

2015, 2016 y 2017: los tres años más cálidos desde que se tienen registros

En una clara señal de la continuidad del cambio climático a largo plazo, causado por el aumento de las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero, 2015, 2016 y 2017 han sido confirmados como los tres años más cálidos de los que se tienen datos. 2016 sigue manteniendo el récord mundial, si bien 2017 ha sido el año más cálido sin el fenómeno de El Niño, que causa un aumento de las temperaturas anuales mundiales.

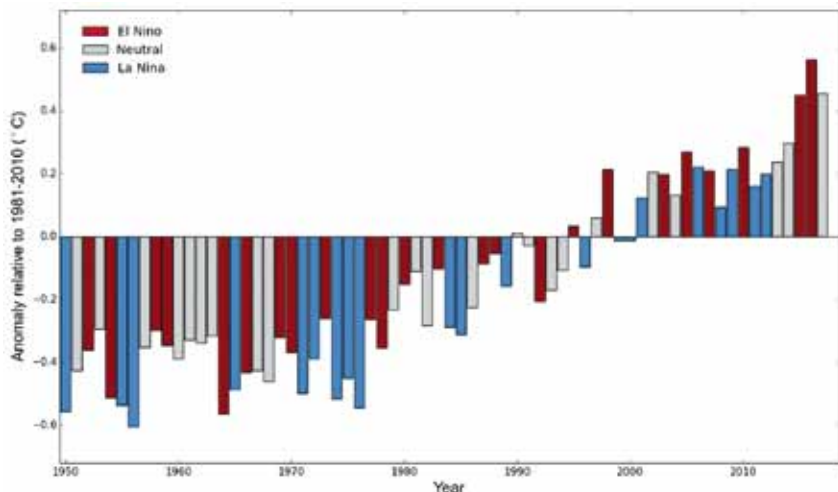
Un análisis consolidado de cinco de los mejores conjuntos internacionales de datos (procedentes de la NOAA de los Estados Unidos, del Instituto Goddard de Investigaciones Espaciales de la NASA, del Centro Hadley del Met Office y de la Universidad de East Anglia del Reino

Unido). El año 2016 continúa siendo el más cálido del que se tenga registro (1.2 °C por encima de la era preindustrial). Tanto en 2015 como en 2017 las temperaturas medias mundiales superaron en 1.1 °C las de los niveles preindustriales. Resulta prácticamente imposible establecer una distinción entre ambos años debido a que la diferencia de temperatura es menor de una centésima de grado, que es inferior al margen de error estadístico. Además, de los 18 años más cálidos de los que se tienen datos, 17 se han registrado en este siglo, y el grado de calentamiento de los tres últimos años ha sido excepcional. La temperatura media mundial en 2017 fue superior en aproximadamente 0.46 °C a la media a largo plazo del período 1981-2010 (14.3 °C).

Además del calentamiento global que se produce como consecuencia del aumento de los niveles de gases de efecto invernadero en la atmósfera, el clima también varía naturalmente debido a fenómenos como El Niño, que genera un aumento de la temperatura, y La Niña, que trae aparejado un descenso de la temperatura. El intenso episodio de El Niño 2015/2016 contribuyó a que se registraran temperaturas sin precedentes en 2016. Por el contrario, 2017 comenzó con un episodio de La Niña muy débil y terminó con uno débil.

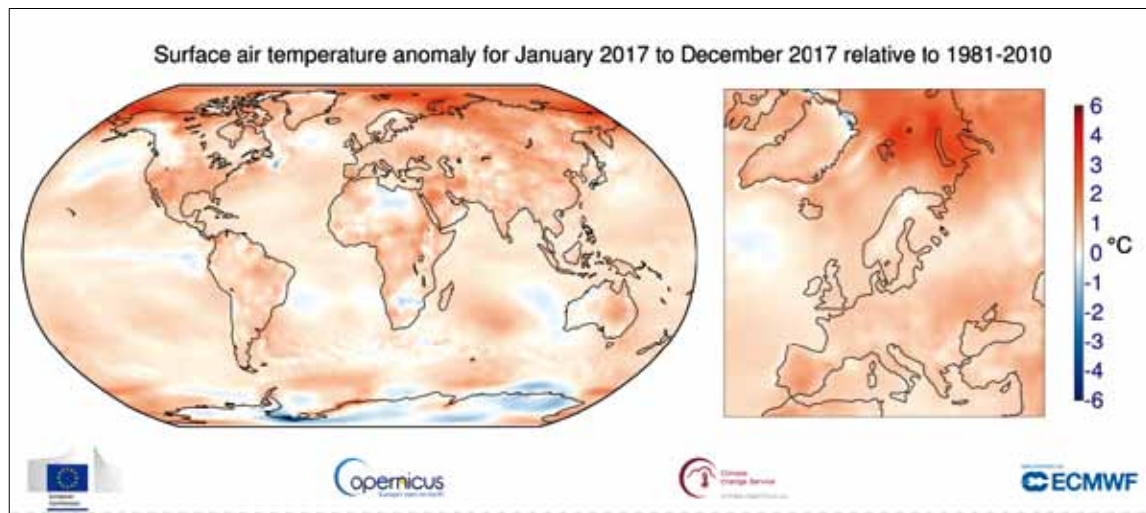
Las temperaturas en 2017 respecto al promedio 1980-2010 fueron:

