

Informe

# CAMBIO CLIMÁTICO Y SU IMPACTO EN LAS CATÁSTROFES NATURALES



# **Cambio climático y su impacto en las catástrofes naturales**

Informe

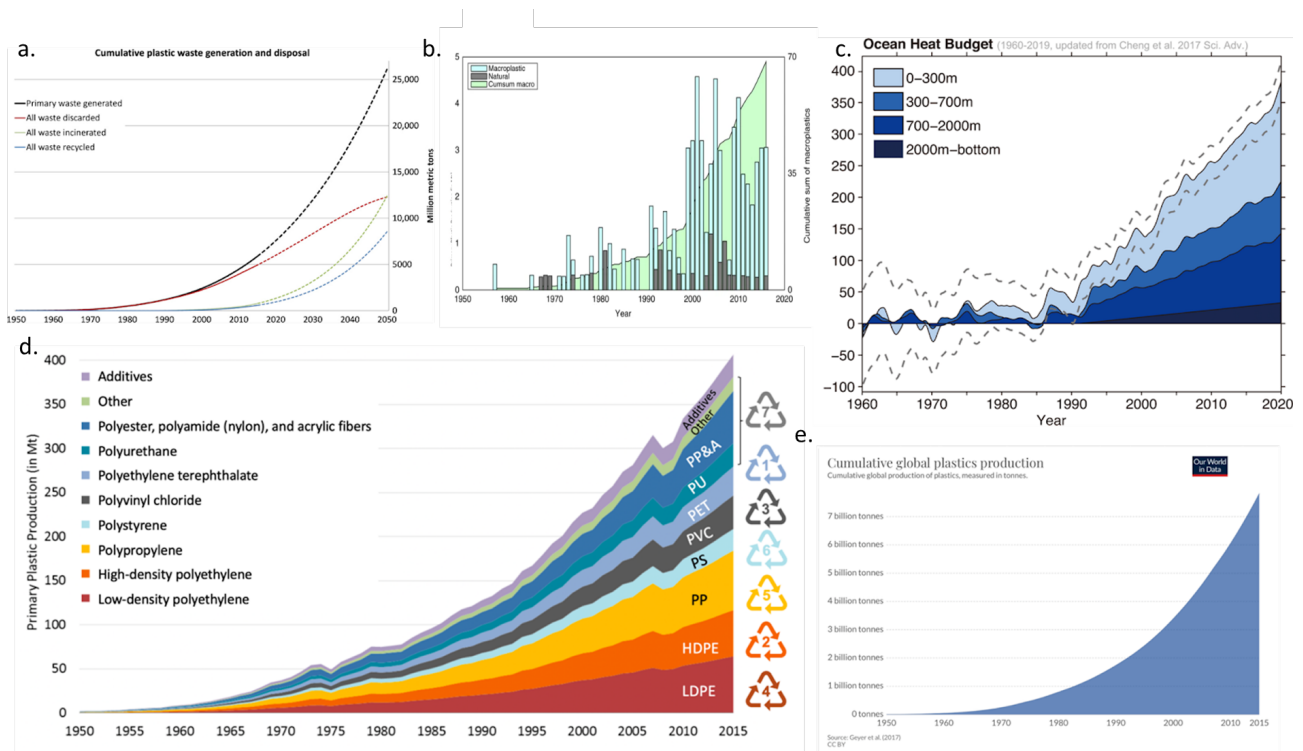
En los últimos 30 años se ha producido un aumento sin precedentes y sincrónico de los cambios climáticos, la intensidad de las anomalías y los fenómenos extremos en todas las capas de la Tierra y sus parámetros geofísicos. La progresión de los cambios climáticos y geodinámicos tiende a crecer exponencialmente. Un análisis exhaustivo de los datos científicos disponibles públicamente ha identificado que tanto los factores antropogénicos como los procesos de ciclicidad astronómica, que afectan a todo el Sistema Solar, desempeñan un papel significativo en estos cambios climáticos. La influencia de los ciclos astronómicos externos se ve confirmada por el hecho científico de que se han observado anomalías climáticas, geodinámicas y magnéticas similares en otros planetas del Sistema Solar y sus lunas, en sincronía con las de la Tierra.

