

2021: uno de los siete años más cálidos jamás registrados, según datos consolidados por la Organización Meteorológica Mundial

Por su interés transcribimos en *Tiempo y Clima* un extracto amplio de esta noticia, que viene siendo un clásico cada principio de año. Se difundió por la Organización Meteorológica Mundial el pasado 19 de enero.

Los episodios de La Niña ocurridos entre 2020 y 2022 supusieron una reducción transitoria de las temperaturas medias mundiales, pero a pesar de ello, 2021 se convirtió en uno de los siete años más cálidos de los que se tiene constancia, según seis importantes conjuntos de datos internacionales consolidados por la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Todo apunta a que el calentamiento global, así como otras tendencias de cambio climático a largo plazo, se mantendrán a raíz de los niveles sin precedentes de gases de efecto invernadero que capturan el calor en la atmósfera. En 2021, la temperatura media mundial superó en aproximadamente $1.11 (\pm 0.13) ^\circ\text{C}$ los niveles preindustriales (1850-1900). Así, 2021 es el séptimo año consecutivo (2015-2021) en el que la temperatura mundial ha superado en más de 1°C los niveles preindustriales, según todos los conjuntos de datos compilados por la OMM.

Para que la evaluación de la temperatura sea lo más exhaustiva y fidedigna posible, la OMM recurre a seis conjuntos de datos internacionales. Esos mismos datos se utilizan en los informes anuales sobre el estado del clima que la Organización elabora para comunicar a la comunidad internacional los indicadores climáticos mundiales. El lugar que cada año concreto ocupa en la clasificación global debe interpretarse desde una perspectiva a largo plazo, en especial porque las diferencias entre años específicos a veces son mínimas. Desde los años ochenta, cada nuevo decenio ha sido más cálido que el anterior, y se prevé que esa tendencia continúe. Los siete años más cálidos

han tenido lugar desde 2015, y los tres primeros lugares de la clasificación corresponden a 2016, 2019 y 2020. El episodio de El Niño excepcionalmente intenso que se produjo en 2016 contribuyó a un calentamiento medio mundial sin precedentes.

Los episodios de La Niña (*) acaecidos de forma consecutiva hicieron que, en comparación con los últimos años, el calentamiento experimentado en 2021 fuera relativamente menos pronunciado. Aun así, 2021 fue más cálido que años anteriores en los que los efectos de La Niña se dejaron sentir. El calentamiento global a largo plazo fruto del incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero es ahora mucho mayor que la variabilidad interanual de las temperaturas medias mundiales causada por los condicionantes climáticos de origen natural. Según el Secretario General de la OMM, el profesor Petteri Taalas: "El año 2021 será recordado por la temperatura récord de casi 50°C registrada en el Canadá, comparable a los valores que se observan en el caluroso desierto sahariano de Argelia, por la excepcionalidad de las precipitaciones y por las inundaciones mortales que azotaron Asia y Europa, así como por la sequía que castigó partes de África y América del Sur".

La temperatura es solo uno de los indicadores del cambio climático, a los que cabe añadir las concentraciones de gases de efecto invernadero, el contenido calorífico de los océanos, el pH oceánico, el nivel medio del mar a escala mundial, la masa de los glaciares y la extensión del hielo marino.

EL Foro de Davos y el Informe de Riesgos Mundiales 2022

Fuentes: World Economic Forum, *Meteorological Technology*, BBVA y *Tiempo y Clima*

La reunión anual en Davos (Suiza) conocida como Foro de Davos, organizado por el Foro Económico Mundial (WEF, World Economic Forum) ha servido durante más de 50 años como plataforma mundial donde líderes de empresas, gobiernos, organizaciones internacionales, la sociedad civil y el mundo académico se reúnen para abordar cuestiones críticas al comienzo de cada año. En 2021, el foro tuvo que cancelarse debido a la pandemia y en este año se ha decidido posponer de nuevo su reunión presencial. Esta edición prometía ser una de las más especiales hasta la fecha, por la magnitud de los cambios vividos desde su última celebración, con la pandemia como catalizador y por la envergadura de los retos que la sociedad tiene por delante. Del 17 al 21 de enero de 2022 ha tenido lugar una serie de sesiones virtuales con la intención de reunirse presencialmente en

Davos, si la pandemia lo permite, a finales de junio de este año.

