilómetros cuadrados, registrado el 12 de octubre (la fecha estacional más tardía registrada para un valor máximo), fue el segundo después del de 1986.

El cambio del balance de masa (cambio estimado de la masa de hielo de un año para otro) del manto de hielo de Groenlandia en el año entre septiembre de 2016 y agosto de 2017 fue muy superior a la media de 1981–2010, debido principalmente a una precipitación inusualmente intensa durante el otoño de 2016. De septiembre a diciembre de 2017 el cambio del balance de masa estuvo cerca de la media. Aunque se produjo un aumento global de la masa de hielo, esto tan solo constituye una pequeña desviación con respecto a la tendencia general a la baja observada en los dos últimos decenios, durante los cuales, desde 2002, el manto de hielo de Groenlandia ha perdido cerca de 3 600 000 millones de toneladas de masa de hielo.

Todavía no están disponibles los datos relativos al cambio del balance de masa de los glaciares, exceptuando los grandes mantos de hielo continentales, en 2017. Para 2016, ese cambio del balance de masa, promediado para un conjunto de 26 glaciares de referencia con los datos disponibles en el momento de redactar el presente informe, era aproximadamente de –900 mm de equivalente en agua. Se trataba de una reducción algo menor que la de 2015, pero cercana a la media de 2011–2016. El cambio anual del balance de masa de los glaciares ha sido negativo desde 1988.

La extensión del manto de nieve del hemisferio norte estuvo cerca o ligeramente por encima de la media del período 1981–2010 durante la mayor parte del año, y de manera especialmente destacada en mayo (un 9 % por encima de la media y la duodécima más alta jamás registrada). La extensión de la capa de nieve en ese mes fue la mayor jamás registrada desde 1996 y la mayor en Eurasia desde 1985, con anomalías particularmente marcadas en el noroeste de Rusia y el norte de Escandinavia, al situarse las temperaturas de mayo muy por debajo de la media. La extensión del manto de nieve en verano, que había venido manifestando una fuerte tendencia a la baja, estuvo cerca de la media a largo plazo en 2017, por primera vez en más de un decenio, alcanzándose en junio, julio y agosto los valores más altos desde 2004, 2006 y 1998 respectivamente. Al igual que en casi todos estos últimos años, la extensión del manto de nieve en otoño estuvo por encima de la media, aunque no ocurrió a la misma escala que en 2016, situándose tanto octubre como noviembre en el noveno puesto de la clasificación a ese nivel. En diciembre, la extensión del manto de nieve volvió a unos valores ligeramente por debajo de la media. En el invierno de 2016/2017 se dieron anomalías pluviométricas contrapuestas, a saber: en Europa la extensión del manto de nieve alpino estuvo muy por debajo de la media en la mayor parte de los Alpes, mientras que en Córcega alcanzó niveles récord o casi récord.

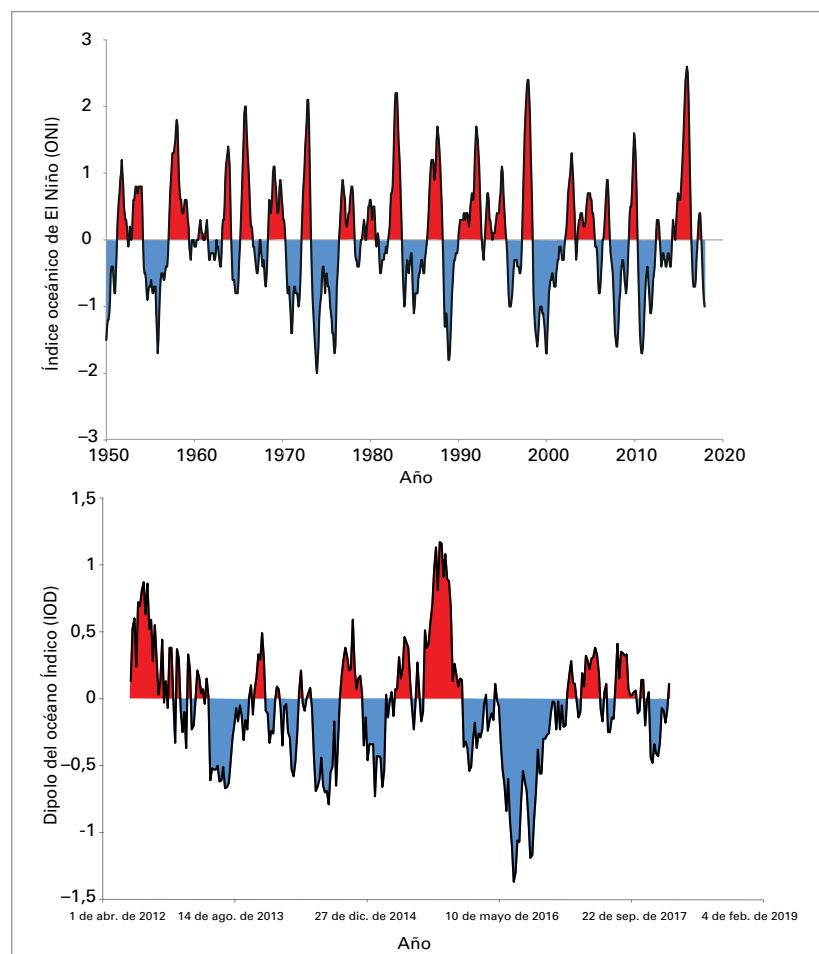
En el hemisferio sur, del 14 al 21 de junio se produjo un amplio episodio de nevadas en el sur de América del Sur, alcanzando la extensión del manto de nieve continental los 750 000 kilómetros cuadrados, la mayor desde que empezara la vigilancia satelital en 2005, mientras que en las grandes altitudes del sureste de Australia el banco de nieve alpino fue el de mayor grosor desde 2000.

PRINCIPALES FACTORES DE LA VARIABILIDAD INTERANUAL DEL CLIMA EN 2017

Existen diversos modos de variabilidad a gran escala del clima mundial que influyen en las condiciones meteorológicas de amplias zonas del mundo en escalas temporales estacionales a interanuales. Es probable que El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) sea uno de los principales factores más conocidos de la variabilidad interanual del clima. El océano Índico ecuatorial también está supeditado a fluctuaciones de las temperaturas de la superficie del mar, aunque con menos regularidad que el Pacífico. El dipolo del océano Índico se refiere a un modo de variabilidad que afecta a las zonas occidental y oriental del océano. La Oscilación del Ártico y la Oscilación del Atlántico Norte son dos modos estrechamente relacionados de variabilidad de la circulación atmosférica en las latitudes medias y altas del hemisferio norte. En la fase positiva la dorsal de alta presión subtropical es más pronunciada de lo normal, así como también las zonas de baja presión de latitudes más altas (por ejemplo, la depresión de Islandia y la de las Aleutianas), lo que genera una circulación más fuerte del oeste en las latitudes medias. La fase negativa presenta las características inversas, es decir que se debilita la dorsal subtropical, disminuyen las zonas de baja presión en latitudes más altas y se da un flujo inhabitual del este en las latitudes medias. El Modo Anular del Sur (MAS), también conocido como Oscilación de la Antártida, es el equivalente a la Oscilación del Ártico para el hemisferio sur.

Mientras que en 2016 concluyó uno de los episodios más intensos de El Niño de los últimos 50 años, durante la mayor parte de 2017 prevaleció una fase neutra del ENOS. El año empezó con condiciones ligeramente por debajo de la media en las partes central y oriental del Pacífico ecuatorial, que se correspondían con la situación al límite entre unas condiciones frías-neutras y las características de un episodio débil de La Niña que se dio a finales de 2016. En febrero esas anomalías frías se habían debilitado y se restablecieron a lo largo de 2017. En noviembre el grado de enfriamiento era tal que la mayoría de los organismos pertinentes declararon un episodio débil de La Niña.

Si bien en 2017 no hubo ningún episodio de El Niño en toda la cuenca, se produjo un calentamiento muy pronunciado cerca de la costa de América del Sur a principios de año, que era el característico de este fenómeno. Las temperaturas cerca de las costas del Ecuador y el Perú superaron en más de 2 °C la media en febrero y en marzo, para luego



descender en los meses siguientes. A la vez que estas temperaturas cálidas en la costa hubo inundaciones de gran magnitud, particularmente en el Perú (lo que prácticamente no había sucedido durante el episodio de El Niño del año anterior), y al mismo tiempo hubo lluvias e inundaciones tan fuertes en California que superaron con creces las del episodio de El Niño de 2015/2016.

Durante la mayor parte de 2017 el dipolo del océano Índico estuvo por lo general en fase positiva, aunque la manifestación de su intensidad varió considerablemente según los diferentes conjuntos de datos utilizados. Al este del océano Índico el frío más intenso se dio al sur del límite meridional de 10 °S de la zona utilizada para definir los índices del dipolo. El estado del dipolo del océano Índico provocó condiciones secas en muchas partes de Australia entre mayo y septiembre y, tras un prolongado período de sequía, se volvió a unas precipitaciones de medias a superiores a la media en el Cuerno de África, a finales de ese año.

En general, tanto la Oscilación del Ártico como la Oscilación del Atlántico Norte estuvieron en

Figura 11. Índice oceánico de El Niño (ONI) (arriba) e índice del dipolo del océano Índico (IOD) (abajo).
(Fuente: elaborado por la OMM con datos del Centro de Predicción Climática de la NOAA de los Estados Unidos (ONI) y de la Oficina de Meteorología de Australia (IOD))

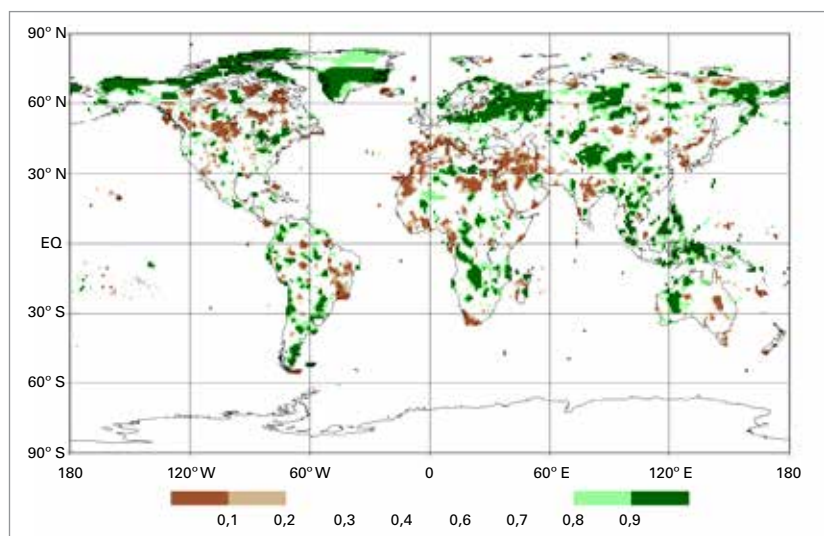
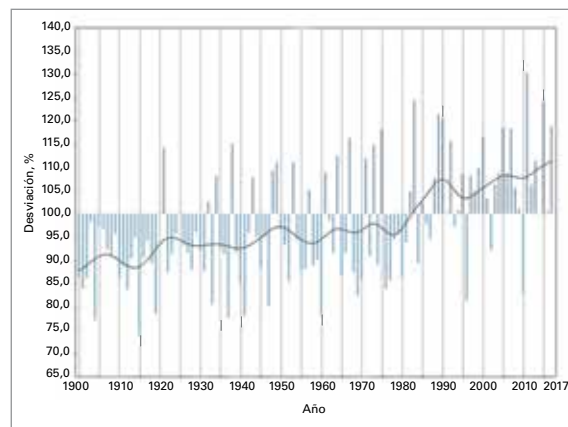


Figura 12. Total de precipitación anual expresado como percentil del período de referencia 1951–2010 para las zonas que se habrían incluido en el 20 % de los años más secos (marrón) y en el 20 % de los años más húmedos (verde) del período de referencia, y en marrón y verde más oscuros se indican, respectivamente, las zonas del 10 % de los años más secos y el 10 % de los años más húmedos
(Fuente: Centro Mundial de Climatología de las Precipitaciones, Deutscher Wetterdienst, Alemania)

fase positiva durante la época de su máxima influencia, de enero a marzo, siendo el valor de los índices respectivos de +0,88 y de +0,74, aunque en ningún caso esos valores fueron tan intensamente positivos como en el período equivalente de 2016. En casi toda Europa, en el invierno de 2016/2017, esos valores de índices positivos se acompañaron generalmente de temperaturas por encima de la media (pese a un frío mes de enero) y en el este de América del Norte, y de un invierno seco en el Mediterráneo. A comienzos del invierno de 2017/2018 los valores de los índices de la Oscilación del Ártico eran cercanos a cero.

A finales de 2016 y principios de 2017 el Modo Anular del Sur tuvo por primera vez, en más de dos años, un período de valores negativos constantes, con un índice trimestral (de noviembre de 2016 a enero de 2017) de -1,07, que era el valor más negativo desde finales de 2013. Durante el resto de 2017 los valores volvieron a ser positivos, aunque no tan fuertes como los que prevalecieron durante la mayor parte de 2015 y 2016.

Figura 13. Precipitaciones anuales en Noruega en porcentaje del valor normal
(Fuente: Instituto Meteorológico Noruego)



LAS PRECIPITACIONES EN 2017

En 2017, al terminarse la influencia del intenso episodio de El Niño de 2015/2016, hubo menos zonas con grandes anomalías de precipitaciones que en 2015 o 2016.

La zona más extensa en la que la precipitación anual superó el percentil 90 en 2017 fue el noreste de Europa, desde el norte de la Rusia Europea y, por el oeste, hasta el norte de Alemania y el sur de Noruega. La Rusia Europea registró su segundo año más lluvioso (al igual que en toda Rusia) y Noruega su año más lluvioso. El otoño fue especialmente húmedo en la región del Báltico, registrándose en Estonia y en Lituania el otoño más húmedo y en Letonia el segundo otoño más húmedo.

En Tailandia fue el año más lluvioso jamás registrado, superando las precipitaciones nacionales los valores normales en un 27 %. En el sur cayeron abundantes lluvias, que superaron la media en un 56 % en la región de la costa este. No obstante, a lo largo del año las precipitaciones copiosas se distribuyeron de forma más homogénea que en 2011, anterior año de lluvias sin precedentes. Aunque no se reprodujeron las inundaciones extremas de ese año, sí hubo inundaciones ocasionales de gran envergadura en algunas zonas, particularmente en el sur del país, a principios de año. También hubo precipitaciones por encima del percentil 90 en Filipinas, en partes del este de Indonesia y en el interior de Australia occidental.