---

# 1. Factores antropogénicos del cambio climático

La humanidad se enfrenta actualmente a una de las amenazas medioambientales más graves de la Tierra: el aumento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, que repercute negativamente en el cambio climático. Uno de los principales responsables de la influencia antropogénica es el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), cuya concentración ha alcanzado niveles récord en la atmósfera terrestre. Desde mediados del siglo XIX, se ha producido un aumento constante de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera. Según los últimos datos, los niveles

de  $\text{CO}_2$  en 2022 eran una vez y media superiores a los niveles preindustriales<sup>1</sup> y desde 2015 superan el 0,04% de toda la atmósfera. La actividad antropogénica no solo aumenta la concentración de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera, sino también la del gas de efecto invernadero metano ( $\text{CH}_4$ ). El deshielo de los glaciares y del permafrost agrava este efecto, aumentando aún más la concentración de metano en la atmósfera. Esto es especialmente peligroso, ya que el metano liberado directamente a la atmósfera es 80 veces más nocivo que el  $\text{CO}_2$ <sup>2</sup>, según datos del PNUMA.



**Figura 1**

Diagramas de los cambios en la temperatura del océano entre 1960 y 2019 y su comparación con los diagramas de crecimiento de la producción de polímeros sintéticos, su uso en diversos sectores de la economía y la eliminación de residuos plásticos en el océano (de diversas fuentes).

**a. Cantidad total de residuos de plástico producidos y reciclados**

Geyer, R., Jambeck, J. R. y Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made [Producción, uso y destino de todos los plásticos jamás fabricados]. *Science Advances*, 3(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

**b. Cantidad total de microplásticos en el océano y totales anuales**

Ostle, C., Thompson, R. C., Broughton, D., Gregory, L., Wootton, M. y Johns, D. G. (2019). The rise in ocean plastics evidenced from a 60-year time series [El aumento de los plásticos oceánicos evidenciado a partir de una serie temporal de 60 años]. *Nature Communications*, 10(1622). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09506-1>

<sup>1</sup>Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) (3 de junio de 2022). Carbon dioxide now more than 50% higher than pre-industrial levels [El dióxido de carbono supera ya en más de un 50% los niveles preindustriales]. <https://www.noaa.gov/news-release/carbon-dioxide-now-more-than-50-higher-than-pre-industrial-levels>

<sup>2</sup>Noticias ONU. (Octubre de 2021). Pod egidjoj YuNEP otkryta Observatoriya po sboru dannyh o vybrosah metana [Apertura del Observatorio de Datos sobre Emisiones de Metano bajo los auspicios del PNUMA]. <https://news.un.org/ru/story/2021/10/1412872>

**c. Cambio global de la temperatura oceánica de 1960 a 2019**

(Purkey y Johnson, 2010; con una actualización de Cheng et al., 2017)

Cheng, L., Abraham, J., Zhu, J., Trenberth, K. E., Fasullo, J., Boyer, T., Locarnini, R., Zhang, B., Yu, F., Wan, L., Chen, X., Song, X., Liu, Y. y Mann, M. E. (2020). Record-Setting Ocean Warmth Continued in 2019 [El calentamiento récord de los océanos continúa en 2019]. *Advances in Atmospheric Sciences*, 37, 137–142. <https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>

**d. Producción mundial de plástico primario por tipo de polímero**

Geyer, R., Jambeck, J. R. y Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made [Producción, uso y destino de todos los plásticos jamás fabricados]. *Science Advances*, 3(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

**e. Cantidad total de plástico producida desde 1950**

Fuente de datos: Plastic Marine Pollution Global Dataset

El océano desempeña un papel crucial en la termorregulación del planeta y en el pasado, el océano era el principal mecanismo regulador del equilibrio térmico de la Tierra, disipando el exceso de calor del interior del planeta hacia la atmósfera y el espacio exterior. Sin embargo, como consecuencia de la actividad humana, la conductividad térmica del océano se ha visto considerablemente alterada. Esto se debe al aumento de la contaminación de sus aguas con productos petrolíferos y polímeros sintéticos. El Océano Mundial nunca había estado tan contaminado. Como resultado de la extracción de petróleo, el transporte y los accidentes relacionados, hasta 30 millones de toneladas de hidrocarburos entran anualmente en el océano<sup>3</sup>. La superficie total de “islas de plástico” de basura en la superficie del océano es casi equivalente a la superficie terrestre combinada de Estados Unidos y Australia. Sin embargo, esto constituye sólo el 1% de la contaminación total, ya que el 99% del plástico se dispersa dentro del agua del océano<sup>4</sup>.

Como consecuencia de la contaminación, el océano se ha vuelto menos eficaz a la hora de disipar el calor de las placas litosféricas y también ha empezado a liberar más CO<sub>2</sub> a la atmósfera. En otras palabras, la liberación adicional de CO<sub>2</sub> por el propio océano también está causada por factores antropogénicos, como la contaminación por microplásticos, que siguen descomponiéndose en el océano debido a su calentamiento y acidificación.

Incluso si la humanidad detuviera toda la actividad industrial y dejara de existir hoy, el calentamiento de los océanos y la consiguiente destrucción geodinámica del planeta no se detendrían. Con nuestras acciones, hemos desencadenado un proceso global que seguirá afectando a nuestro planeta en el futuro.