El Foro Económico Mundial mantiene otras actividades además de la reunión anual y una de ellas es la elaboración del **Informe sobre Riesgos Mundiales**, que acaba de presentarse en su decimoséptima edición. El Informe de 2022, de 116 páginas, se ha preparado con el apoyo de la Junta Asesora de Riesgos Globales del Foro Económico Mundial y con la colaboración de socios estratégicos como las compañías de seguros Marsh McLennan y Zurich Insurance Group, y el grupo industrial Sur Coreano SK así como asesores académicos de la Oxford Martin School (Universidad de Oxford), la Universidad Nacional de Singapur y el Centro de Gestión de Riesgos y Procesos de Decisión de Wharton (Universidad de Pensilvania). Además de estudiar áreas de riesgo repetitivas en anteriores informes, el

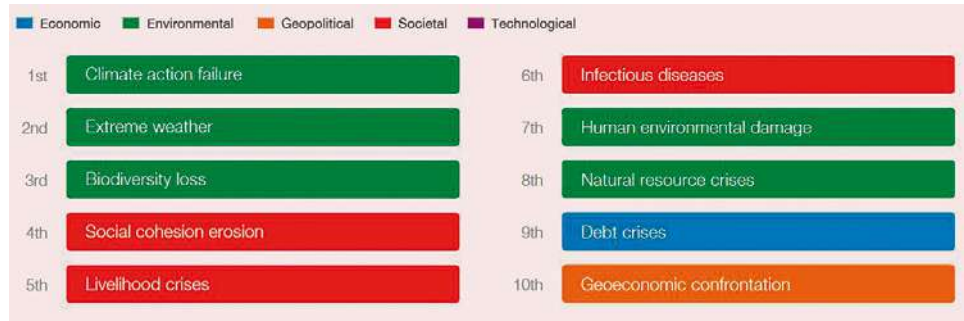
de 2022 explora cuatro áreas de riesgo emergentes que requieren coordinación mundial: ciberseguridad, competencia en el espacio, una transición climática desordenada y presiones migratorias.

La comunidad meteorológica y climatológica está muy acostumbrada al tratamiento continuo, insistente y alarmante del cambio climático y sus impactos. Es, por tanto de bastante interés apreciar en un informe tan selecto como el del WEF hasta qué punto es importante ese aspecto para la vida humana en la Tierra en comparación con otras áreas de preocupación para la sociedad mundial no ligadas a factores atmosféricos aunque pueda haber cierta interdependencia. En otras palabras, ¿hasta qué punto el cambio climático y el incremento de episodios de tiempo atmosférico severo ("tiempo extremo") son una preocupación mayor o menor que, por ejemplo,



→ los conflictos sociales o la pandemia iniciada hace casi dos años?

En el informe, los episodios de tiempo meteorológico extremo encabezan los “riesgos globales a corto plazo” (de 0 a 2 años vista), seguido de las crisis de medios de vida y del fracaso de la acción climática. Los “riesgos globales a medio plazo”, 2 a 5 años, están liderados por el fracaso de la acción climática seguidos por el tiempo extremo y la erosión de la cohesión social. A largo plazo (5 a 10 años), el fracaso de la acción climática sigue siendo la principal preocupación seguida por el tiempo extremo y la pérdida de biodiversidad. Así pues, en las tres clasificaciones el impacto del cambio climático y



En esta figura del informe del WEF (pag. 14) se muestran los resultados de una amplia encuesta sobre percepción de los riesgos más severos a escala mundial en los próximos 10 años.

el tiempo extremo ocupan los primeros lugares, superando a las divisiones sociales, la crisis de medios de vida o el deterioro de la salud mental.