Otras zonas en las que las precipitaciones anuales superaron el percentil 90 fueron el interior del sur de África, zonas dispersas de la mitad meridional de América del Sur, al este de los Andes, y la zona de los Grandes Lagos en América del Norte. En Michigan 2017 fue el año más lluvioso jamás registrado, y hubo abundantes precipitaciones en los Grandes Lagos y en la región de San Lorenzo en el Canadá. Asimismo, hubo precipitaciones muy superiores a la media en numerosas partes de América Central y en las islas del Caribe, dándose las mayores anomalías en las partes del este del Caribe que más afectadas se ven por los huracanes.

Hubo una sequía generalizada, con precipitaciones por debajo del percentil 10, en la zona del Mediterráneo, que se extendieron hasta la República Islámica del Irán. Esa sequía fue especialmente marcada en el sur de Europa, desde Italia hasta Portugal, en el noroeste de África, y en el suroeste de Asia, entre el este de Turquía, la parte occidental de la República Islámica del Irán e Israel. En el extremo suroccidental de Sudáfrica hubo una pequeña zona en la que se dieron precipitaciones por debajo del percentil 10, al igual que en partes del centro de la India y el este del Brasil, y también

en las praderas norteamericanas, a ambos lados de la frontera de los Estados Unidos y el Canadá.

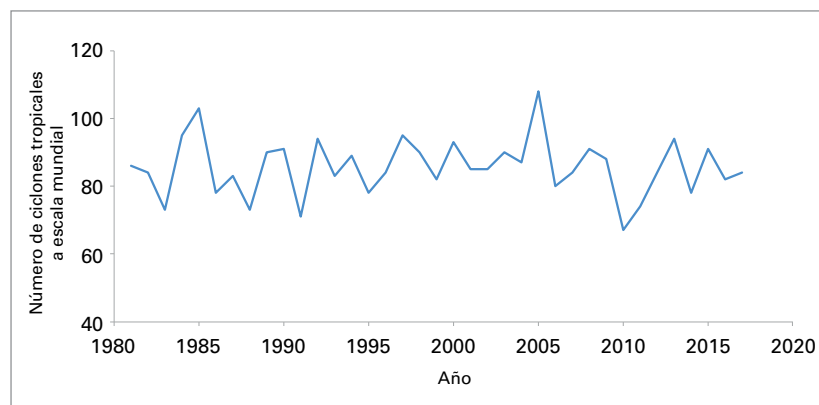
En general, los valores de pluviosidad correspondientes a la estación del monzón estuvieron bastante próximos a la media en el subcontinente indio (de junio a septiembre las precipitaciones registradas para toda la India en la estación de los monzones estuvieron un 5% por debajo de la media), aunque hubo variaciones locales, dándose un volumen total de precipitaciones muy por encima de la media en gran parte de Bangladesh y en partes del extremo oriental de la India. Los valores pluviométricos del monzón también estuvieron bastante cerca de la media en el Sahel, al oeste y centro de África, aunque las inundaciones causadas por intensas lluvias a finales de agosto provocaron pérdidas importantes en el Níger. Las lluvias también estuvieron próximas al promedio en 2017 en la mayoría de las zonas más densamente pobladas del oeste y el centro de Indonesia, en Singapur, en casi todo el Japón (donde un mes de octubre excepcionalmente lluvioso supuso un contrapeso para la sequía del primer semestre) y en el noroeste de América del Sur.

FENÓMENOS EXTREMOS

los fenómenos extremos tienen muchas repercusiones importantes pues causan la muerte o el desplazamiento de la población, trastornos en la salud y pérdidas económicas¹⁵. Además, contribuyen de manera importante a la variabilidad interanual de la producción agrícola.

DESTRUCTIVA TEMPORADA DE HURACANES EN EL ATLÁNTICO NORTE, PERO DENTRO DE LÍMITES CERCANOS AL PROMEDIO A ESCALA MUNDIAL

En 2017 hubo en todo el mundo 84 ciclones tropicales¹⁶, cifra muy cercana al promedio a largo plazo. Mientras la temporada de huracanes fue muy activa en el Atlántico Norte, en el resto del mundo la actividad ciclónica estuvo cerca o por debajo de la media. En el Atlántico Norte hubo 17 tormentas con nombre y se dio además el séptimo valor más alto de índice de energía ciclónica acumulada jamás registrado, alcanzándose incluso un valor récord



mensual en septiembre. En las cuencas del noreste y el noroeste del Pacífico el número de ciclones fue cercano a la media, y hubo relativamente pocos ciclones violentos, por lo que los valores de la energía ciclónica acumulada estuvieron por debajo de la media en ambas cuencas.

La actividad de la temporada ciclónica de 2016/2017 en el hemisferio sur estuvo por debajo de la media en todos los sentidos, especialmente en la primera mitad de la temporada. Si bien en Australia el número de ciclones fue cercano a la media, al suroeste del océano Índico y en el Suroeste del Pacífico (al este de 160° E) la actividad ciclónica estuvo muy por debajo de la media. El volumen total de energía ciclónica acumulada en el hemisferio fue la más baja registrada desde que comenzó la cobertura regular por satélite en 1970.

A finales de agosto y septiembre se sucedieron rápidamente tres huracanes excepcionalmente destructivos en el Atlántico Norte. Harvey llegó a tierra en el sur de Texas como sistema de categoría 4 y luego permaneció casi estacionario en la zona de Houston durante varios días, causando lluvias extremas excepcionalmente prolongadas e inundaciones graves. Del 25 de agosto al 1 de septiembre un pluviómetro ubicado cerca de Nederland (Texas) midió un volumen de lluvia excepcional, 1 539 mm, que fue el mayor volumen registrado jamás provocado por un solo huracán en los Estados Unidos, mientras que el volumen total de las precipitaciones causadas por Harvey se situó entre 900 y 1 200 mm en casi toda el área metropolitana de Houston¹⁷. En un estudio¹⁸ se comprobó que el cambio climático antropógeno había triplicado las posibilidades de que, durante fenómenos como Harvey, se produjeran volúmenes

Figura 14. Número anual total de ciclones tropicales a escala mundial (Fuente: OMM)

¹⁵ Banco Mundial, 2017: A 360 degree look at Dominica post Hurricane Maria, 28 de noviembre, www.worldbank.org/en/news/feature/2017/11/28/a-360-degree-look-at-dominica-post-hurricane-maria.

¹⁶ De conformidad con la práctica habitual, la cifra de 2017 citada aquí es la suma de las cifras de enero a diciembre de 2017 para las cuencas del hemisferio norte y de julio de 2016 a junio de 2017 para las cuencas del hemisferio sur.

¹⁷ Centro Nacional de Huracanes, 2018: *National Hurricane Center Tropical Cyclone Report—Hurricane Harvey*, https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL092017_Harvey.pdf.

¹⁸ Van Oldenborgh, G. J. y otros, 2017: Attribution of extreme rainfall from Hurricane Harvey, August 2017. *Environmental Research Letters*, 12, 124009.

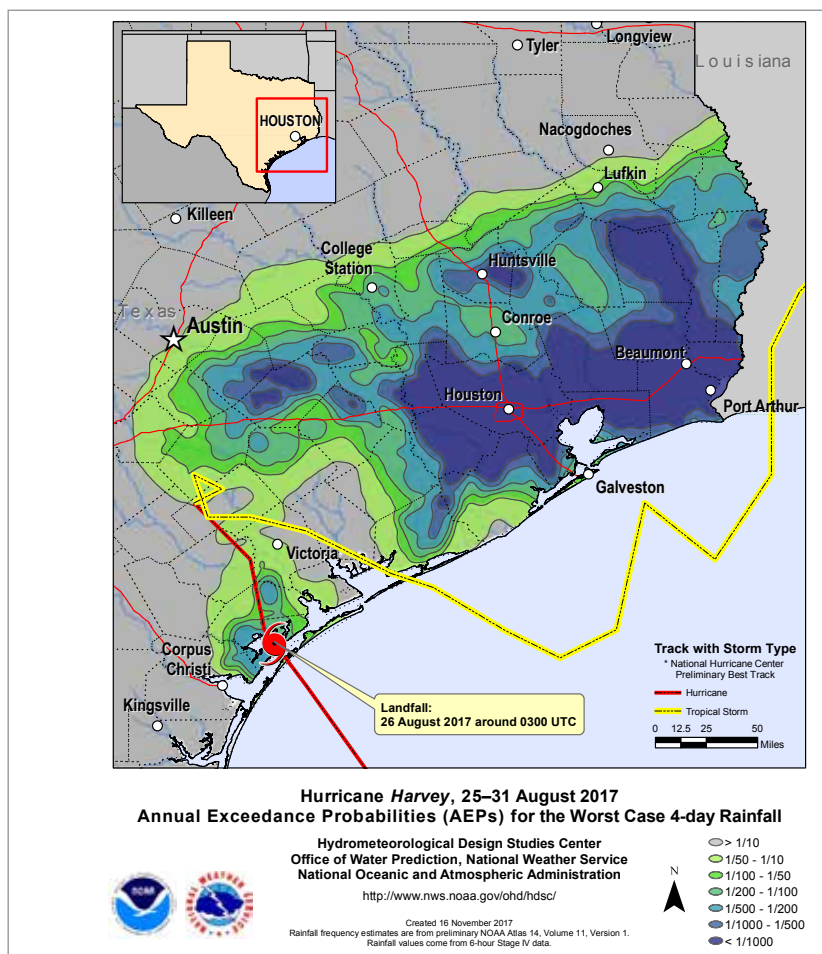


Figura 15.
 Probabilidad de excedencia anual durante el período de 4 días de precipitación máxima del huracán Harvey; en gran parte de la zona del este de Houston a la frontera entre Texas y Luisiana la probabilidad de excedencia anual de las precipitaciones durante el período de 4 días de precipitación fue inferior a 1 de 1000. (Fuente: Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA) de los Estados Unidos)

máximos de precipitación en un período de tres días.

A Harvey le siguió el huracán Irma a principios de septiembre y María a mediados del mes. Ambos huracanes alcanzaron la categoría 5 por su intensidad máxima. Irma se mantuvo en esa categoría durante 60 horas, que es el período más prolongado observado para un huracán en el Atlántico Norte desde la era satelital. Cuando Irma llegó a tierra inicialmente, casi en su intensidad máxima, provocó daños extremos en numerosas islas del Caribe, y muy especialmente en Barbuda, que fue destruida casi totalmente, y a la que, a principios de 2018, apenas habían vuelto unos cuantos habitantes. Otras islas que sufrieron daños importantes fueron San Martín, Anguila, Saint Kitts y Nevis, las Islas Turcas y Caicos, las Islas Vírgenes y el sur de las Bahamas. Después, Irma se desplazó hacia la costa norte de Cuba, donde causó grandes daños, y finalmente llegó a tierra en el suroeste de Florida como huracán de categoría 4.

El huracán María llegó a tierra inicialmente en Dominica, con una intensidad que rondaba su valor máximo; fue el primer huracán de categoría 5 en golpear la isla, donde provocó una destrucción masiva. Según las estimaciones del Banco Mundial,

los daños y pérdidas totales causados por el huracán en Dominica ascendieron a 1 300 000 millones de dólares de los Estados Unidos, lo que equivale al 224 % de su producto interno bruto (PIB). El huracán se debilitó ligeramente, pero seguía siendo un huracán de categoría 4 cuando llegó a Puerto Rico. Los vientos, inundaciones y deslizamientos de tierra provocados por el huracán causaron daños graves y generalizados en Puerto Rico. La isla entera se quedó sin electricidad y, tres meses después del huracán, solo poco más de la mitad de la población había podido recuperarla. El suministro de agua y las comunicaciones también se vieron seriamente afectados.

Los Centros Nacionales para la Información Ambiental (NCEI) consideraron que estos tres huracanes estuvieron entre los cinco más importantes en cuanto a pérdidas económicas relacionadas con los huracanes en los Estados Unidos (junto con Katrina en 2015 y Sandy en 2012); los costos estimados ascendieron a 125 000 millones de dólares de los Estados Unidos en el caso de Harvey, a 90 000 millones de dólares en el de María y a 50 000 millones en el de Irma¹⁹. Irma y María también causaron pérdidas importantes fuera de los Estados Unidos. Al menos 251 víctimas mortales se atribuyeron a los tres huracanes que afectaron los Estados Unidos (incluido Puerto Rico y las Islas Vírgenes), y 73 a los que afectaron otros países²⁰.

Durante la temporada de 2017 en el Atlántico Norte se produjeron otros dos huracanes importantes, ambos en octubre, a saber, el huracán Nate, que vino acompañado de grandes inundaciones en América Central (especialmente en Costa Rica y Nicaragua), y el huracán Ophelia, que se convirtió en el huracán de primer orden (categoría 3) más oriental jamás registrado, antes de cruzar Irlanda como tormenta extratropical transitoria y provocar daños generalizados. El campo de viento más amplio de Ophelia también contribuyó a que se

¹⁹ Las pérdidas totales provocadas por esos tres huracanes, según los Centros Nacionales para la Información Ambiental (NCEI) (estimación central de 265 000 millones de dólares de los Estados Unidos) son mayores que la evaluación realizada por Munich Re (215 000 millones de dólares, incluidas las pérdidas registradas fuera de los Estados Unidos), pero esta diferencia está dentro del margen de la incertidumbre. También puede reflejar diferencias en la contabilidad de pérdidas económicas indirectas.

²⁰ A menos que se especifique de otro modo, los datos relativos a las víctimas mortales y a las pérdidas económicas mencionadas en la presente declaración provienen de la base de datos EM-DAT, Centro de Investigación de la Epidemiología de los Desastres de la Universidad Católica de Lovaina en Bélgica, www.emdat.be. Para la temporada de huracanes de 2017 en el Atlántico Norte, las víctimas mortales y las pérdidas económicas sufridas por los Estados Unidos y sus territorios son las notificadas por los NCEI.