- muy superiores al promedio en el Ártico;
- bastante altas sobre la mayor parte de Norte América, SO de Europa, Oriente Medio, NO y centro África, E y S de Asia y en las costas occidentales de la Antártida;
- superiores al promedio en la mayor parte de las zonas de tierra y océanos;
- inferiores al promedio sobre unas pocas zonas incluido el E del océano Pacífico ecuatorial por influencia de las condiciones de La Niña que prevalecieron a principios y finales del año.



Anomalías de la temperatura media global desde 1950 respecto al promedio 1981-2010 (fuente: OMM)

Unido y de los reanálisis ERA-Interim del CEPPM y JRA-55 del Servicio Meteorológico del Japón) realizado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM), revela que la temperatura media mundial en superficie en 2017 superó aproximadamente en 1.1 °C a la de la era preindus-



Anomalía de temperatura media global en 2017 respecto al promedio 1981-2010 (fuente: ECMWF-C3S)

40 años del METEOSAT

FUENTE: EUMETSAT Y TIEMPO Y CLIMA

El pasado 23 de noviembre de 2017 se cumplieron cuarenta años desde que la Agencia Espacial Europea (ESA) puso en órbita el METEOSAT-1, primer satélite meteorológico europeo. Se sentaron así las bases de lo que se convertiría en una extraordinaria historia de éxito para la meteorología satelital, y para la cooperación tecnológica europea.

La historia de los satélites meteorológicos geoestacionarios europeos se ha extendido sin interrupción desde los tres satélites METEOSAT iniciales lanzados y gestionados por la ESA hasta los actuales satélites METEOSAT de Segunda Generación (MSG) y los del programa METEOSAT de Tercera Generación cuyos primeros satélites se espera poner en órbita en 2021.

Aunque la instrumentación a bordo del METEOSAT-1 parece primitiva para los estándares actuales, era de vanguardia para su época. Fue, por ejemplo, el primer satélite meteorológico geoestacionario en tener un canal de vapor de agua, antes que los satélites americanos. El generador de imágenes del METEOSAT-1 falló dos años después de su lanzamiento, pero los planes ya estaban en marcha en la ESA para un segundo satélite, METEOSAT-2, que se lanzó con éxito el 19 de ju-

nio de 1981. En ese momento, se había acordado ya el establecimiento de un organismo especializado para deslindar de la ESA la gestión y el control operativo de los METEOSAT, que desde 1986 pasó progresivamente a EUMETSAT, un organismo intergubernamental donde los países miembros están representados por sus Servicios Meteorológicos.

Bajo una gestión compartida de la ESA y EUMETSAT se lanzaron al espacio el METEOSAT-4, en marzo de 1989, el METEOSAT-5 en mayo de 1991 y el METEOSAT-6 en noviembre de 1993. Desde final de los años 80 se empezó a preparar un nuevo programa de satélites geoestacionarios de segunda genera-

ción, pero en vista del largo período necesario para su diseño fue necesario poner en órbita un nuevo satélite similar a los anteriores, aunque con algunos nuevos instrumentos, dentro del llamado Programa METEOSAT de Transición (MTP). Dicho satélite, renombrado como METEOSAT-7 se lanzó en 1997, veinte años después del

primero y las operaciones en vuelo corrieron ya a cargo de EUMETSAT. Cuarenta años después del primer satélite hoy están en órbita los cuatros satélites del nuevo programa MSG, denominados también METEOSAT con los números 8 a 11 y en plena fase de preparación el sistema METEOSAT de 3ª Generación.

Además desde principios de siglo EUMETSAT explota también satélites de órbita polar, el primero de los cuales, con el nombre de METOP-A, se lanzó en 2006. EUMETSAT también gestiona con otros socios los satélites

de altimetría marina Jason y se encarga de las operaciones del satélite oceanográfico Sentinel-3 dentro del programa Copernicus de la Comisión Europea.

Para comparar el progreso realizado en estos cuarenta años basta mencionar que mientras que la capacidad de aquel primer METEOSAT-1 para enviar una imagen del “disco completo” requería 30 minutos y lo hacía a través de solo tres canales espectrales, la tercera generación enviará una imagen cada 10 minutos, usando 16 canales. Ha sido realmente una historia de éxito en la observación de la atmósfera desde el espacio bajo cooperación europea.