Peter Giger, director de riesgo del grupo en Zurich Insurance Group, uno de los socios estratégicos del informe, ha manifestado que “La crisis climática sigue siendo la mayor amenaza a largo plazo que enfrenta la hu-

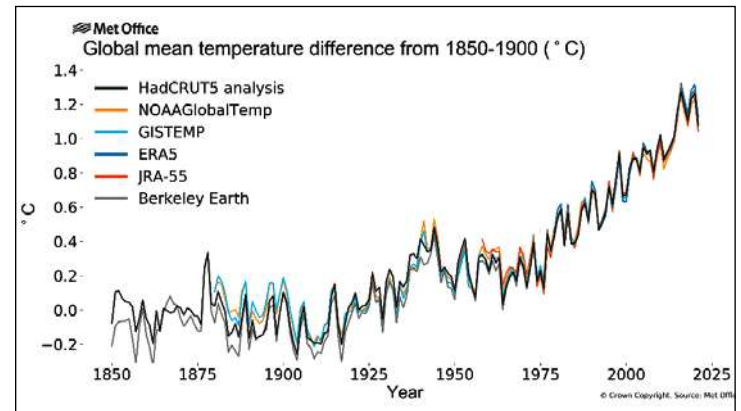
manidad. La falta de acción ante el cambio climático podría reducir el PIB mundial en una sexta parte y los compromisos asumidos en la COP26 aún no son suficientes para alcanzar la meta de 1.5 °C”.

Puede descargarse una copia completa del Informe de Riesgos Mundiales 2022 del WEF en: https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2022.pdf

Conjuntos de datos internacionales

La OMM usa conjuntos de datos basados en datos climáticos mensuales procedentes de emplazamientos de observación y de buques y boyas que forman parte de las redes marinas mundiales. La elaboración y el mantenimiento de esos conjuntos de datos corresponden a la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA) de los Estados Unidos, el Instituto Goddard de Estudios Espaciales de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), el Centro Hadley de la Oficina Meteorológica del Reino Unido, la Unidad de Investigación Climática de la Universidad de East Anglia del Reino Unido (HadCRUT) y el grupo Berkeley Earth. La OMM también utiliza conjuntos de datos de reanálisis del Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio (ECMWF), del servicio de Copernicus de cambio climático y del Servicio Meteorológico del Japón (JMA). Los reanálisis combinan millones de observaciones meteorológicas y marinas —incluidas las satelitales— con valores adicionales obtenidos de modelos para elaborar reanálisis completos de la atmósfera. La combinación de observaciones y resultados de modelos permite estimar las temperaturas que se dan en cualquier momento y en cualquier lugar del planeta, incluso en zonas para las que se dispone de pocos datos, como las regiones polares. El servicio de Copernicus relativo al cambio climático estima que 2021 fue el quinto año más cálido del que se tiene constancia, aunque sus valores solo superaron ligeramente los registrados en 2015 y 2018. La NOAA y el Berkeley Earth consideran que 2021 fue el sexto año más cálido en términos nominales. Según el conjunto de datos GISTEMP de la NASA y el HadCRUT, 2021 fue, junto con 2018, el sexto año más cálido jamás registrado. Por último, los datos del reanálisis del JMA sitúan 2021 como el séptimo año más cálido en términos nominales.

Las mínimas diferencias entre esos conjuntos de datos indican el margen de error contemplado para calcular la temperatura media mundial. Los valores de temperatura se incorporarán a la versión final del informe de la OMM sobre el estado del clima en 2021, que verá la luz en abril de 2022. Esa publicación, que es la versión actualizada del informe pro-



visional publicado en octubre de 2021 coincidiendo con el 26º período de sesiones en la Conferencia de las Partes (COP26) en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), incluye información sobre el conjunto de los principales indicadores climáticos y sobre determinados efectos atribuidos al clima. El objetivo del Acuerdo de París es mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento a 1.5 °C con respecto a los niveles preindustriales. En 2021, la temperatura media mundial fue alrededor de 1.11 °C superior a los niveles preindustriales (1850-1900), lo que significa que se está acercando al límite inferior del incremento de la temperatura que el Acuerdo de París procura evitar. (*) La Niña es un fenómeno que produce un enfriamiento a gran escala de la temperatura de la superficie del océano en las partes central y oriental del Pacífico ecuatorial, además de otros cambios en la circulación atmosférica tropical. Sus efectos en el tiempo y el clima suelen ser opuestos a los del fenómeno El Niño. La Niña ejerce un efecto transitorio de enfriamiento a escala mundial, que suele ser más intenso en el segundo año del episodio.

Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Cambio Climático

Se ha concedido a Ellen Mosley-Thompson y Lonnie Thompson por su estudio de los glaciares y el calentamiento (Distintas fuentes: El País, ABC, Fundación BBVA)

Los Premios Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento están dotados con 400 000 euros en cada una de sus ocho categorías, categorías que recorren el mapa del conocimiento en el siglo XXI, desde el más básico hasta los campos dedicados a entender el entorno natural y la interacción con él, pasando por ámbitos en estrecha conexión, como la Biología, la Medicina o la Economía, las tecnologías de la información, las ciencias sociales, la economía y las humanidades o un área universal del arte como la música.

El objetivo de los galardones, desde su creación en 2008, es ensalzar y promover el valor del conocimiento como un bien público sin fronteras, que beneficia a toda la humanidad porque es la mejor herramienta de la que disponemos para afrontar los grandes desafíos globales de nuestro tiempo y ampliar la visión del mundo de cada individuo.

En la evaluación de las nominaciones al Premio Fronteras del Conocimiento en la categoría de Cambio Climático, procedentes de numerosas instituciones y países, la Fundación BBVA ha contado con la colaboración de la principal organización pública española de investigación, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). El CSIC designa Comités Técnicos de Apoyo, integrados por destacados especialistas del correspondiente ámbito de conocimiento, que llevan a cabo la primera valoración de las candidaturas, elevando al jurado una propuesta razonada de finalistas. Por otra parte, el CSIC designa, además, la presidencia de cada uno de los ocho jurados en las ocho categorías de los premios y colabora en la designación de todos sus integrantes, contribuyendo así a garantizar la objetividad en el reconocimiento de la innovación y excelencia científica.

La pareja de paleo-climatólogos estadounidenses, Ellen Mosley-Thompson y Lonnie Thompson, fue galardonada el miércoles 12 de enero de 2022, con el premio de la Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en la categoría de Cambio Climático. El jurado ha reconocido la contribución de los Thompson al “conocimiento y la comprensión del cambio climático en el pasado y presente a través de su persistente dedicación a la investigación con testigos de hielo en los glaciares de alta montaña, que están desapareciendo rápidamente en los trópicos y las latitudes medias”.

El acta del jurado da cuenta del papel de los Thompson como observadores y registradores de glaciares en vías de extinción: “Los datos que obtuvieron con enorme esfuerzo durante una impresionante serie de 78 expediciones a regiones de gran altitud en los Andes, el Himalaya y el Kilimanjaro han enriquecido la interpretación del cambio climático en el registro de los testigos de hielo, y han documentado la variabilidad climática tropical y sus impactos en ecosistemas y sociedades”, señala el acta.

“Los testigos de hielo obtenidos por los Thompson y sus colaboradores locales a lo largo del último medio siglo se han extraído de lugares que probablemente nunca volverán a ser visitados –prosigue el acta– y por ello se han convertido en una parte de nuestro patrimonio natural y cultural. Su investigación muestra la rápida desaparición de los glaciares de alta montaña y sus consecuencias”.

En su nombre y en el de Ellen, convaleciente de una enfermedad, Lonnie Thompson ha querido expresar, en una entrevista concedida nada más conocer el fallo, su satisfacción por recibir el premio y

ha destacado cómo su descubrimiento más importante a lo largo de sus décadas de investigación es que “los glaciares son un sistema de alerta temprana para el planeta”, dada su alta sensibilidad a las variaciones del clima. Cuando empezaron sus expediciones, en los años setenta, Thompson recuerda que “el cambio climático no era una preocupación”, pero su investigación ha constatado que los glaciares “no solo están retrocediendo, sino que lo están haciendo cada vez más rápidamente”.