TEMPORADA DE HURACANES DE 2017 EN EL ATLÁNTICO NORTE: PÉRDIDAS Y DAÑOS CAUSADOS POR FENÓMENOS METEOROLÓGICOS

Cuando el huracán Irma llegó a tierra azotó a Barbuda con vientos máximos sostenidos de 295 km/h, volúmenes de precipitaciones sin precedentes y una marea de tempestad de casi tres metros. Se registró una sola víctima mortal, pero, según estimaciones, el 90 % de las propiedades sufrieron daños. En consecuencia, el Primer Ministro ordenó a todos los residentes que evacuaran completamente la zona a medida que el huracán José se acercaba. Los residentes pudieron volver a sus hogares tres semanas después, y tres meses más tarde solo cerca del 20 % de la población había regresado. Aún quedan por verse los efectos a largo plazo, pero se han registrado daños y pérdidas por aproximadamente 155 millones de dólares de los Estados Unidos, y las necesidades de recuperación y reconstrucción se cifran en 222,2 millones de dólares¹. Esas dos cantidades juntas representan cerca del 9 % del producto interno bruto (PIB) de Antigua y Barbuda.

El huracán María resultó aún más devastador para Dominica. Se estimaron daños y pérdidas por un total de 1 300 millones de dólares de los Estados Unidos, es decir, el 224 % del PIB; muchas partes de la selva pluvial de la isla sufrieron daños o quedaron destruidas. Esta situación tiene repercusiones

para toda la sociedad: solo las pérdidas sufridas por el sector turístico se estiman en un 19 %, mientras que el 38 % de las viviendas sufrieron daños². El huracán María produjo el corte de luz más largo de la historia de los Estados Unidos en Puerto Rico, que afectó al 35 % de la población de la isla por al menos tres meses –de hecho, problemas que surgieron como consecuencia del huracán y que aún persisten podrían llevar a la privatización de la Autoridad de Energía Eléctrica de Puerto Rico, la empresa pública más grande de los Estados Unidos³. El desastre llevó a la Agencia Federal de Gestión de Situaciones de Emergencia a aprobar el desembolso de 1 020 millones de dólares de los Estados Unidos en concepto de asistencia para el Programa de Individuos y Familias (IHP) y de 555 millones para la concesión de subvenciones de asistencia pública⁴.

¹ La evaluación de las necesidades después del desastre fue realizada con el apoyo de la Unión Europea (UE), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Banco Mundial y el Organismo del Caribe para la Gestión de Emergencias en Casos de Desastre (CDEMA).

² Gobierno del *Commonwealth* de Dominica, 2017: Post Disaster Needs Assessment – Hurricane Maria, 18 de septiembre de 2017, <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/dominica-pdna-maria.pdf>.

³ Información atribuida al Gobernador de Puerto Rico.

⁴ Gobierno de los Estados Unidos, Departamento de Seguridad Nacional, Agencia Federal de Gestión de Situaciones de Emergencia.

produjeran incendios forestales devastadores en Portugal.

Aunque en 2017 fueron pocos los ciclones intensos en el Pacífico noroccidental, algunos sistemas provocaron una destrucción generalizada y numerosas víctimas mortales, principalmente a causa de las inundaciones. Las pérdidas más importantes de vidas humanas a causa de un ciclón tropical en 2017 se produjeron a finales de diciembre, cuando el tifón Tembin (Vinta) cruzó la isla de Mindanao con una velocidad máxima de 36 m s⁻¹ (70 nudos) en un intervalo de 10 minutos, lo que provocó al menos 129 víctimas mortales²¹, la mayoría de ellas a causa de las inundaciones. En Viet Nam se produjeron dos episodios independientes, una depresión tropical sin nombre en octubre y el tifón Damrey (Ramil) a principios de noviembre, y entre ambos hubo más de 100 víctimas mortales derivadas de las inundaciones. Las pérdidas económicas más importantes se debieron al tifón

Hato (Isang), que el 23 de agosto azotó Hong Kong, Macao y zonas adyacentes de China, con costos estimados en 6 000 millones de dólares de pérdidas y al menos 32 víctimas mortales²². Jamás en los últimos 50 años Macao había sufrido un golpe parecido.

Los dos ciclones más importantes del año en el norte del océano Índico fueron el ciclón Mora a finales de mayo y el ciclón Ockhi a principios de diciembre; ambos provocaron un número importante de víctimas mortales. Los dos ciclones ocasionaron graves inundaciones y deslizamientos de tierra relacionados con sus respectivos sistemas de bajas presiones precursoras. Sri Lanka resultó gravemente afectada por ambos ciclones, si bien Ockhi también tuvo repercusiones importantes en el sur de la India, donde un gran número de pescadores desaparecieron en el mar. Las inundaciones fueron la principal consecuencia

²¹ Oficina de Defensa Civil de Filipinas, Situation Report 25, 7 de febrero de 2018.

²² Informes de la Administración Meteorológica de China y Gobierno de la Región Administrativa Especial de Macao (RAE de Macao).



Chris B. Pye

SANTO TOMÁS, ISLAS VÍRGENES DE LOS ESTADOS UNIDOS
Destrucción provocada por el huracán Irma

de los sistemas del Pacífico nororiental durante la temporada de 2017. La tormenta tropical Lidia produjo inundaciones importantes en México en agosto, al igual que la tormenta tropical Selma (el primer ciclón tropical registrado que toca tierra en El Salvador) en El Salvador, Nicaragua y Honduras.

Aunque el número de ciclones tropicales ocurridos en el suroeste del océano Índico fue inferior a la media, hubo dos que tuvieron consecuencias importantes. Dineo, con vientos que alcanzaron los 39 m s^{-1} (75 nudos) en un intervalo de 10 minutos, fue el primer ciclón en tocar tierra en Mozambique desde 2008, cuando azotó al país a principios de febrero. Además de las repercusiones que tuvo en Mozambique, la baja presión terrestre subsiguiente provocó graves inundaciones en Zimbabwe y en el norte de Sudáfrica, y fue la principal causa de las 246 víctimas mortales relacionadas con las inundaciones que se registraron en Zimbabwe durante la estación lluviosa de 2016/2017²³. Enawo, a principios de marzo, azotó la costa este de Madagascar al alcanzar casi su intensidad máxima (57 m s^{-1} (110 nudos) en un intervalo de 10 minutos). Enawo tuvo un fuerte impacto en Madagascar²⁴, donde se notificaron al menos 81 víctimas mortales y se registraron importantes

daños en las viviendas, las infraestructuras y los cultivos. El Banco Mundial estimó que las pérdidas agrícolas fueron de 207 millones de dólares de los Estados Unidos; la mayoría de esas pérdidas se debieron a la destrucción de plantaciones de vainilla.

En el Pacífico suroccidental, el ciclón Debbie azotó la costa este de Australia a finales de Marzo y tocó tierra en la región de Whitsunday, con una velocidad del viento que llegó a los 43 m s^{-1} (80 nudos) en un intervalo de 10 minutos tras alcanzar la velocidad máxima inicial de 49 m s^{-1} (95 nudos), provocando importantes daños por efecto del viento y las crecidas. A continuación el sistema siguió hacia el sur y hacia el sureste, como baja presión tropical, provocando importantes inundaciones generalizadas, especialmente en la costa este cerca de la frontera entre Queensland y Nueva Gales del Sur. El sistema residual continuó su camino provocando importantes inundaciones en gran parte de la Isla Norte de Nueva Zelanda a principios de abril. Las pérdidas aseguradas provocadas por Debbie en Australia ascendieron a 1 300 millones de dólares de los Estados Unidos aproximadamente²⁵, el segundo importe más elevado jamás registrado a causa de un ciclón tropical en Australia. El ciclón Donna fue el ciclón más intenso jamás registrado en el mes de mayo en la región del Pacífico suroccidental, con una velocidad del viento que llegó a los 57 m s^{-1} (111 nudos) en un intervalo de 10 minutos el día 8 de mayo; se informó de que provocó daños, especialmente en Vanuatu.

²³ Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (OCAH), 2017: Zimbabwe Flood Snapshot, https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/zimbabwe_flood_snapshot_3march2017.pdf.

²⁴ Banco Mundial, 2017: Estimation of Economic Losses from Tropical Cyclone Enawo, <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/MG-Report-on-the-Estimation-of-Economic-Losses.pdf>.

²⁵ Insurance Council of Australia, comunicado de prensa del 6 de noviembre de 2017, [media release 6 November 2017](#).

VIENTOS FUERTES Y TORMENTAS LOCALES DE GRAN INTENSIDAD

En 2017 se produjeron varias tormentas eléctricas destructivas de gran intensidad. Europa central y oriental se vio particularmente afectada durante la primavera y el principio del verano. Los vientos, cuya velocidad sobrepasó los 100 km/h durante la tormenta eléctrica, provocaron daños generalizados y el día 29 de mayo se produjeron al menos 11 víctimas mortales en Moscú. Otras tormentas destacadas fueron una tormenta de granizo y un tornado de gran intensidad que afectaron al extrarradio del sur de Viena el 10 de julio, una ráfaga de viento que alcanzó los 165 km/h en Innsbruck el 30 de julio, una tormenta de granizo con pedriscos de hasta 9 cm de diámetro registrada en Estambul el 27 de julio, y tormentas generalizadas que dejaron a 50 000 hogares sin electricidad en el sur de Finlandia el 12 de agosto. Hubo grandes crecidas repentinas que afectaron a determinadas zonas de la costa croata el 11 de septiembre y en Zadar se registraron 283 mm de precipitación en 12 horas.

Por primera vez desde 2011, los Estados Unidos registraron una temporada de tornados por encima de la media, con un total anual preliminar de 1 406 tornados, esto es, un 12 % por encima del promedio registrado en 1991–2010. Sin embargo, el número de víctimas mortales durante la temporada (34) estuvo por debajo de la media a largo plazo. La tormenta más destructiva de la temporada fue una tempestad de granizo que azotó Denver el 8 de mayo, con pedriscos de más de 5 cm de diámetro. Las pérdidas aseguradas causadas por este episodio ascendieron a más de 2 200 millones de dólares de los Estados Unidos.

Un ventarrón de gran intensidad, conocido localmente como Zeus, azotó Francia los días 6 y 7 de marzo. Las ráfagas máximas alcanzaron los 193 km/h en Camaret-sur-Mer en la Bretaña y la tormenta fue calificada por Météo-France como el ventarrón más importante registrado en Francia desde 2010. Más entrado el año, a finales de octubre, una tormenta produjo ráfagas de viento de más de 170 km/h en altura y de 140 km/h en las tierras bajas de Austria y Chequia, donde se informó de un total de 11 víctimas mortales.

INUNDACIONES (CICLONES NO TROPICALES) Y FENÓMENOS CONEXOS

Uno de los desastres relacionados con el tiempo más importantes de 2017, en lo que se refiere a víctimas mortales, fue un deslizamiento de tierra producido en Freetown (Sierra Leona) el 14 de agosto, que causó la muerte de al menos 500 personas²⁶. Las

lluvias excepcionalmente intensas fueron uno de los principales desencadenantes de este desastre. En la ciudad de Freetown cayeron 1 459,2 mm de lluvia entre el 1 y el 14 de agosto, casi el cuádruple de la media para este período. Otro gran deslizamiento de tierra relacionado con fuertes precipitaciones ocurrió en Mocoa, al sur de Colombia, el 1 de abril, que dejó al menos 273 víctimas mortales.

Muchas zonas del subcontinente indio se vieron afectadas por las inundaciones ocurridas durante la estación monzónica entre junio y septiembre, pese a que las precipitaciones estacionales globales se mantuvieron cercanas a la media en la región. Las inundaciones más graves se produjeron a mediados de agosto, después de unas precipitaciones extremadamente intensas en una región centrada en el este de Nepal, en el norte de Bangladesh y en zonas adyacentes del norte y noreste de la India. En Mawsynram (India), cerca de la frontera de Bangladesh, en los cuatro días comprendidos entre el 9 y el 12 de agosto se registraron 1 479 mm. Cerca de la frontera entre la India y Nepal también se registraron totales diarios de más de 400 mm, y en la región de Rangpur, al norte de Bangladesh, los días 11 y 12 de agosto se registraron 360 mm, aproximadamente el promedio del total mensual. En todo este período, en la India, Bangladesh y Nepal²⁷ se informó de que se habían producido más de 1 200 víctimas mortales y que más de 40 millones de personas se habían desplazado o se habían visto afectadas de algún otro modo. La Organización Mundial de la Salud indicó que, tan solo en Bangladesh, se notificaron más de 13 000 casos de enfermedades transmitidas por el agua y de infecciones respiratorias en tres semanas en el mes de agosto²⁸, mientras que en Nepal se informó de amplios daños ocasionados en los establecimientos de salud pública²⁹.

A principio de la temporada se informó de que a finales de mayo hubo 292 víctimas mortales en Sri Lanka, principalmente en las partes sur y oeste del país, debido a las intensas lluvias provocadas por los sistemas de bajas presiones precursores del ciclón Mora. En Ratnapura se registraron 384 mm de lluvia en 24 horas entre el 25 y el 26 de mayo. Aproximadamente 650 000 personas se vieron

²⁶ Organización Internacional para las Migraciones (OIM), 2017: Sierra Leone Flood Response. Situation Report, 28 de agosto de 2017, <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/SL%20Floods%20Sitrep%201.pdf>.

²⁷ Organización Meteorológica Mundial, 2017: Rainfall extremes cause widespread socio-economic impacts, <https://public.wmo.int/en/media/news/rainfall-extremes-cause-widespread-socio-economic-impacts>.

²⁸ Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (FICR), 2017: South Asia flood crisis: Disease outbreaks, funding shortages compound suffering of flood survivors, <https://media.ifrc.org/ifrc/press-release/south-asia-flood-crisis-disease-outbreaks-funding-shortages-compound-suffering-flood-survivors/>.

²⁹ Organización Mundial de la Salud (OMS), 2017: Nepal. Situation Report #5, https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/who_sitrep-06sept2017.pdf.