Actualmente, se está produciendo un aumento extremo de la temperatura de la superficie de los océanos (Figura 2). El aumento de la temperatura oceánica conduce a una evaporación intensa (Figura 3) y la transferencia de calor a la atmósfera (Figura 4), lo que da lugar a precipitaciones anormales. Esto provoca un aumento de las inundaciones extremas, mientras que otras regiones sufren sequías debido a la retención de humedad en el aire. Cuanto más alta es la temperatura del aire, más humedad puede retener. Las temperaturas elevadas y las sequías secan la vegetación, haciéndola más propensa a la ignición. Esto aumenta el riesgo de incendios forestales, incluidos los alimentados por el metano altamente inflamable que escapa del interior de la Tierra<sup>5</sup> a través de grietas y fallas. El aire cálido y húmedo también intensifica los ciclones tropicales, aumentando su poder destructivo.

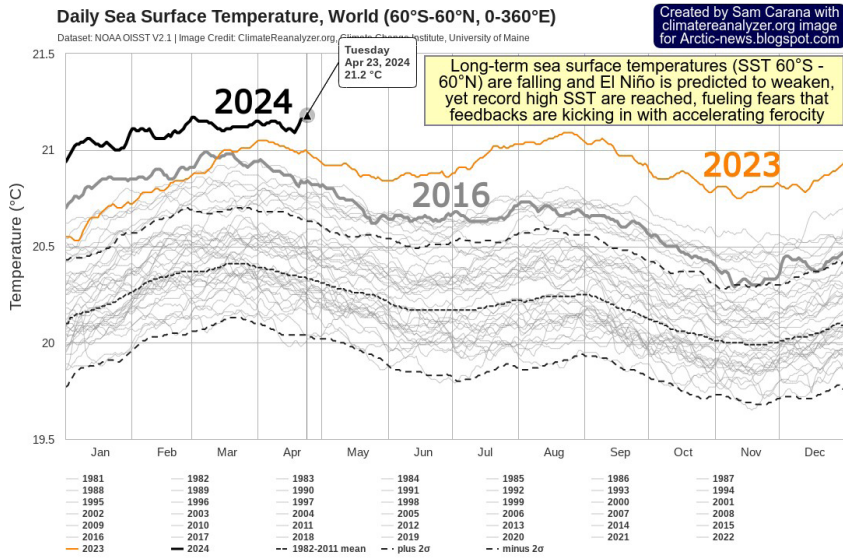
Estos procesos están interconectados y se amplifican mutuamente, provocando un aumento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos en todo el mundo.

<sup>3</sup>Alexeev, G. V., Borovkov, M. I. y Titova, N. E. (2018). Sovremennyye sredstva dlja ochistki vody ot maslo-zhirovyyh jemul'sij i nefteproduktov [Medios modernos de purificación del agua de las emulsiones de aceite y grasa y de los productos petrolíferos]. *Colloquium-journal*, 7(18), 4-6.

<sup>4</sup>Lebreton, L., Egger, M. y Slat, B. (2019). A global mass budget for positively buoyant macroplastic debris in the ocean [Un presupuesto masivo global para desechos macroplásticos que flotan positivamente en el océano]. *Scientific Reports*, 9, 12922. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49413-5>

<sup>5</sup>Lushvin, P. (2018). Prirodnye ravninnye pozhary i kak ih minimizirovat' [Incendios naturales en llanuras y cómo minimizarlos]. Presentación en la 26a reunión del Seminario-Conferencia Interdisciplinario de toda Rusia de las Facultades de Geología y Geografía de la Universidad Estatal de Moscú “Sistema Planeta Tierra”, 30 de enero - 2 de febrero de 2018.

### Calentamiento anómalo de la superficie oceánica



**Figura 2**

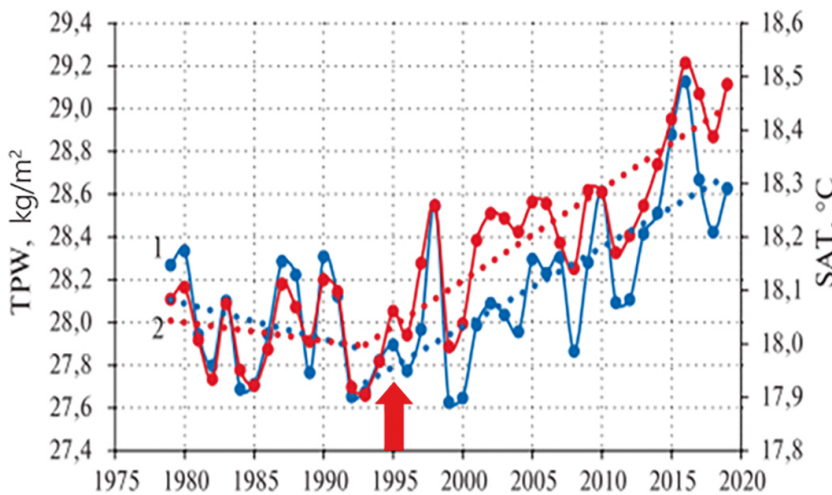
Temperaturas oceánicas más altas registradas, temperatura media diaria de la superficie del océano, 1981-2024.