Ellen Mosley-Thompson fue la primera mujer que dirigió una expedición a la Antártida en 1986 y uno de los valles de la Antártida lleva su nombre. Por su parte, Lonnie Thompson es el científico que obtuvo la primera muestra milenaria de hielo fuera de los polos, en un glaciar de alta montaña, cuando todos decían que era imposible lograrlo. Sus análisis de los testigos de hielo, tanto en regiones polares como en glaciares de alta montaña, contienen una valiosísima información histórica sobre la variabilidad natural del clima. Sus datos han permitido certificar que las concentraciones atmosféricas actuales de gases de efecto invernadero no tienen precedentes y que el cambio actual se caracteriza por su rapidez.



En el hielo quedan atrapadas burbujas de aire, con la historia de las variaciones en el dióxido de carbono, metano y otros gases. Así que a través de casi 80 expediciones desde los años 70, los Thompson han creado una biblioteca de registros climáticos que se remonta miles de años, e incluso cientos de miles de años, y que hoy ante la rápida desaparición de los glaciares, en especial los de alta montaña, son prácticamente irrepetibles.

Su investigación ha constatado, por ejemplo, un retroceso de hasta un 93 % en los glaciares de Nueva Guinea, en un periodo de 39 años (1980-2018), un 71 % en Kilimanjaro (1987-2018), y un 46 % en el glaciar peruano de Quelccaya (1976-2020). “Este proceso acelerado de deshielo indica un significativo impacto de la actividad humana”, afirma Lonnie Thompson.

Por tanto, para los Thompson, lo que han revelado los testigos de hielo sobre el impacto de cambios en el clima del pasado, contiene importantes lecciones ante el reto del calentamiento actual provoca-



→ do por la “acción del ser humano: “Hoy el cambio climático es global. Todas las regiones del planeta van a sufrir su impacto, y seguimos dependiendo de la agricultura y la ganadería para nuestra supervivencia. Todo ello está en riesgo debido al cambio climático”. Además, Lonnie Thompson añade que una de las mayores ventajas de extraer testigos de hielo en glaciares de alta montaña, a diferencia de en los polos, es que provienen de zonas donde se desarrollaron las civilizaciones y las ciudades, en los últimos 10 000 años. Al obtener testigos de hielo de estas regiones, se puede analizar la relación entre el auge y caída de estas culturas y los cambios climáticos del pasado.

Por otra parte, el último informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), publicado en agosto de 2021, ha certificado también el retroceso en los glaciares de todo el planeta, que según imágenes de satélite habrían perdido más masa entre 2010 y 2019 que en las décadas desde que se tienen registros. Se estima que, según varíen las emisiones de gases de efecto invernadero, la pérdida de masa de los glaciares en el siglo XXI oscilaría entre el 18 y el 36 %. Las mayores pérdidas se han registrado en los Andes, Europa central, Alaska e Islandia.

Los glaciares nos están diciendo que las temperaturas están aumentando y el nivel del mar continuará subiendo. Thompson advierte de que este aumento del nivel del mar inevitablemente “va a desplazar a muchas personas”, y se pregunta: “si ya hoy no gestionamos bien la inmigración en nuestro mundo actual ¿cómo afrontaremos el desplazamiento de millones de personas?”

El científico galardonado considera que sigue existiendo una alarmante distancia entre la gravedad del cambio climático de la que alerta la ciencia, y la inacción política a escala internacional ante este gran reto de nuestro tiempo: “Necesitamos líderes que trabajen por los intereses de las personas, pero, lamentablemente, hay muchos intereses económicos que están imbricados en los sistemas políticos de todo el mundo. Por eso es importante trasladar el mensaje de que el cambio climático nos impactará a todos, a nuestras economías, de manera muy negativa”.

Pese a la magnitud del desafío y las dificultades para implementar las medidas necesarias ante el cambio climático, L. Thompson confía en la capacidad para la cooperación del ser humano ante situaciones extremas: “Nuestras expediciones científicas a zonas remotas del planeta, en las que han participado personas de muchos países, incluyendo EE. UU., Rusia y China, son un ejemplo de que es posible unir fuerzas y lograr los objetivos de una misión compleja en condiciones muy duras. Esto es justamente lo que vamos a tener que hacer para afrontar con éxito el cambio climático”. La próxima expedición será, según adelanta Lonnie Thompson, al glaciar de Quelccaya, en Perú, “tan pronto como lo permita la Covid-19”.