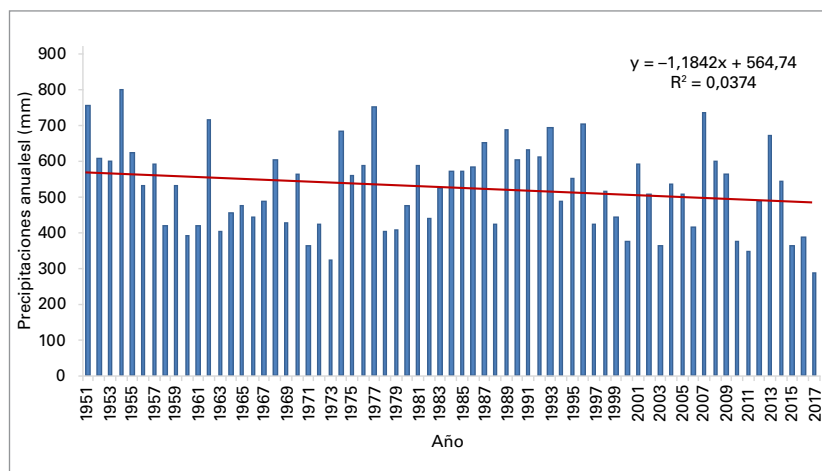


Figura 16.
Precipitaciones anuales
en Ciudad del Cabo,
Sudáfrica, 1951-2017
(Fuente: Servicio
Meteorológico de
Sudáfrica)

afectadas de algún modo por las inundaciones, pero las lluvias sirvieron de poco para aliviar la importante sequía que padecían el norte y el este de Sri Lanka³⁰. El ciclón Mora también tuvo un fuerte impacto en Bangladesh y Myanmar³¹. Las intensas lluvias provocaron inundaciones de miles de hectáreas de cultivos, dañaron cobertizos de aves de corral y redes y barcos de pesca, y erosionaron gravemente los medios de subsistencia de las comunidades dependientes de la agricultura y la pesca en los distritos rurales afectados.

En marzo, tras intensas precipitaciones constantes, se produjeron inundaciones que afectaron a muchas zonas del Perú, causando la muerte de al menos 75 personas³² y afectando a más de 625 000 personas, de las cuales más de 70 000 perdieron sus hogares. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura informó de que se habían producido pérdidas significativas de cultivos³³, especialmente de maíz, en las principales regiones productoras de Lambayeque, Piura e Ica. Este tipo de inundaciones suelen producirse en el Perú durante la última fase de un episodio de El Niño. Si bien en 2017 no hubo ningún episodio de El Niño que afectara a toda la cuenca del Pacífico, en marzo las temperaturas de la superficie del mar cerca de la costa peruana se situaron 2 °C o más

por encima de la media, valores más parecidos a los valores de un año de El Niño que a los de un año neutro como 2017. A mediados de año se produjeron graves inundaciones en algunas partes del sur de China, especialmente en la cuenca del río Yangtsé. La lluvia más intensa cayó en las provincias de Hunan, Jiangxi, Guizhou y Guangxi. El total de precipitaciones acumuladas entre el 29 de junio y el 2 de julio fue de más de 250 mm. Se notificaron 56 víctimas mortales y se estimaron pérdidas económicas por un valor superior a 5 000 millones de dólares de los Estados Unidos³⁴.

SEQUÍA

La sequía que afectó a importantes partes del este de África durante 2016 continuó en 2017. Durante la estación lluviosa de marzo a mayo, las precipitaciones estacionales fueron por lo menos un 20 % inferiores a la media en la mayor parte de Somalia, Kenya y el sur de Etiopía, y más de un 50 % por debajo de la media en la mayor parte de la mitad norte de Kenya y en determinadas partes de Somalia. Más adelante en el año las condiciones se relajaron y se registraron precipitaciones cercanas o superiores a la media en la mayor parte de la región durante el período comprendido entre octubre y diciembre. Se informó de que en Somalia 6,7 millones de personas padecieron inseguridad alimentaria desde octubre, cifra que se redujo a 5,4 millones a finales de diciembre a medida que mejoraron las condiciones de las cosechas y los pastos³⁵.

La sequía empeoró considerablemente en 2017 en la provincia del Cabo en Sudáfrica. Después de registrar precipitaciones por debajo de la media en 2015 y 2016, en Ciudad del Cabo el año 2017 fue el más seco jamás registrado con un total de 285 mm (un 47 % por debajo del promedio de 1981 a 2010). El período de tres años comprendido entre 2015 y 2017 también fue el más seco jamás registrado (un 36% por debajo del promedio). Las condiciones secas provocaron una grave escasez de suministro de agua local, de la que el país no se pudo recuperar hasta principios de 2018. Sin embargo, en general las precipitaciones medias y superiores a la media más al norte en el sur de África durante la temporada de lluvias de 2016/2017 se tradujeron en una mejora de las condiciones, lo que hizo que el número de personas afectadas por la inseguridad alimentaria se redujera de

³⁰ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Programa Mundial de Alimentos (PMA), 2017: *Special Report. FAO/WFP Crop and Food Security Assessment Mission to Sri Lanka*, <http://www.fao.org/3/a-i7450e.pdf>.

³¹ Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (FICR), 2017: Emergency appeal revision. Bangladesh: Cyclone Mora, http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/MDRBD019_RevEA.pdf.

³² Información proporcionada por la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR).

³³ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2017: GIEWS – Global Information and Early Warning System. Country Brief: Peru, <http://www.fao.org/giews/countrybrief/country.jsp?code=PER>.

³⁴ Información proporcionada por la Administración Meteorológica de China.

³⁵ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2018: FSNAU-FEWS NET Technical Release, 29 de enero de 2018, <http://www.fsnaui-focus/fsnaui-fews-net-technical-release-january-29-2018>.

40 millones en el período más agudo de la sequía de 2014–2016 a 26 millones a finales de 2017³⁶.

Muchas zonas de la región del Mediterráneo se vieron afectadas por una sequía importante en 2017, al igual que sucedió en otras partes de Europa central. Durante la primera parte de 2017, las anomalías más extremas se registraron en Italia, que experimentó el período de enero a agosto más seco del que se tenga registro (y ese año pasó a ser más seco de los registros, con una precipitación anual del 26 % por debajo del promedio de 1961–1990). Más hacia el norte, en Bratislava (Eslovaquia) se vivió el período más seco jamás registrado entre diciembre y agosto, y en el sur de Moravia (Chequia) se vivió el segundo período más seco entre enero y agosto. Más entrado el año, las condiciones secas se centraron en el suroeste de Europa. En España se vivió el otoño más seco del que se tenga registro, la región de Provenza-Haute Alpes-Côte d’Azur, en el sureste de Francia, registró su período más seco de mayo a noviembre, mientras que en Portugal el período de abril a diciembre fue el más seco de los registros y 2017 fue el tercer año más seco registrado en el país (los cuatro años más secos han ocurrido desde 2004). El otoño fue asimismo muy seco en Marruecos. El Mediterráneo oriental también se vio gravemente afectado por la sequía, en particular en la mitad oriental de Turquía, Chipre y la mayor parte de Israel. En la llanura costera de Israel, 2017 fue el año más seco del que se tenga registro.

La sequía también afectó a una región de la zona central de América del Norte, a ambos lados de la frontera entre los Estados Unidos y el Canadá. Los estados de Dakota del Norte y Montana se vieron especialmente afectados y en las provincias de las praderas canadienses hubo zonas que se vieron afectadas por sequías graves a ambos lados de la frontera³⁷. Después de un período de sequía prolongada, la estación de lluvias invernales de 2016/2017 provocó lluvias intensas en buena parte de California, y el banco de nieve de Sierra Nevada fue un 66 % superior a la media, sin parangón desde 1998. En febrero hubo que llevar a cabo evacuaciones a gran escala en el norte del estado debido al riesgo de fallo de la presa de Oroville. Sin embargo, las condiciones secas se reanudaron durante el segundo semestre del año, lo que contribuyó a que se produjeran numerosos incendios forestales importantes.

Aunque el déficit de precipitaciones no fue particularmente extremo en 2017, las precipitaciones entre cercanas a la media y por debajo de ella ocasionaron la continuación de una sequía de varios años en muchas partes del Brasil al norte de los 20° S y en la parte central de Chile (donde 2017 fue el año más húmedo desde 2008 y aun así más seco que el promedio a largo plazo). En la región de Asia-Pacífico se informó de que se dieron condiciones inusualmente secas en la península de Corea durante la primera mitad de 2017, mientras que Nueva Caledonia también se vio afectada por sequías importantes, especialmente más avanzado el año.

OLAS DE CALOR, FENÓMENO CORRIENTE EN 2017

En 2017 se produjeron muchas olas de calor importantes en todo el mundo, tanto en el verano del hemisferio sur como en el del hemisferio norte.

En la zona meridional de América del Sur se experimentó un calor extremo en varias ocasiones durante el verano de 2016/2017. El calor alcanzó su apogeo a finales de enero, cuando numerosas estaciones chilenas registraron los días más cálidos de los que se tenga constancia, en particular Santiago (37,4 °C) y Curico (37,3 °C) el día 25, y Chillan (41,5 °C) y Concepción (34,1 °C) el día 26. El calor se expandió en dirección este hacia la Patagonia argentina, donde Puerto Madryn alcanzó los 43,4 °C el 27 de enero, la temperatura más alta jamás observada en latitudes tan meridionales. El verano también fue sumamente cálido en gran parte de la zona oriental de Australia, donde Moree vivió 54 días consecutivos de 35 °C o más entre el 28 de diciembre de 2016 y el 19 de febrero de 2017, la secuencia más larga jamás registrada en Nueva Gales del Sur. En numerosas localidades, como Moree (47,3 °C), Dubbo (46,1 °C), Scone (46,5 °C), Bathurst (41,5 °C) y Williamstown (45,5 °C), entre el 11 y el 12 de febrero se marcó la temperatura más alta de sus registros.

El suroeste de Asia también se vio afectado por el calor extremo a finales de mayo. La temperatura en Turbat, en el extremo suroccidental del Pakistán, alcanzó los 54,0 °C el día 28 de mayo, récord nacional para el Pakistán y, si se confirma³⁸, un récord también para Asia. Al mismo tiempo, distintos lugares de la República Islámica del Irán, Omán y los Emiratos Árabes Unidos también registraron temperaturas superiores a los 50 °C.

Durante el verano en Europa también hubo numerosas olas de calor, en particular en la región del Mediterráneo. La más importante afectó a Turquía

³⁶ Programa Mundial de Alimentos (PMA), 2018: Poor Rains and Crop Infestation Threaten Deeper Hunger Across Southern Africa. Comunicado de prensa, 9 de febrero de 2018.

³⁷ Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA), 2017: North American Drought Monitor, December 2017.

³⁸ Este dato de observación, y otro de 54,0 °C registrado en Mitribah (Kuwait), están siendo evaluados actualmente por un comité de evaluación de la OMM.



NIEVE EN EL SAHARA ARGELINO (REGIÓN DE AÏN SÉFRA)

y Chipre a finales de junio y principios de julio, el Mediterráneo occidental (especialmente España y Marruecos) a mediados de julio, e Italia y los Balcanes a principios de agosto. Se registraron niveles máximos sin precedentes para los tres episodios, incluidos Antalya en Turquía (45,4 °C el 1 de julio); Córdoba (46,9 °C el 13 de julio), Granada (45,7 °C el 12 de julio) y Badajoz (45,4 °C el 13 de julio) en España; y Pescara (41,0 °C el 4 de agosto), Campobasso (38,4 °C el 5 de agosto) y Trieste (38,0 °C el 5 de agosto) en Italia.

En el suroeste de los Estados Unidos se vivió un verano muy caluroso. En el Valle de la Muerte se registró la temperatura media mensual más alta (41,9 °C) jamás registrada en una estación estadounidense en julio. Posteriormente durante la estación se registraron las temperaturas máximas récord en la costa de California a principios de septiembre, por ejemplo en San Francisco (41,1 °C el 1 de septiembre). El este de China fue otra de las zonas en las que se registró un calor de verano extremo, con temperaturas récord en Shanghai (40,9 °C el 21 de julio) y en el Observatorio de Hong Kong (36,6 °C el 22 de agosto, asociado a un flujo marino durante el tifón Hato).

PERÍODOS FRÍOS IMPORTANTES EN 2017

Aunque en 2017 la temperatura media anual se situó por encima del promedio en casi todas las zonas habitadas, en el transcurso del año se produjeron algunos episodios de frío dignos de mención.

Enero fue un mes frío en gran parte de la zona central y del sureste de Europa. Muchos países padecieron el mes de enero más frío desde 1987; en algunos lugares se registraron temperaturas medias mensuales inferiores en 5 °C a la media. El frío también se extendió a partes del norte de África, donde se observaron nevadas en algunas partes elevadas del Sahara argelino.

Una importante tormenta a final de temporada afectó después a la región los días 20 y 21 de abril. Moldova fue el país más afectado, con fuertes precipitaciones de nieve y lluvia engelante -excepcionales en esa época del año- que provocaron importantes daños forestales y agrícolas. Tras la tormenta, hubo intensas heladas al final de la temporada que contribuyeron a que se produjeran importantes pérdidas agrícolas, estimadas por Munich Re en 3 300 millones de euros³⁹, en muchos países, incluidos Suiza, Austria, Ucrania, Rumania y Eslovenia. Las pérdidas se exacerbaban en muchas zonas por el inusual desarrollo temprano de los cultivos debido a un mes de marzo anormalmente cálido.

El frío extremo afectó a determinadas partes de la Argentina en julio. La temperatura en Bariloche bajó hasta -25,4 °C el día 16 de julio, 4,3 °C por debajo del récord anterior. En determinadas zonas del sureste de Australia también se registraron temperaturas muy bajas durante la noche de los primeros días de julio y se establecieron récords mínimos en localidades como Sale, Deniliquin y West Wyalong.

Al final del año, un período frío importante afectó al noreste de los Estados Unidos y al este del Canadá, con temperaturas que permanecieron muy por debajo de la media durante dos semanas o más. El período frío se destacó más por su persistencia que por su intensidad y en una serie de localidades se establecieron o casi alcanzaron récords para el período continuo más largo por debajo de determinados umbrales: un ejemplo fue Boston, que registró un récord de siete

³⁹ Munich Re, 2018: Spring frost losses and climate change – not a contradiction in terms, 29 de enero de 2018, <https://www.munichre.com/topics-online/en/2018/01/spring-frost?ref=social&ref=Facebook&tid=NatCat2017%20Review>.