METEOSAT-1

FIRST IMAGE: 9 DEC 1977
COPYRIGHT ESA

Primera imagen infrarroja del satélite METEOSAT tras su puesta en órbita (Foto ESA)



Josefina Ricart y Josep Maria Vidal durante su homenaje en mayo de 2013

Fallece Josefina Ricart

El pasado 15 de diciembre falleció en Barcelona Josefina Ricart i Sau (Castellví de la Marca, Barcelona, 1913) a los 104 años de edad. Fue una de las primeras mujeres que ingresaron por oposición en el Servicio Meteorológico Nacional, denominación que tenía la AEMET en 1935 cuando Josefina Ricart ocupó su primer destino.

La primera mujer que ingresó en el Cuerpo de Meteorólogos y Auxiliares de Meteorología (inicialmente era un solo Cuerpo con dos escalas) fue Felisa Martín Bravo en 1928 y no volvieron a anunciarse oposiciones hasta que en 1935 se convocaron 25 plazas. Cinco mujeres aprobaron y fueron nombradas Auxiliares de Meteorología: Josefina Ricart, Mercedes Potau, Antonia Roldán, Cristina González y Pilar Martínez. Josefina Ricart era amiga y compañera de estudios en la Facultad de Ciencias de Barcelona de Mercedes Potau y de Josep Maria Vidal, futuro marido de Mercedes. Los tres aprobaron la oposición, Josefi-

na Ricart con el número 4 entre los 25.

Fue destinada al observatorio del aeródromo del Prat en Barcelona, y siguió trabajando durante la Guerra Civil, pero pocos años después, en 1942, solicitó la excedencia por razones familiares y para poder dedicarse al negocio de farmacia que regentaban. En mayo de 2013, Josefina Ricart y Josep Maria Vidal, que aún sigue entre nosotros - posiblemente sea el meteorólogo más longevo del planeta - fueron homenajeados en un emotivo acto en la Delegación de AEMET en Barcelona con motivo de cumplir 100 años. Descanse en paz la ilustre precursora.

¿Afecta el Cambio Climático más a las mujeres que a los hombres?

FUENTE: AGENCIAS DE PRENSA

El pasado 17 de noviembre, con motivo de la conclusión en Bonn de la XXIII sesión de la Conferencia de las Partes (COP 23) de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Irene Montero, portavoz de la formación política Podemos en el Congreso de los Diputados subió un vídeo a su cuenta de Twitter que ha sido muy comentado, tanto entre los usuarios de Twitter como en los medios.

I. Montero, que citó a las Naciones Uni-

das para apuntalar su mensaje, afirmó que el cambio climático "dificulta la igualdad entre hombres y mujeres" y abogó por tomar medidas "por nuestros mares, tierras y por nosotras". A pesar del regocijo de su audiencia preguntando a la diputada si es que piensa que el cambio climático es machista, la declaración de la Sra. Montero se enmarcaba en una doctrina expuesta anteriormente en foros internacionales, aun- que en forma más apropiada.

Los lectores esperan de *Tiempo y Clima* opiniones más documentadas que las de los políticos. El cambio climático en sí no es ningún ente malvado que dificulte igualdades de ningún tipo. Se trata más bien de una variación en las condiciones naturales de la Tierra y su atmósfera, uno de cuyos efectos puede ser el aumento de los fenómenos naturales adversos para los habitantes del planeta. Los desastres causados por el clima, como los desastres naturales en general, no afectan a todas las personas por igual. Por el contrario, el impacto del desastre depende de la vulnerabilidad de los afectados, que a menudo puede diferir sistemáticamente entre clases económicas, etnias, y también género. Hay que in-

El cambio climático puede causar un aumento de la humedad relativa mucho más peligroso que el de la temperatura

FUENTE: E COFFEL, RHORTON, A DE SHERBININ, TEMPERATURE AND HUMIDITY BASED PROJECTIONS OF A RAPID RISE IN GLOBAL HEAT STRESS EXPOSURE DURING THE 21ST CENTURY, ENVIRONMENTAL RESEARCH LETTER 13 (2018)