Más información en:

<https://www.premiosfronterasdelconocimiento.es/noticias/premio-fronteras-a-ellen-mosley-thompson-y-lonnie-thompson-por-evidenciar-a-traves-de-sus-estudios-del-hielo-de-los-glaciares-que-la-rapidez-del-cambio-climatico-actual-no-tiene-precedentes/>

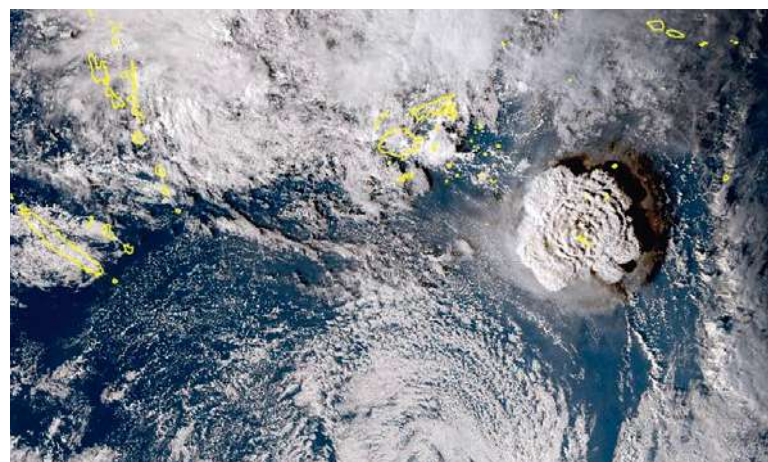
Erupción del volcán Hunga-Tonga y su reflejo en las medidas de presión atmosférica

Fuentes: *Vozpopuli*, *National Geographic*, *Meteo Swiss*, *Eumetsat*, *Ed Hawkins*

La violenta erupción del volcán submarino Hunga-Tonga-Hunga-Ha’apai (Hunga-Tonga en lo sucesivo) el 15 de enero pasado, que ha generado tsunamis en la zona y en otros puntos del planeta y ondas de choque que han afectado a todo el globo, ha traído al reino de Tonga a los medios de comunicación en los que raramente suele aparecer. Tonga es un reino polinésico de más de 170 islas del Pacífico Sur, muchas de ellas deshabitadas y en su mayoría bordeadas de playas blancas y arrecifes de coral, y cubiertas de bosques tropicales. El volcán no parecía gran cosa a simple vista. Constaba de dos pequeñas islas deshabitadas, Hunga-Tonga y Hunga-Ha’apai, que se asomaban unos 100 metros sobre el nivel del mar a 65 kilómetros al norte de Nuku’alofa, la capital de Tonga. Pero bajo el agua se escondía un enorme volcán de unos 1800 m de altura y 20 km de ancho.

La erupción del volcán el día 15 de enero duró al menos ocho minutos y las imágenes de satélite proporcionadas por la NASA confirmaron que la erupción alcanzó los 30 kilómetros de altitud. Las islas sobre las que se sitúa el volcán han desaparecido en su práctica totalidad tras la erupción. Se trata de una de las mayores erupciones registradas por satélite, aunque algo inferior a la provocada por el Pinatubo, en Filipinas, en el año 1991. Entonces se estimó que la nube de cenizas generada alcanzó los 40 km y la emisión de gases a la atmósfera provocó un descenso global de las temperaturas de medio grado.

El volcán Hunga-Tonga ya había experimentado varias erupciones en el siglo pasado - 1912, 1937, 1988- y en 2009 y 2014. Poco se sabe de aquellas que sucedieron al comienzo del siglo XX, pero según declaraciones del profesor Marco Brenna de la Universidad de Otago, los volúmenes emitidos se han ido incrementando. Un reservorio de magma, subterráneo, aproximadamente entre 5 y 6 km, ha estado alimentando las erupciones previas. Y probablemente, también esta última. Los científicos están de acuerdo en que probablemente no sea ésta la última erupción y que son posibles otras erupciones de igual magnitud. Durante su última erupción anterior, entre 2014 y 2015, se creó un cono volcánico, uniendo las dos viejas islas Hunga para originar una isla combinada de aproximadamente 5 km de largo. Mapeando el suelo marino se descu-