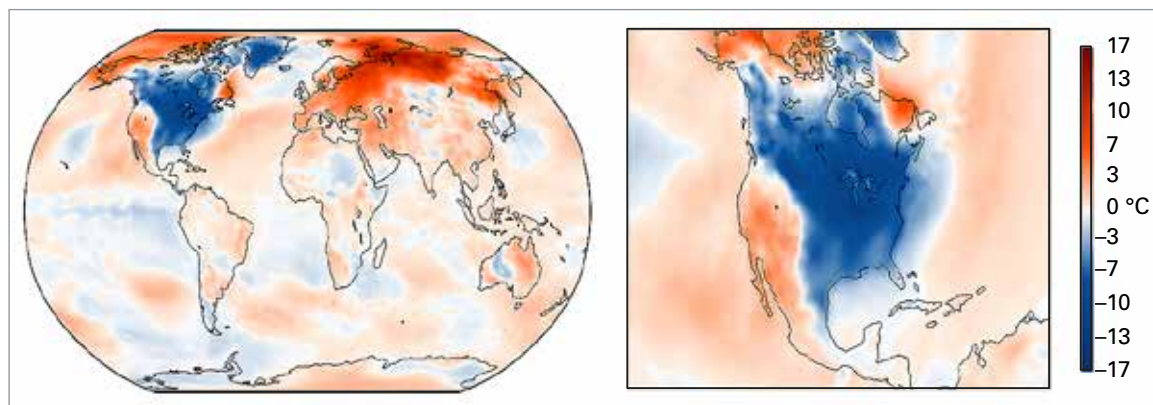


Figura 17. Anomalías de temperatura para el período comprendido entre el 26 de diciembre de 2017 y el 5 de enero de 2018 (relativo a 1981-2010) en las que se muestra la intensa ola de frío en el este de América del Norte.
(Fuente: Centro Europeo de Predicción Meteorológica a Medio Plazo (CEPMMP), Servicio de Cambio Climático del programa Copernicus)

días consecutivos con temperaturas máximas de $-6,7^{\circ}\text{C}$ o inferiores entre el 27 de diciembre y el 2 de enero.

EVALUACIÓN GLOBAL DE LAS TEMPERATURAS EXTREMAS

Aunque todavía no es posible hacer una evaluación global completa de las temperaturas extremas para 2017, el conjunto de datos del GHCNDEX⁴⁰ de índices de temperaturas extremas puede utilizarse para evaluar valores en las partes del mundo en las que hay cobertura. Para las temperaturas mínimas, las principales zonas de cobertura son Europa, América del Norte, Australia y determinadas partes de Rusia; para las temperaturas máximas, la cobertura también se extiende a buena parte de Asia (excepto el sur y el suroeste) y Sudáfrica. Hay poca o ninguna cobertura en América del Sur y Central y en África, Sudáfrica aparte.

En las zonas con cobertura, las temperaturas máximas superiores al percentil 90 ocurrieron en un promedio del 16,7 % de los días, el tercer valor más alto jamás registrado después de 2015 (18,5 %) y 2016 (17,8 %). Esas temperaturas se registraron localmente en un 25 % o más de los días en determinadas partes del sur de Queensland (Australia) y la península Ibérica, y en un 20 % o más de los días en gran parte de la zona oriental de Australia, Asia central y el sur de Europa. Tan solo en el oeste del Canadá y en determinadas partes del noroeste de Rusia se registraron valores inferiores al 10 %. Las noches cálidas no fueron tan prevalentes como los días cálidos y el promedio de la frecuencia global (15,7 %) estuvo por debajo del promedio de los últimos 10 años.

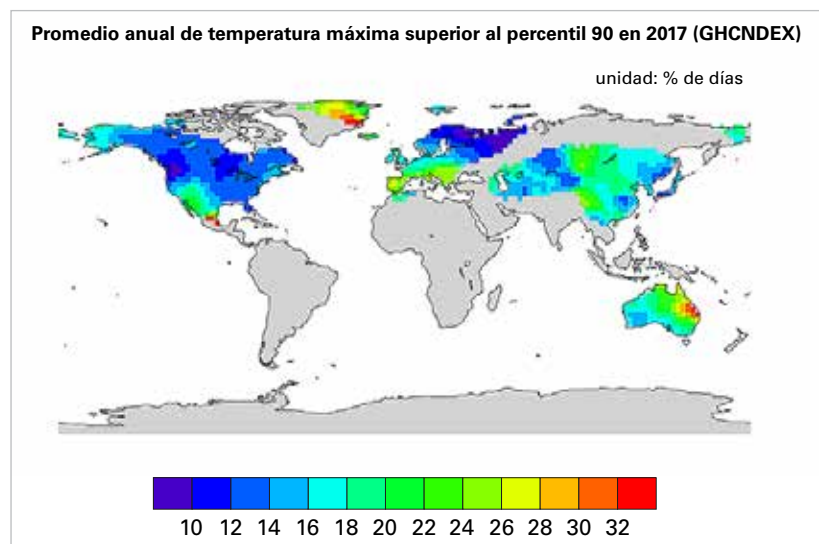
Hubo días fríos con temperaturas máximas por debajo del percentil 10 un 6,2 % de los días, el tercer valor más bajo jamás registrado, y las noches frías

con temperaturas mínimas por debajo del percentil 10 marcaron el quinto valor más bajo (5,7 %). Las temperaturas frías extremas, tanto de día como de noche, fueron especialmente inusuales en el noroeste de Europa; en la región comprendida entre el Reino Unido y Alemania se registraron valores inferiores al 3 % para los días fríos y al 4 % para las noches frías. Tan solo se registraron valores por encima del 10 % en determinadas zonas de Australia para las noches frías, y en el centro del Canadá para los días fríos, aunque en gran parte del norte de los Estados Unidos y del sur del Canadá se registraron frecuencias de días fríos de entre el 8 % y el 10 %.

CONTRIBUCIÓN DEL CALOR Y LA SEQUÍA A NUMEROSOS INCENDIOS FORESTALES DESTRUCTIVOS

El calor extremo y la sequía contribuyeron a que se produjeran múltiples y destructivos incendios forestales en varias partes del mundo en 2017. Aunque el retorno a precipitaciones cercanas a la media o superiores a ella contribuyó a que disminuyeran los incendios con respecto a los últimos años en varias regiones tropicales,

Figura 18. Porcentaje de días en 2017 en que la temperatura máxima fue superior al percentil 90, según el conjunto de datos del GHCNDEX
(Fuente: Universidad de Nueva Gales del Sur. Centro de Investigación sobre el Cambio Climático, Australia)



⁴⁰ Donat, M. G. y otros, 2013: Global Land-Based Datasets for Monitoring Climatic Extremes. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 94:997–1006. Este conjunto de datos utiliza el período de referencia 1961-1990 para calcular los umbrales del percentil.

numerosas regiones de latitudes medias experimentaron severas temporadas de incendios.

Chile vivió los mayores incendios forestales de su historia durante el verano de 2016/2017, cuando unas condiciones excepcionalmente secas durante 2016 vinieron seguidas de un calor extremo en diciembre y enero. Según los informes, hubo 11 víctimas mortales y se quemó un total de 614 000 hectáreas de bosque, probablemente el total estacional más alto jamás registrado y ocho veces superior a la media a largo plazo⁴¹. Durante ese verano de 2016/2017 hubo también en el hemisferio sur grandes incendios en varias partes del este de Australia (especialmente en el este de Nueva Gales del Sur) y en la región de Christchurch, en Nueva Zelandia, mientras que la ciudad de Knysna, en el sur de Sudáfrica, se vio gravemente afectada por los incendios en junio.

La temporada de incendios en el Mediterráneo fue muy intensa. El peor incidente fue el que ocurrió en el centro de Portugal en junio, que causó la muerte a 64 personas en un incendio cerca de Pedrogao Grande. Hubo otros grandes incendios forestales en Portugal y en el noroeste de España a mediados de octubre, que se vieron exacerbados por los fuertes vientos asociados al huracán Ophelia y que dejaron otras 45 víctimas mortales. Entre enero y octubre se quemó en Portugal⁴² una extensión superior a cinco veces la media del período de 2007 a 2016. Otros países también sufrieron incendios importantes, como Croacia, Italia y Francia.

Asimismo fue activa la temporada de incendios en el oeste de América del Norte, tanto en los Estados Unidos como en el Canadá. Un invierno húmedo, que permitió el crecimiento abundante de maleza combustible, al que siguió un verano seco y caluroso, crearon las condiciones ideales para que se produjeran incendios de gran intensidad, el peor de los cuales ocurrió en el norte de San Francisco a principios de octubre. Murieron al menos 44 personas, cifra que representa la mayor pérdida de vidas humanas en un incendio en los Estados Unidos desde 1918. Las pérdidas aseguradas ocasionadas por los incendios se estimaron en un importe no inferior a 9 400 millones de dólares de los Estados Unidos⁴³, el mayor jamás estimado por un incendio en ningún lugar del mundo, incluso superior al estimado por los

incendios de Fort McMurray ocurridos en 2016 en el Canadá. Las pérdidas económicas totales derivadas del incendio ocurrido en California en 2017 se calcularon en 18 000 millones de dólares de los Estados Unidos. Otro incendio ocurrido en el noroeste de Los Ángeles en diciembre se convirtió en el mayor incendio de California de la historia moderna, y de forma indirecta provocó 21 víctimas mortales a causa de las crecidas repentinas y las coladas de derrubios resultantes de las intensas lluvias que cayeron sobre la zona incendiada a principios de enero⁴⁴.

La extensión total quemada en 2017 en la zona adyacente de los Estados Unidos superó en un 53 % a la media del período de 2007 a 2016⁴⁵, marcando casi el récord registrado en 2015, mientras que la zona incendiada en las provincias occidentales del Canadá también fue muy superior al promedio: en la Columbia Británica se incendiaron más de 1,2 millones de hectáreas, aproximadamente ocho veces el promedio estacional de 2006-2015⁴⁶. Los incendios de larga duración ocurridos en la Columbia Británica y en el noroeste de los Estados Unidos también contribuyeron a provocar una intensa contaminación por humo en toda la región.

En agosto hubo un importante incendio de tundra en la zona de la bahía de Disko, en la costa oeste central de Groenlandia.

LA INFLUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO ANTROPÓGENO EN LOS FENÓMENOS EXTREMOS

La determinación de la medida en que el cambio climático antropógeno ha influido, si es que lo ha hecho, en la ocurrencia de fenómenos extremos ha sido un área de investigación activa en los últimos años. Tales análisis ya se publican de forma sistemática en la literatura revisada por homólogos y muchos de ellos forman parte de un informe anual preparado como suplemento del *Boletín de la Sociedad Meteorológica Americana*.

En el último Boletín de la Sociedad Meteorológica Americana se incluyeron 27 análisis de fenómenos extremos ocurridos en 2016 (algunos de ellos son diversos análisis del mismo fenómeno) y

⁴¹ Información proporcionada por la Dirección Meteorológica de Chile.

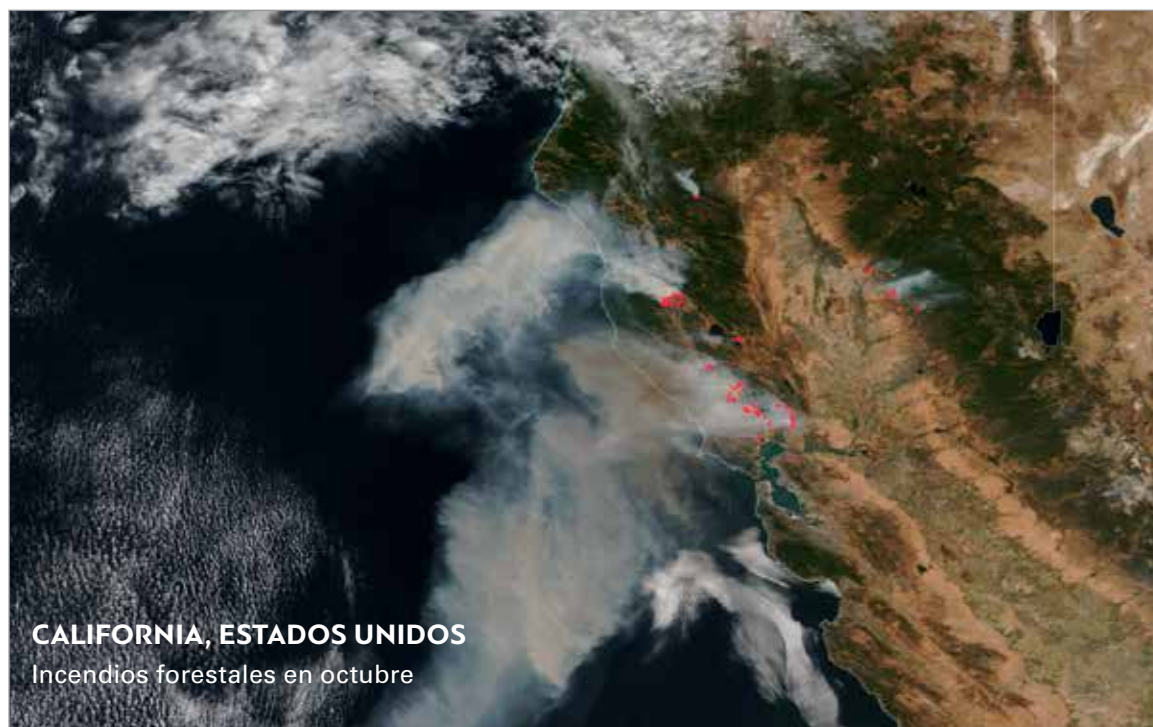
⁴² Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas, <http://www.icnf.pt/portal/florestas/dfci/Resource/doc/rel/2017/8-rel-prov-1jan-30set-2017.pdf>.

⁴³ Departamento de Indemnizaciones de California, comunicado de prensa de fecha 6 de diciembre de 2017, <http://www.insurance.ca.gov/0400-news/0100-press-releases/2017/release135-17.cfm>.

⁴⁴ Centros Nacionales para la Información Ambiental (NCEI), Informes nacionales sobre el clima para diciembre de 2017 y enero de 2018.

⁴⁵ National Interagency Coordination Center, Wildland Fire Summary and Statistics – Annual Report 2017 https://www.predictiveservices.nifc.gov/intelligence/2017_statsumm/intro_summary17.pdf.

⁴⁶ British Columbia Wildfire Service, <http://bcfireinfo.for.gov.bc.ca/hprScripts/WildfireNews/Statistics.asp>.