HEAT INDEX °F (°C)													
The heat index is an accurate measure of how hot it really feels when the affects of humidity are added to high temperature.													
	RELATIVE HUMIDITY (%)												
Temp.	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
110 (47)	136 (58)												
108 (43)	130 (54)	137 (58)											
106 (41)	124 (51)	130 (54)	137 (58)										
104 (40)	119 (48)	124 (51)	131 (55)	137 (58)									
102 (39)	114 (46)	119 (48)	124 (51)	130 (54)	137 (58)								
100 (38)	109 (43)	114 (46)	118 (48)	124 (51)	129 (54)	136 (58)							
98 (37)	105 (41)	109 (43)	113 (45)	117 (47)	123 (51)	128 (53)	134 (57)						
96 (36)	101 (38)	104 (40)	108 (42)	112 (44)	116 (47)	121 (49)	126 (52)	132 (56)					
94 (34)	97 (36)	100 (38)	103 (39)	106 (41)	110 (43)	114 (46)	119 (48)	124 (51)	129 (54)	135 (57)			
92 (33)	94 (34)	96 (36)	99 (37)	101 (38)	105 (41)	108 (42)	112 (44)	116 (47)	121 (49)	126 (52)	131 (55)		
90 (32)	91 (33)	93 (34)	95 (35)	97 (36)	100 (38)	103 (39)	106 (41)	109 (43)	113 (45)	117 (47)	122 (50)	127 (53)	132 (56)
88 (31)	88 (31)	89 (32)	91 (33)	93 (34)	95 (35)	98 (37)	100 (38)	103 (39)	106 (41)	110 (43)	113 (45)	117 (47)	121 (49)
86 (30)	85 (29)	87 (31)	88 (31)	89 (32)	91 (33)	93 (34)	95 (35)	97 (36)	100 (38)	102 (39)	105 (41)	108 (42)	112 (44)
84 (29)	83 (28)	84 (29)	85 (30)	86 (30)	88 (31)	89 (32)	90 (32)	92 (33)	94 (34)	96 (36)	98 (37)	100 (38)	103 (39)
82 (28)	81 (27)	82 (28)	83 (28)	84 (29)	84 (29)	85 (29)	86 (30)	88 (31)	89 (32)	90 (32)	91 (33)	93 (34)	95 (35)
80 (27)	80 (27)	80 (27)	81 (27)	81 (27)	82 (28)	82 (28)	83 (28)	84 (29)	84 (29)	85 (29)	86 (30)	86 (30)	87 (31)

Tabla de "sensación térmica" en función de la temperatura y la humedad relativa del aire. Con una temperatura de solo 32 °C y humedad relativa del 100 % (temperatura del termómetro húmedo 32 °C) se alcanza ya el límite teórico de la resistencia humana con una sensación térmica de 56 °C (zona en rojo de la tabla). Para una temperatura de 36 °C ese umbral se alcanza con solo el 75 % de humedad relativa. Con 40 °C basta una humedad relativa del 50 %

En una reciente comunicación publicada en *Environmental Research Letters*, Ethan D Coffel y Radley M Horton de la Universidad de Columbia, y Alex de Sherbinin del Instituto Goddard de la NASA subrayan el peligro potencial del aumento combinado de la temperatura y la humedad relativa, el llamado "estrés por calor", que se experimenta con la agobiante sensación térmica del cuerpo humano sometido a altas temperaturas con gran contenido de vapor de agua en el aire.

Algunas de las regiones más susceptibles a un aumento simultáneo de la temperatura y la humedad relativa durante el siglo XXI figuran también entre las más densamente pobladas de la Tierra. En consecuencia, sus poblaciones pueden sufrir, a mediados y fines de siglo, una exposición generalizada a temperaturas del termómetro húmedo que se acerquen, y en algunos casos superen, los límites teóricos de la tolerancia humana.

Las proyecciones realizadas por los autores muestran que para 2080 la frecuencia relativa de episodios extremos de temperatura del termómetro húmedo podría aumentar en un factor de 100-250 sobre la actual (aproximadamente el doble del aumento de frecuencia proyectado para la temperatura) en los trópicos y en zonas de las latitudes medias, donde se concentra aproximadamente la mitad de la población mundial. Además, la exposición de la población a temperaturas del termómetro húmedo por encima de 35 °C - el límite teórico para la tolerancia humana - podría exceder un millón de días-persona por año para el año 2080

Algunas de las regiones más afectadas, especialmente el noreste de la India y la costa oeste de África, tienen actualmente una infraestructura de refrigeración escasa y relativamente baja capacidad de adaptación con poblaciones en rápido crecimiento. En las próximas décadas, el estrés por calor puede ser uno de los aspectos más directamente peligrosos de los experimentados bajo el cambio climático.

terpretar que por esa vía pretendían discurrir las declaraciones de la Sra. Montero.

A partir de ahí, determinar con los datos disponibles si el impacto de los desastres naturales es mayor o menor sobre hombres o mujeres es bastante complicado porque existen varios factores que pueden afectar a la vulnerabilidad por género, tales como las diferencias fisiológicas, el nivel socioeconómico en determinadas zonas de la Tierra y varios otros. Los estudios al respecto no abundan aunque hay algunos y como el tema no carece ni mucho menos de interés cuando se trata con seriedad, esperamos tener la oportunidad de volver sobre él en *Tiempo y Clima*.



La diputada y portavoz de Podemos Irene Montero durante un debate en el parlamento