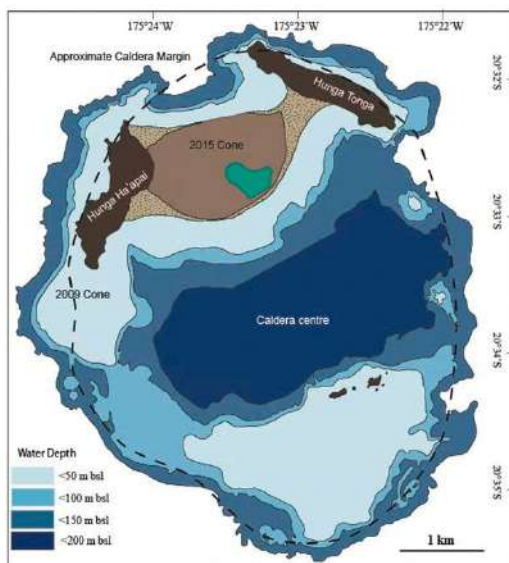
Erupción del volcán Hunga-Tonga vista desde el espacio (fuente: AAP / Japan Meteorology Agency)

bió también una ‘caldera’ oculta a 150 m bajo el nivel del mar.

Entre las 20 y las 21h del sábado 15 de enero, el meteorólogo jubilado Agustín Jansá empezó a recibir consultas de varios colegas que le preguntaban por los valores del nivel del mar que se registraban en el Mediterráneo. Jansá fue uno de los pioneros que caracterizó a partir de la década de 1980 un fenómeno que se produce de cuando en cuando en Baleares y que se conocen como “meteotsunamis” (o “risagas” para los locales). Estas subidas repentinas del agua se producen cuando la atmósfera y el mar se “acoplan” por descensos bruscos de presión que se producen en condiciones muy concretas y que, como sucedió en los episodios en 1984 y 2006, pueden terminar produciendo daños catastróficos en puertos como el de Ciutadella en Menorca. Los registros no le dejaron lugar a dudas. En declaraciones al diario digital *Vozpopuli* afirmaba que “cuando miras los gráficos se ve que el mar está oscilando con amplitudes de 10 y 15 centímetros que luego se fueron ampliando, y por la mañana las oscilaciones fueron de hasta 30 cm en la costa sur de Mallorca y hasta 50 cm en Ciutadella” y que “la oscilación más fuerte se registró el día 16, a las 8:00, hora local”. Aunque todavía hay que comparar con otras mediciones y comparaciones numéricas con diferentes modelos, está convencido de que se trata de los efectos de la erupción, algo que nunca había visto en toda su carrera. “Llevo 40 o 50 años mirando registros de presión y es la primera vez que veo una cosa así”, resume emocionado. “Lo que ha ocurrido es un meteotsunami en el Mediterráneo, pero que ha sido excitado por la exposición de un volcán en el otro extremo del mundo”.

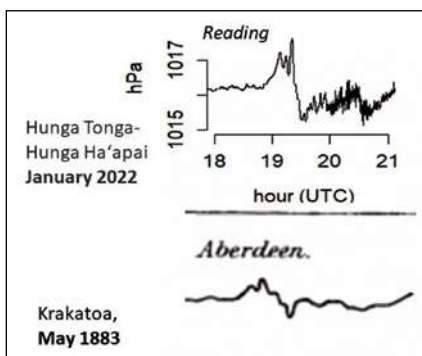
Los terremotos y los volcanes no son más que manifestaciones de los movimientos de las placas tectónicas, que responden a un complejo sistema de corrientes de convección originadas en el manto terrestre. La acumulación de energía consecuencia del movimiento continuo del manto se libera con retardo y bruscamente cuando se sobrepasan ciertos límites mecánicos. El volcán Hunga-Tonga se encuentra en el arco volcánico conocido como el Cinturón de Fuego del Pacífico. En esta zona, la placa tectónica del océano Pacífico se hunde bajo la placa indo-australiana. En ese proceso, la placa descendiente se calienta y derrite el magma sobre ella que fluye hacia la superficie formando un volcán. Esta zona que se extiende a lo largo de 25 000 km y alcanza desde el sur de Sudamérica a Alaska y Polinesia, concentra el 90 % de los terremotos y el 70 % de los volcanes activos. Las erupciones más potentes que se conocen, como la del Pinatubo, en Filipinas, o el Krakatoa, en Indonesia, se han producido en esta región.