NASA

revelaron que, en 21 de los 27 casos, el cambio climático antropógeno fue un importante factor de la frecuencia del fenómeno en cuestión. En particular, de los 15 análisis en los que se evaluaron fenómenos de temperaturas extremas (en la tierra o en el océano), 13 demostraron que la probabilidad de ocurrencia se vio fuertemente influida por el cambio climático antropógeno en la dirección “prevista”, esto es, que había aumentado la probabilidad de un fenómeno cálido o bien que había disminuido la probabilidad de un fenómeno frío. Un contraejemplo interesante fue la helada ocurrida en septiembre de 2016 en el suroeste de Australia, donde se observó que el cambio climático antropógeno había aumentado significativamente la posibilidad de ocurrencia de anomalías de circulación, que eran el motor primordial del fenómeno (pese a la señal de calentamiento de base). Al igual que en años anteriores, las señales antropógenas fueron menos consistentes en el caso de las precipitaciones extremas: sí lo fueron (en tres análisis distintos) en el caso de las precipitaciones extremadamente intensas ocurridas en el este de China durante el verano de 2016, pero no en el caso de las precipitaciones extremas registradas en otras partes del mundo.

Habida cuenta de los plazos involucrados, pocos estudios de los fenómenos de 2017 han aparecido ya en publicaciones revisadas por homólogos. Una excepción es la evaluación de las precipitaciones extremadamente intensas relacionadas con el huracán Harvey. El Equipo de Expertos sobre el Impacto del Clima en los Ciclones Tropicales

de la OMM también llegó a la conclusión⁴⁷ de que, si bien no existen pruebas que demuestren claramente que el cambio climático influya en la mayor o menor frecuencia de los huracanes que se desplazan lentamente y llegan a tierra, es probable que el cambio climático antropógeno sea el causante de que las precipitaciones sean más intensas y de que el actual aumento de nivel del mar acreciente los impactos de las mareas de tempestad. Las evaluaciones de los últimos fenómenos –la mayoría de las cuales emplean métodos documentados en las publicaciones que son examinadas por homólogos, aunque las propias evaluaciones no lo son– se publican periódicamente poco después de que se produzca el fenómeno a través de una variedad de canales, y es probable que muchos de esos fenómenos se documenten en las publicaciones que serán examinadas por homólogos a su debido momento.

⁴⁷ Declaración del equipo de expertos de la OMM sobre el huracán Harvey, <https://public.wmo.int/en/media/news/wmo-expert-team-statement-hurricane-harvey>.

ATRIBUCIÓN DE FENÓMENOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

La pregunta típica cuando se produce un fenómeno climático extremo es “¿se debió al cambio climático?”. Los científicos formulan la pregunta de otro modo: “¿Tuvo influencia el ser humano en la probabilidad de ocurrencia del fenómeno y, de ser así, en qué medida?”.

La respuesta a esta pregunta se ha convertido en un área de investigación muy activa en los últimos años. Aunque se han utilizado una amplia gama de enfoques, el más habitual es utilizar modelos climáticos. El enfoque consiste en correr esos modelos, por un lado, con todos los forzamientos climáticos conocidos, tanto antropógenos como naturales, y, por otro, solo con los forzamientos naturales. La comparación de la probabilidad de ocurrencia del fenómeno en cuestión utilizando los dos conjuntos de ejecuciones del modelo permite atribuir el fenómeno a factores antropógenos o a factores naturales. Esto se expresa a menudo como la fracción de riesgo atribuible, que es la probabilidad de que el fenómeno sea el resultado de la influencia antropógena sobre el clima frente a la variabilidad natural.

En muchos de esos estudios se ha puesto de relieve que la probabilidad de que se produzca un fenómeno extremo ha estado influida por la actividad humana, ya sea directa o indirectamente; por ejemplo, al influir en la probabilidad de ocurrencia de una anomalía de circulación inusual que desencadene un fenómeno extremo, a veces en conjunción con otras influencias como la de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS). De un conjunto de 131 estudios publicados entre 2011 y 2016 en el *Boletín de la Sociedad Meteorológica Americana*, un 65 % de ellos revelaron que la probabilidad de ocurrencia de un determinado fenómeno estaba influida significativamente por las actividades antropógenas.

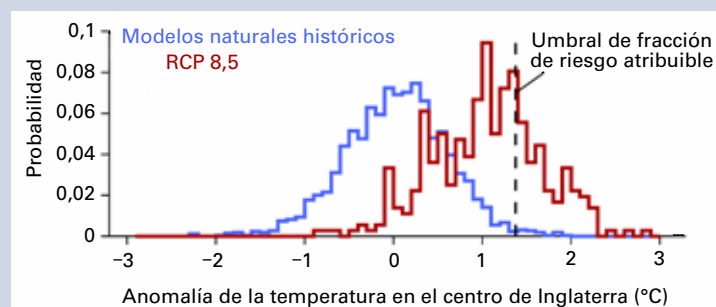
La influencia antropógena más fuerte se ha observado en las temperaturas extremas: la probabilidad del calor extremo aumenta y la del frío extremo se reduce, y ello es especialmente válido para los fenómenos que abarcan amplias extensiones y largos períodos de tiempo, como una temporada o un año. A modo de ejemplo, se observó que la temperatura media global récord de 2016 habría sido casi imposible de alcanzar sin la actividad humana¹. Habida cuenta del nivel más alto de variabilidad “natural” en localidades individuales y en escalas de tiempo más cortas, es más difícil observar una señal humana significativa en la ocurrencia de extremos a corto plazo en lugares específicos, aunque también empiezan a aparecer estudios de ese tipo.

La influencia antropógena ha sido más difícil de determinar en la atribución de las precipitaciones extremas. Aunque en varios estudios se ha demostrado que la probabilidad de que ocurran precipitaciones extremas ha aumentado, la mayoría de

las veces de forma indirecta, a causa del cambio climático, en otros muchos estudios los resultados no han sido concluyentes. Eso se debe a que la señal climática subyacente a largo plazo en las precipitaciones extremas es menos clara que en el caso de las temperaturas, y también a que los fenómenos de precipitaciones extremas suelen producirse en escalas de tiempo más cortas que los de temperaturas extremas.

Actualmente, la mayoría de los estudios de atribución se llevan a cabo en modo de investigación y la plataforma más común para darlos a conocer son las publicaciones tradicionales revisadas por homólogos, las cuales, en general, se incluyen en un suplemento anual al informe sobre el Estado del Clima, publicado en el *Boletín de la Sociedad Meteorológica Americana*. Esos estudios suelen salir a la luz varios meses después de que haya tenido lugar el fenómeno en cuestión.

Para algunos tipos de extremos, especialmente los definidos utilizando índices estándar, tales como la temperatura media mensual del país, se han desarrollado métodos que permiten hacer una evaluación de la fracción de riesgo atribuible para el fenómeno en tiempo casi real. En la actualidad, la mayor parte de esos informes se publican a través de otros canales distintos de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) tales como blogs, sitios web de universidades o de ONG, o medios de comunicación. Los servicios de atribución operativos, bajo los auspicios de los SMHN o los Centros Regionales sobre el Clima están en ciernes, aunque muchos científicos de los SMHN han contribuido a los estudios que se están publicando en la actualidad. Sin embargo, se prevé que se realicen progresos sustanciales en esta esfera en los próximos años debido al aumento de la demanda de esos servicios en tiempo casi real por parte de los gobiernos, el público y los medios de comunicación.



Distribución de la probabilidad de la media anual de la temperatura en el centro de Inglaterra respecto de las simulaciones de modelos naturales (azul) y el escenario RCP 8,5 (marrón) en 2006, con el valor de 2006 (el valor más alto registrado) marcado con una línea negra de trazos (Fuente: Andrew King, Universidad de Melbourne, Australia)

¹ Knutson, T. R. y otros, 2017: CMIP5 model-based assessment of anthropogenic influence on record global warmth during 2016. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 99:S11-S15.

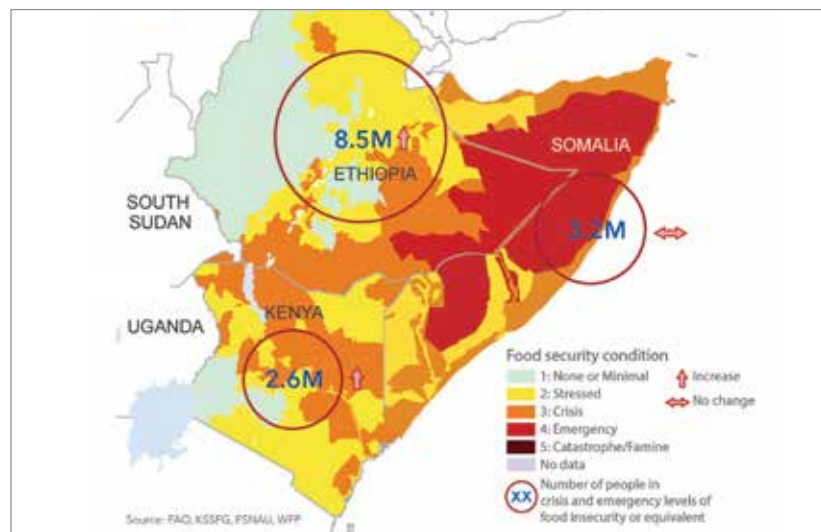
Riesgos climáticos e impactos conexos

Los fenómenos extremos y los desastres relacionados con el clima conllevan graves consecuencias para el bienestar humano y para diversos sectores de las economías nacionales. El año 2017 fue particularmente dañino en cuanto a desastres con fuertes repercusiones económicas. Munich Re evaluó el total de pérdidas por desastres provocados por fenómenos meteorológicos y climáticos en 2017 en 320 000 millones de dólares de los Estados Unidos⁴⁸, la mayor cuantía anual jamás registrada (después del ajuste por la inflación).

AGRICULTURA Y SEGURIDAD ALIMENTARIA

La exposición y la vulnerabilidad a los fenómenos extremos puede acabar con los bienes y la infraestructura agrícola y provocar graves daños a las formas de subsistencia y la seguridad alimentaria de millones de personas. El Programa Mundial de Alimentos (PMA) está preocupado porque más del 80 % de la población que padece inseguridad alimentaria en el mundo vive en países con entornos degradados expuestos a los peligros naturales. Cuando se producen fenómenos relacionados con el clima, la situación de las poblaciones, ya de por sí vulnerables, puede deteriorarse rápidamente en crisis alimentarias y de nutrición. Los problemas de inseguridad alimentaria y desnutrición agudas tienden a magnificarse cuando los peligros naturales como las sequías y las crecidas agravan las consecuencias de los conflictos⁴⁹.

La interrupción de la producción agrícola en las zonas rurales de los países en desarrollo afecta a los medios de subsistencia, ya de por sí frágiles, de las poblaciones más pobres y vulnerables en particular. En un estudio de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) se señala que el 26 % de todos los daños y pérdidas causados por desastres relacionados con el clima de mediana y gran escala



recayó sobre la agricultura (cultivos, ganadería, pesca, acuicultura y silvicultura)⁵⁰.

En el Cuerno de África, la estación lluviosa de 2016 fue desastrosa por el déficit de precipitaciones. A continuación se vivió una dura estación seca entre enero y febrero de 2017 y una pobre estación lluviosa entre marzo y mayo. Como resultado, aumentó significativamente la población que padece mayor inseguridad alimentaria en África oriental⁵¹. Las zonas más afectadas fueron, entre otras, el sur y el sureste de Etiopía, el norte y la zona costera de Kenia, casi toda Somalia, las zonas surorientales del Sudán del Sur y las zonas nororientales de Uganda. En Somalia, a partir de junio de 2017 más de la mitad de las tierras de cultivo resultaron afectadas por la sequía, y desde diciembre de 2016 los rebaños disminuyeron entre un 40 y un 60% debido al aumento de la mortalidad y a las ventas por necesidad.

En Etiopía una sequía prolongada puso en peligro la producción de cultivos y redujo la superficie de pastizales, limitando sobremanera el poder adquisitivo de los hogares de pastores. Según el Índice del estado de la vegetación (VCI), desde mayo de 2017, en las zonas de Kenia afectadas por la sequía, este fenómeno estuvo asociado a un fuerte aumento del precio de los cultivos básicos y a una disminución del precio del ganado, con la

Figura 19. Número de personas con un alto nivel de inseguridad alimentaria en Kenia, Somalia y Etiopía (Fuente : Horn of Africa: Humanitarian Impacts of Drought – número 9, 20 de agosto de 2017 (Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCAH))

⁴⁸ Munich Re, 2018: Hurricanes cause record losses in 2017 – The year in figures. Publicación de fecha 4 de enero de 2018. Las pérdidas notificadas por Munich Re incluyen las pérdidas indemnizadas y no indemnizadas, pero pueden tener en cuenta las pérdidas económicas indirectas (p.ej. interrupción de las operaciones) de forma distinta a otras fuentes.

⁴⁹ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA), Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), Programa Mundial de Alimentos (PMA) y Organización Mundial de la Salud (OMS), 2017: *The State of Food Security and Nutrition in the World 2017 – Building resilience for peace and food security*. FAO, Rome, <http://www.fao.org/3/a-i7695e.pdf>.

⁵⁰ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2017: *The Impact of Disasters on Agriculture – Assessing the information gap*, <http://www.fao.org/3/a-i7279e.pdf>.

⁵¹ Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas (OCAH), 2017: Horn of Africa: Humanitarian Impacts of Drought, 9 (10 de agosto de 2017), <https://reliefweb.int/report/somalia/horn-africa-humanitarian-impacts-drought-issue-9-10-aug-2017>.

DATOS PARA VIGILAR LOS EFECTOS DE FENÓMENOS EXTREMOS Y DESASTRES CLIMÁTICOS

En el 71° período de sesiones de la Asamblea General de las Naciones Unidas¹ y en el 48° período de sesiones de la Comisión de Estadística de las Naciones Unidas² se acordaron datos e indicadores orientados a medir los avances en la consecución de las metas mundiales del Marco de Sendái para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030 y de los objetivos y metas de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. De esta manera los países pueden, de forma integrada, realizar el seguimiento de los progresos en la gestión del riesgo climático y de desastres y de los efectos secundarios y presentar los informes correspondientes, usando conjuntos de datos para fines múltiples e indicadores comunes.

La mayoría de los países dispone hoy de datos para medir, de una u otra manera, el impacto de los fenómenos extremos y los desastres climáticos, entre otros medios sirviéndose del número creciente de sistemas nacionales de contabilidad de las pérdidas causadas por los desastres, como se indica en el informe de 2017 sobre la disponibilidad de datos en el contexto del Marco de Sendái titulado *Sendai Framework data readiness review 2017*³. No obstante, es necesario que los países lleven a cabo un gran trabajo si desean hacer un seguimiento de los indicadores acordados según lo previeron los dos grupos de trabajo intergubernamentales: el grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres y el Grupo Interinstitucional y de Expertos sobre los Indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Muchos países se enfrentan a dificultades relacionadas con la disponibilidad, accesibilidad y calidad de los datos, que deberán resolver a fin de que los datos sean lo suficientemente coherentes y

comparables para que la medición del progreso e impacto sea útil.

Los expertos en estadística del mundo entero continúan trabajando para solucionar algunas de esas dificultades. Los resultados de la labor del Grupo de Expertos en Estadísticas sobre Desastres se presentarán en la 74ª sesión de la Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico. Entre los resultados figurará la elaboración del marco estadístico en materia de desastres, que tiene por objeto vigilar la consecución de las metas mundiales del Marco de Sendái y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El Equipo de Tareas para la Medición de los Fenómenos Extremos y los Desastres, establecido por la Conferencia de Estadísticos Europeos de la Comisión Económica para Europa, procura aclarar la función de las estadísticas oficiales respecto del suministro de datos relacionados con fenómenos extremos y desastres, así como el apoyo que pueda prestarse a las oficinas nacionales de estadística en la aplicación del Marco de Sendái y de la Agenda 2030.

Los países reciben asistencia para el ingreso y notificación sistemáticos de datos a través del sistema de vigilancia del Marco de Sendái, una herramienta de vigilancia en línea que comenzó a funcionar en marzo de 2018 y que ofrece orientación detallada sobre metadatos y sobre metodologías computacionales. La integración de la vigilancia y la notificación con el Acuerdo de París se debatirá en la 13a reunión del Comité de Adaptación de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

¹ Resolución (A/RES/71/276) en la que se aprueba el Informe del grupo de trabajo intergubernamental de expertos de composición abierta sobre los indicadores y la terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres (A/71/644).

² Informe del Grupo Interinstitucional y de Expertos sobre los Indicadores de los Objetivos de Desarrollo Sostenible – Nota del Secretario General (E/CN.3/2017/2).

³ United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR): Sendai Framework data readiness review 2017 – Global summary report, <https://www.preventionweb.net/publications/view/53080>.

consiguiendo degradación de los medios de vida y la amenaza a la seguridad alimentaria (FAO, 2017b⁵².

En Filipinas, durante los dos últimos decenios, la cantidad de niños menores de un año que han fallecido durante los 24 meses siguientes a la aparición de tifones es 15 veces superior a la registrada durante la presencia de esos fenómenos. El 80 % de esos menores son niñas⁵³. En Etiopía, los niños que nacen en zonas afectadas por desastres tienen un 35,5 % más de probabilidad de padecer malnutrición y un 41 % más de probabilidad de sufrir retrasos en su desarrollo⁵⁴.

Durante los últimos tres años, intensas y frecuentes crecidas comprometieron considerablemente la producción agrícola y los medios de vida generados por esa actividad en muchos países. En Malawi, las crecidas registradas en 2015 ocasionaron daños y pérdidas de cultivos, ganado, pesca, bienes forestales y flujos de producción por un valor de más de 60 millones de dólares de los Estados Unidos. En Myanmar, el sector agrícola sufrió más del 37 % del impacto económico total de las crecidas de 2015⁵⁵.

En 2017 varios episodios de crecidas afectaron el sector agrícola, en particular en países asiáticos. En mayo de 2017 se produjeron fuertes lluvias que causaron graves inundaciones y deslizamientos de terrenos en zonas del suroeste de Sri Lanka. Además, los efectos adversos de las crecidas en la producción de cultivos agravaron aún más las condiciones de seguridad alimentaria en un país ya asolado por la sequía⁵⁶. En julio de 2017 se registraron crecidas localizadas en el centro y sur de Myanmar que contribuyeron a la pérdida de cosechas de arroz con cáscara, alimentos almacenados y ganado, y afectaron a al menos

Población (en millones) afectada por las crecidas en Bangladesh, India y Nepal al 24 de agosto de 2017

<i>País</i>	<i>Número total de personas afectadas</i>
Bangladesh	6,9 millones
India	32,1 millones
Nepal	1,7 millones

Fuente: Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios (OCAH)

200 000 personas en las regiones de Magway, Sagaing, Bago y Ayeyarwady y en el estado de Mon. Fue el tercer año consecutivo en que Myanmar padeció importantes crecidas durante la estación del monzón.

A finales de marzo y a principios de abril de 2017 abundantes precipitaciones ocasionaron crecidas en zonas agrícolas del noreste de Bangladesh, que afectaron la producción de cultivos, en particular en las divisiones de Sylhet, Dhaka y Mymensingh⁵⁷. La estación del monzón produjo en el sur de Asia las peores inundaciones de los últimos años en la región. Entre junio y agosto de 2017 las inundaciones en Nepal, Bangladesh y en el norte de la India afectaron a millones de personas, cobrándose víctimas fatales y forzando a algunas poblaciones de esos tres países a desplazarse.

El final de las anomalías climáticas asociadas a El Niño 2015/2016, tanto en la superficie terrestre como en los océanos, trajo aparejada una mejora en la producción agrícola y pesquera en algunas áreas⁵⁸. Un patrón de precipitaciones más normal ha contribuido a que se recolecten dos cosechas sucesivas de cereales sin precedentes desde 2015. En 2016 la producción mundial de trigo alcanzó un máximo histórico y se esperaba que en 2017 se mantuviese en niveles similares a ese máximo, principalmente gracias a cosechas más abundantes en la India y la Federación de Rusia. A su vez, la presencia de lluvias más abundantes desde mediados de 2016 en la India, Tailandia y Filipinas aumentó el rendimiento de la cosecha de arroz a niveles indicativos de una recuperación en estos países. Así, la producción mundial de arroz alcanzó un nuevo máximo en 2016 y se esperaba que aumente aún más

⁵² Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2017: Global Information and Early Warning System on Food and Agriculture (GIEWS). Special Alert No. 339. Región: África Oriental, <http://www.fao.org/3/a-i7537e.pdf>.

⁵³ Anttila-Hughes, J. y S. Hsiang, 2013: Destruction, Disinvestment, and Death: Economic and Human Losses Following Environmental Disaster. El documento puede consultarse en la página web de SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2220501>.

⁵⁴ Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2007: Cuarto Informe de Evaluación, <https://www.ipcc.ch/report/ar4/>.

⁵⁵ Gobierno de Myanmar, 2015. Myanmar. Post-disaster needs assessment of floods and landslides, julio a septiembre de 2015, <http://documents.worldbank.org/curated/en/646661467990966084/Myanmar-Post-disaster-needs-assessment-of-floods-and-landslides-July-September-2015>.

⁵⁶ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Programa Mundial de Alimentos (PMA), 2017: Special Report. FAO/WFP Crop and Food Security Assessment Mission to Sri Lanka, <http://www.fao.org/3/a-i7450e.pdf>.

⁵⁷ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2017: GIEWS – Global Information and Early Warning System. Country Brief: Bangladesh, <http://www.fao.org/giews/countrybrief/country.jsp?code=BGD>.

⁵⁸ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2017: Food Outlook – Biannual Report on Global Food Markets, November 2017, <http://www.fao.org/3/a-l8080e.pdf>.

durante la temporada de 2017. En lo que respecta al cultivo de plantas oleaginosas, la producción mundial se recuperó rápidamente en 2016/2017, de hecho se alcanzó un nuevo récord y se prevé que dicha producción aumente moderadamente en 2017/2018. Por el contrario, la recuperación de la producción de aceite de palma fue más gradual y se prevé que dicha producción vuelva a alcanzar su tasa usual de crecimiento solamente en 2018. También se constató una acusada recuperación de la pesca de anchoveta en la costa del Pacífico de América del Sur, ya que en la región se volvieron a registrar temperaturas de la superficie del mar cercanas a la media.

SALUD

El impacto de las olas de calor en la salud mundial no solo depende de la tendencia general al calentamiento, sino también del modo en que las olas de calor se distribuyen en las zonas donde viven las poblaciones. Un estudio reciente muestra que el riesgo general de contraer enfermedades relacionadas con el calor o de fallecer como consecuencia del calor ha aumentado de forma constante desde 1980, y actualmente cerca del 30 % de la población mundial vive en condiciones climáticas capaces de generar temperaturas potencialmente letales al menos 20 días al año⁵⁹. Entre 2000 y 2016 el número de personas vulnerables expuestas a episodios de olas de calor aumentó en aproximadamente 125 millones⁶⁰.

En países donde el cólera es endémico se estima que 1 300 millones de personas están en riesgo; solamente en África cerca de 40 millones de

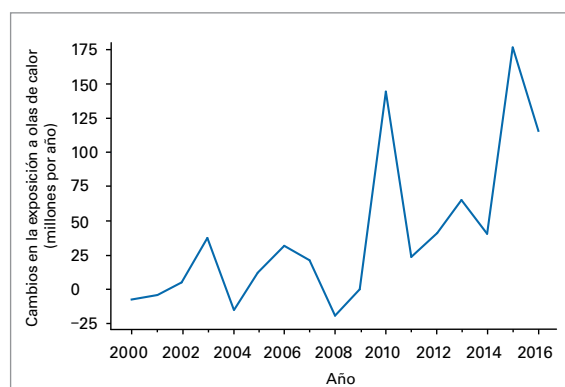
personas viven en focos de cólera⁶¹. Se han detectado estos focos de cólera en la mayoría de los países donde esta enfermedad es endémica y donde se producen repetidos y previsibles brotes de cólera, que coinciden frecuentemente con la temporada de lluvias. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha reconocido que probablemente la aparición de grandes brotes de cólera en el centro y este, y más tarde en el sur, de África se vio favorecida por las condiciones meteorológicas provocadas por El Niño, que aceleraron la transmisión a través de la región desde mediados de 2015, y aún en 2017 seguían haciéndose controles en varios países. Las crecidas también se asocian con frecuencia a los brotes de enfermedades transmitidas por el agua o a aquellas vinculadas a un saneamiento deficiente, tal como se informó en Bangladesh durante las crecidas de agosto de 2017.

DESPLAZAMIENTO DE POBLACIONES

Uno de los efectos negativos de la variabilidad del clima y del cambio climático es el desplazamiento de las poblaciones. La gran parte de esos desplazamientos es interna y se produce como consecuencia de la aparición repentina de fenómenos meteorológicos extremos. Sin embargo, los fenómenos de aparición lenta, como la sequía, la desertificación, la erosión costera y el aumento del nivel del mar, también pueden llevar a desplazamientos internos y transfronterizos. Estos fenómenos de aparición lenta pueden actuar como multiplicadores de amenazas, por ejemplo, exacerbando conflictos que, a su vez, pueden contribuir al desplazamiento de poblaciones.

En 2016 los desastres meteorológicos obligaron a 23,5 millones de personas a desplazarse⁶². Como en años anteriores, la mayoría de esos desplazamientos internos estuvieron asociados a crecidas o a tormentas y ocurrieron en la región de Asia-Pacífico. El ejemplo más notable de desplazamientos relacionados con fenómenos climáticos importantes se dio en Somalia, donde, según se informó, 892 000 personas tuvieron que desplazarse internamente, en su mayor parte durante el primer semestre de 2017⁶³. Cerca del

Figura 20. Cambios en la exposición (de personas mayores de 65 años) a olas de calor desde el 2000 al 2016 en relación con la exposición media a olas de calor desde 1986 a 2008
(Fuente: Organización Mundial de la Salud (OMS))



⁵⁹ Mora C. y otros, 2017: Global risk of deadly heat. *Nature Climate Change*, 7. DOI:10.1038/nclimate3322.

⁶⁰ Watts N. y otros, 2017: The Lancet Countdown on Health and climate change: From 25 years of inaction to a global transformation for public health. *Lancet*, 30 de octubre de 2017.

⁶¹ Organización Mundial de la Salud (OMS), 2017: Weekly epidemiological record, No. 22, 2 de junio de 2017, <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/255611/1/WER9222.pdf?ua=1>.

⁶² Internal Displacement Monitoring Centre: Global Report on Internal Displacement 2017, <http://www.internal-displacement.org/global-report/grid2017/pdfs/2017-GRID.pdf>.

⁶³ Office of the United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR), 2018: Somalia. UNHCR Emergency Response at 31 December 2017, <https://reliefweb.int/report/somalia/somalia-unhcr-emergency-response-31-december-2017>.

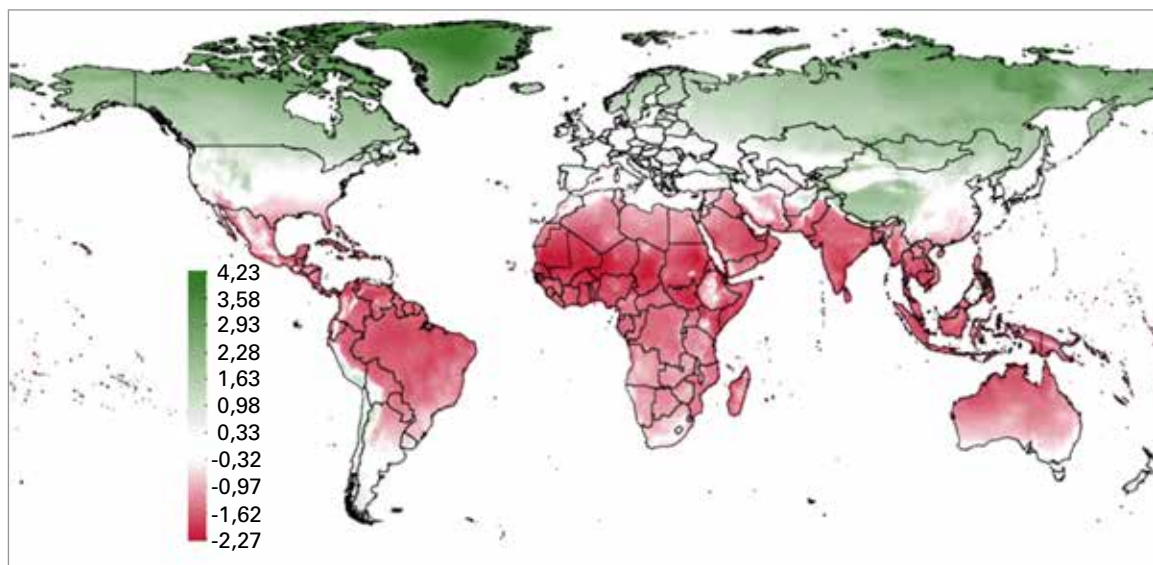


Figura 21. Efecto del aumento de temperatura de 1 °C en la producción real *per capita* a nivel de la retícula.