La erupción del Hunga-Tonga también ha producido un tsunami que se ha registrado en todo el archipiélago de Tonga. Hannah Power de la Universidad de Newcastle (Australia), ha explicado que en Nuku‘alofa se registró una ola de 1.19 m antes de que se interrumpiera el flujo de datos. Olas de más de un metro se han observado en las islas de la región, como las vecinas Fiji y Samoa, pero también en lugares tan aleja-



Las dos islas (Hunga-Tonga y Hunga-Ha'apai), la caldera y el cono volcánicos. Durante su última erupción, entre 2014 y 2015, se creó el cono volcánico que une las dos viejas islas Hunga para originar una nueva isla combinada (fuente: Shane Cronin en National Geographic).

dos como las costas de todo el continente americano o el archipiélago japonés. Los tsunamis se generan por ondas de choque oceánicas y atmosféricas acopladas durante las explosiones, pero también pueden ser causados por deslizamientos de tierra submarinos y colapsos de caldera. Las ondas de choque se forman cuando un frente de presión se mueve a velocidades supersónicas y empuja el aire circundante, por lo que pueden registrarse en los sensores de presión en las estaciones meteorológicas. En este caso, la potente erupción generó ondas de choque que se expandieron sobre la superficie del globo y generaron variaciones de presión que oscilaron entre los 9 hPa en zonas cercanas y 1-2 hPa en zonas más alejadas de la zona. Además la explosión se escuchó en lugares tan alejados como Nueva Zelanda situada a 2300 km de distancia. Aunque la violencia de la explosión y el largo alcance del sonido han recordado a la gran erupción del Krakatoa en 1883 - que se llegó a escuchar a más de 3000 km - por suerte estamos hablando de una erupción muy diferente desde el punto de vista del impacto atmosférico. El climatólogo Ed Hawkins ha compartido los barogramas registrados en el Reino Unido en 1883 con una forma similar a los del Hunga-Tonga, los cambios de presión de entonces fueron mucho mayores que los de esta erupción. Hawkins estima que la onda de choque que se formó como consecuencia de la erupción explosiva viajó hasta 17 000 km a una velocidad de aproximadamente 1100 km/h.



Barogramas de las erupciones del volcán Krakatoa en mayo 1883 y la reciente de Hunga-Tonga registrados en el Reino Unido (fuente: Ed Hawkins a través de Twitter).

La onda de choque que se formó se propagó de forma simétrica desde el volcán alcanzando su señal a todo el globo. En Europa y en gran parte de las zonas antipodales se registraron claramente dos señales en los barógrafos, una proveniente del norte (a través del polo Norte) que se registró primero y otra proveniente del sur que se registró unas 5 horas después. En algunas zonas, estas dos ondas interactuaron y generaron interferencias. Las subidas y bajadas de presión mostraron las dos ondas de presión viajando por el globo y otras menores generadas por las interferencias de las dos primeras especialmente en las zonas antipodales. EUMESAT muestra en su página web (https://www.eumetsat.int/hunga-tonga-hunga-ha-pai_2022) imágenes satelitales que recogen perfectamente el desplazamiento de la onda de choque desde la zona de su generación hasta las antípodas y las interferencias de los diferentes frentes.

La evaluación de los daños en Tonga aún no ha podido ser completada debido a que la erupción interrumpió las comunicaciones con la isla, que son posibles gracias a un cable submarino que une este archipiélago con el de Fiji. Algunos expertos han aprovechado la ocasión para enfatizar la importancia de la cooperación internacional ante este tipo de fenómenos. En esta ocasión, la altura de las olas se pudo medir, en parte, gracias a la red de mareógrafos instalados en el Pacífico y el estudio de las nubes eyectadas a la atmósfera y el desplazamiento de las ondas de choque gracias a los satélites de Europa, Japón o Estados Unidos.