(Fuentes: Natural Earth; ScapeToad; United Nations World Population Prospects: 2015 Revision; Dependencia de cartografía del Grupo Banco Mundial; cálculos realizados por personal del Fondo Monetario Internacional)

90 % de las personas desplazadas que fueron encuestadas indicó que la sequía fue la causa principal de desplazamiento, mientras que el 10 % restante dio razones relacionadas con la sequía o citó la sequía como factor que contribuyó al desplazamiento, al igual que la inseguridad alimentaria y de los medios de vida, entre otros⁶⁴.

EFFECTOS ECONÓMICOS

El informe *Perspectivas de la Economía Mundial* del Fondo Monetario Internacional (FMI) publicado en octubre de 2017⁶⁵ indica que el aumento de la temperatura tiene efectos macroeconómicos dispares. Las consecuencias adversas se concentran en regiones con climas relativamente cálidos, donde se encuentra un número desproporcionadamente elevado de países de bajos ingresos. En estos

países, un aumento de la temperatura disminuye la producción per capita, tanto en el corto como mediano plazo, ya que se reduce la producción agrícola, disminuye la productividad de los trabajadores expuestos al calor, se contrae la inversión y se generan problemas de salud.

El análisis confirma la existencia de un efecto no lineal significativo en términos estadísticos de la temperatura sobre el crecimiento económico per capita. En países con temperaturas medias elevadas, un aumento de temperatura frena la actividad económica mientras que se produce el efecto contrario en climas mucho más fríos.

Para una economía emergente promedio, un aumento de 1 °C respecto de una temperatura media anual de 22 °C desacelera el crecimiento en ese mismo año en un 0,9 %. Para un país en desarrollo de bajos ingresos promedio, con una temperatura media anual de 25 °C, el efecto del aumento de temperatura de 1 °C es aún mayor: el crecimiento disminuye en 1,2 %. Los países cuyas economías se prevé sufrirán significativamente los efectos de un aumento de temperatura produjeron solo aproximadamente el 20 % del producto interno bruto (PIB) mundial en 2016; sin embargo, en esos países vive actualmente cerca del 60 % de la población mundial y se proyecta que allí vivirá más del 75 % a finales de este siglo.

⁶⁴ As of 23 June, 687 906 Somali IDPs interviewed by the UNHCR-led Protection & Return Monitoring Network (PRMN) indicated that drought was the primary reason for displacement, while 72 688 IDPs indicated that drought was a contributing factor, <https://data2.unhcr.org/en/documents/download/58290>.

⁶⁵ International Monetary Fund, 2017: *World Economic Outlook, October 2017. Seeking Sustainable Growth: Short-Term Recovery, Long-Term Challenges*, <https://www.imf.org/en/Publications/WE0/Issues/2017/09/19/world-economic-outlook-october-2017>.

Enfermedades transmitidas por vectores: el virus del Zika en las Américas

Ángel G. Muñoz¹, Rachel Lowe²,
Anna M Stewart-Ibarra³, Joy Shumake-
Guillemot⁴ y Madeleine Thomson¹

Las enfermedades transmitidas por vectores son muy sensibles al clima, unas condiciones climáticas benignas pueden estimular y amplificar la transmisión de la enfermedad. Las temperaturas cálidas aumentan la tasa de replicación viral e influyen en el desarrollo de los mosquitos jóvenes y el comportamiento alimentario y de puesta de los mosquitos adultos. El exceso y el déficit de precipitaciones tienen efectos similares sobre la proliferación de mosquitos; diversos tipos de contenedores, como recipientes de uso doméstico, neumáticos, bidones y tanques suelen generar criaderos apropiados en ambas situaciones.

El brote de la epidemia del virus del Zika, transmitido principalmente por el mosquito *Aedes* en América Latina y el Caribe entre 2014 y 2016, se produjo durante un período de sequía extrema con temperaturas excepcionalmente elevadas desde al menos 2013 (véanse los gráficos superiores y centrales de la figura). Se ha demostrado que estas condiciones están asociadas a un conjunto de señales en todas las escalas temporales, entre otros, el episodio de El Niño de 2015/2016, la variabilidad decenal y el cambio climático (Muñoz y otros, 2016a,b).

Un enfoque común de evaluación del riesgo potencial de transmisión de la epidemia causada por el mosquito *Aedes* consiste en la estimación del número básico de reproducción R_0 , que es por lo general una función de variables medioambientales, como la temperatura del aire, y de parámetros entoepidemiológicos (Mordecai y otros, 2017). Un estudio reciente (Muñoz y otros, 2017) en el que se tuvieron en cuenta los dos mosquitos *Aedes* más comunes en América Latina y el Caribe demostró que las temperaturas elevadas aumentaron el riesgo de transmisión durante la epidemia del virus del Zika en el período 2014-2016 y que ni El Niño ni el cambio climático pueden, por sí solos, considerarse como responsables de esta situación. Si bien la señal del riesgo potencial de transmisión (curva negra en el gráfico inferior de la figura) guarda relación con el aumento de

temperatura a largo plazo debido al calentamiento de la Tierra y con los modos interanuales de variabilidad del clima (curvas rellenas roja y azul en el gráfico inferior de la figura), como el fenómeno de El Niño, otros factores no climáticos entran en juego y permiten explicar la epidemia del virus del Zika entre 2014 y 2016.

De hecho, además de la existencia de condiciones climáticas adecuadas, la rápida transmisión que se produjo durante el brote inicial en Brasil parece haber sido impulsada por una combinación de factores, entre ellos, una gran población sensible, una transmisión alternativa no vectorial y una población con un alto grado de movilidad (Lowe y otros, 2018). Además, el surgimiento de perturbaciones, como los desastres naturales, puede también exacerbar la vulnerabilidad de la población. Ello pudo observarse después del gran terremoto que se produjo en abril de 2016 en la zona costera del Ecuador, que aparentemente favoreció la transmisión del virus del Zika en esa región donde ya reinaban condiciones climáticas locales cálidas y secas, idóneas para la transmisión (Sorensen y otros, 2017).

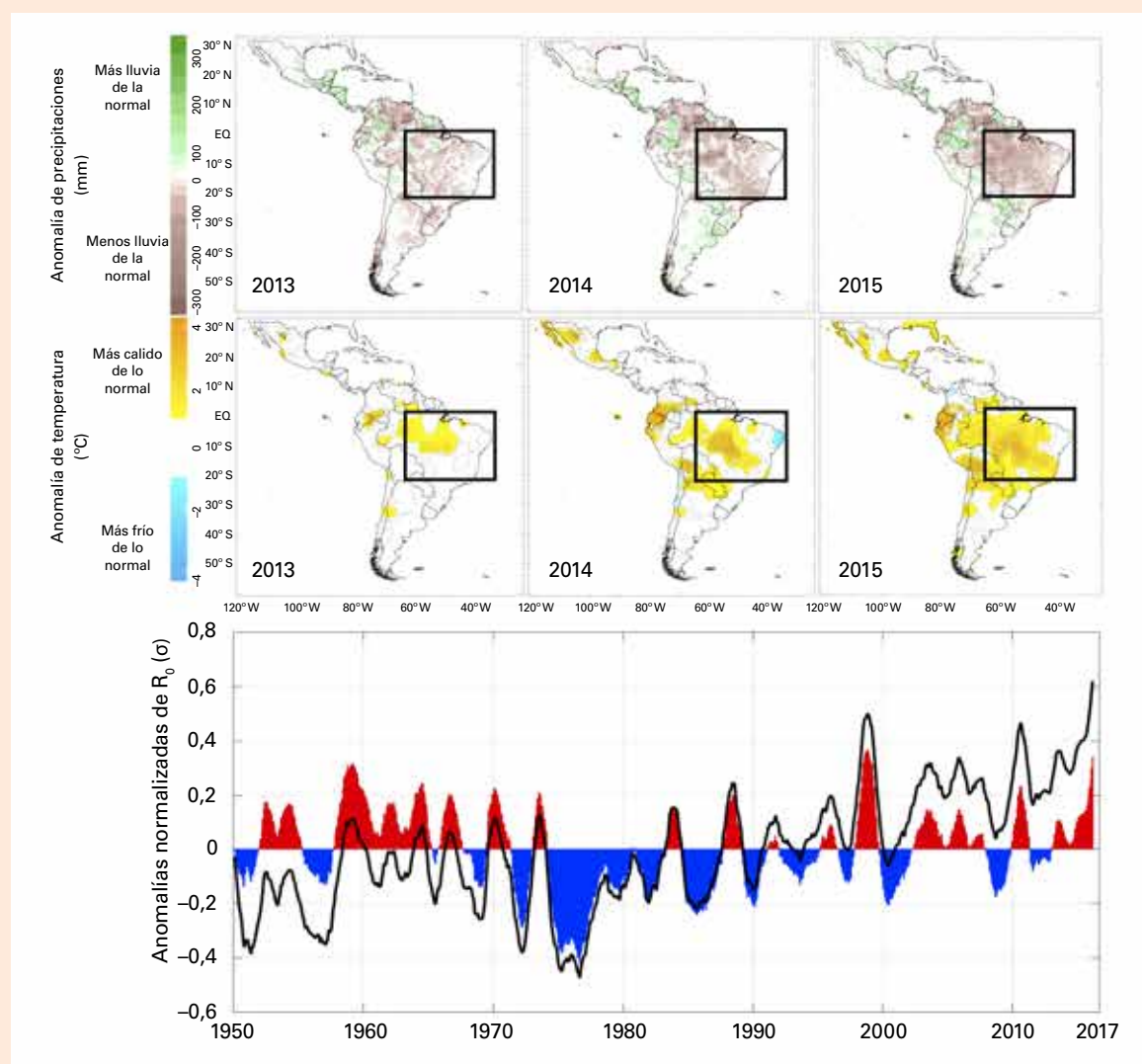
En la actualidad, se siguen observando y registrando datos sobre la transmisión local del virus del Zika y las malformaciones fetales y trastornos neurológicos que de esa enfermedad se derivan tanto en la región como en el mundo entero. La predicción del inicio y de la magnitud del brote de múltiples arbovirus, entre ellos el virus del Zika, puede mejorarse mediante la combinación de predicciones climáticas y datos de encuestas sobre seroprevalencia (Lowe y otros, 2017). Por ejemplo, se han empleado predicciones climáticas estacionales en tiempo real para elaborar alertas tempranas en relación con el dengue en el Brasil (Lowe y otros, 2014, 2016), y el uso del modelo R_0 mencionado anteriormente y las predicciones climáticas más modernas producidas por el proyecto sobre conjuntos multimodelos de América del Norte (NMME) podrían haber pronosticado la reciente epidemia con al menos entre 1 y 3 meses de anticipación para varias zonas donde existe alto riesgo de transmisión del virus del Zika, incluido su epicentro en el noreste del Brasil (Muñoz y otros, 2017, Epstein y otros, 2017).

¹ Instituto Internacional de Investigación sobre el Clima y la Sociedad, Instituto de la Tierra (Earth Institute), Universidad de Columbia, Nueva York.

² Centro de Modelización Matemática de Enfermedades Infecciosas y Departamento de Epidemiología de Enfermedades Infecciosas, Facultad de Higiene y Medicina Tropical de la Universidad de Londres, Londres.

³ Departamento de Salud Pública y Medicina Preventiva, Facultad de Medicina de Upstate, Siracusa, Nueva York.

⁴ Oficina Conjunta OMS/OMM para el Clima y la Salud, Organización Meteorológica Mundial, Ginebra.



Anomalías de precipitaciones anuales (gráfico superior) y anomalías de temperatura (gráfico central) en 2013, 2014 y 2015. Las anomalías se computan respecto del período climatológico 1981–2010. Anomalías normalizadas de R_0 (gráfico inferior; unidades en desviaciones típicas). El riesgo potencial total de transmisión (curva negra) muestra una tendencia al alza que se condice con el calentamiento del clima, y no puede explicarse solamente por la contribución de El Niño y otros modos climáticos que se producen de un año a otro (curva rellena): un conjunto de señales climáticas han actuado como impulsores del riesgo de transmisión en la región. Los recuadros negros indican el sector de análisis (Muñoz y otros, 2016b, 2017).

Referencias

- Epstein, H. y otros, 2017: *A Menace Wrapped in a Protein: Zika and the Global Health Security Agenda*. Nueva York, Universidad de Columbia, doi: 10.13140/RG.2.2.25050.85443.
- Lowe, R. y otros, 2018: The Zika virus epidemic in Brazil: From discovery to future implications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(1): e96
- Lowe, R. y otros, 2014: Dengue outlook for the World Cup in Brazil: An early warning model framework driven by real-time seasonal climate forecasts. *The Lancet Infectious Diseases*, 14 (7): págs. 619 a 626.
- Lowe, R. y otros, 2016: Evaluating probabilistic dengue risk forecasts from a prototype early warning system for Brazil. *eLIFE* 5:e11285.
- Lowe, R. y otros, 2017: Climate services for health: Predicting the evolution of the 2016 dengue season in Machala, Ecuador. *The Lancet Planetary Health* 1 (4): págs. e142 a e151.
- Mordecai, E. A. y otros, 2017: Detecting the impact of temperature on transmission of Zika, dengue, and chikungunya using mechanistic models. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 11(4):e0005568. doi: 10.1371/journal.pntd.0005568.
- Muñoz, Á. G. y otros, 2016a: *The Latin American and Caribbean Climate Landscape for ZIKV Transmission*. IRI Technical Report 2016-001. Nueva York. doi: 10.7916/D8X34XHV.
- Muñoz, Á. G. y otros, 2016b: Analyzing climate variations at multiple timescales can guide Zika virus response measures. *Gigascience*, 5(1), 41.
- Muñoz, Á. G. y otros, 2017: Could the recent Zika epidemic have been predicted? *Frontiers in Microbiology*, 8: 1291, <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2017.01291/full>.
- Sorensen, C. J. y otros, 2017: Climate variability, vulnerability, and natural disasters: A case study of Zika virus in Manabi, Ecuador following the 2016 earthquake. *GeoHealth*, 1(8): págs. 298 a 304, doi:10.1002/2017GH000104.

Para más información, diríjase a:

Organización Meteorológica Mundial

7 bis, avenue de la Paix – Case postale 2300 – CH 1211 Genève 2 – Suiza

Oficina de Comunicación y de Relaciones Públicas

Tel.: +41 (0) 22 730 83 14/15 – Fax: +41 (0) 22 730 80 27

Correo electrónico: cpa@wmo.int

public.wmo.int