Fuente de datos: Dataset NOAA OISST V2.1 | Crédito de la imagen: ClimateReanalyzer.org, Climate Change Institute, University of Maine, Dataset. NOAA OISST

El gráfico muestra la anomalía extrema en las tendencias de calentamiento de los océanos por meses en comparación con los años anteriores

(la curva naranja representa 2023). El año 2024 ya está superando todos los récords establecidos en 2023.

### Aumento anómalo de la humedad y las temperaturas sobre el océano



**Figura 3**

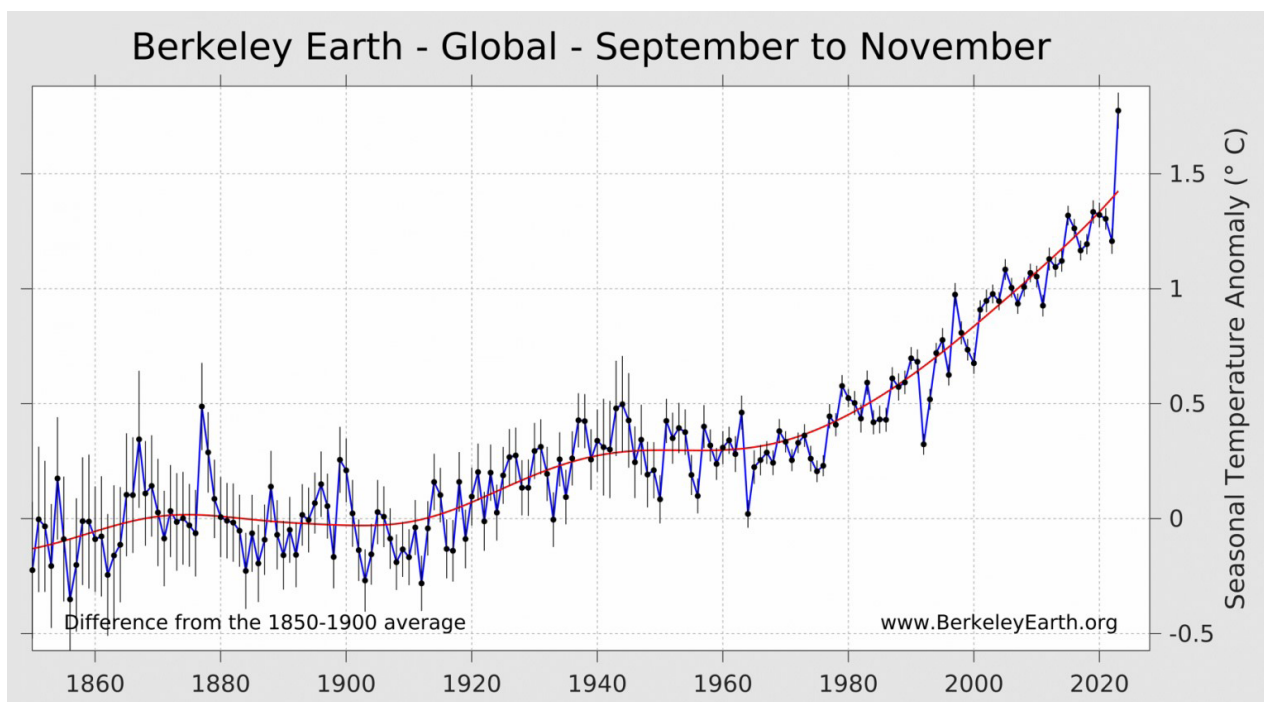
Variación interanual del contenido de humedad atmosférica (1) en kg/m<sup>2</sup> y de la temperatura del aire (2) en °C sobre el Océano Mundial de 1979 a 2019.

Fuente: Malinin V. N. y Vaynovsky P. A. (2021). Trendy komponent vlagobmena v sisteme okean-atmosfera v usloviyah global'nogo potepleniya, po dannym arhiva Reanalysis-2 [Tendencias de los componentes del intercambio de humedad en el sistema océano-atmósfera en condiciones de calentamiento global, según el archivo Reanalysis-2]. Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa, 18(3), 9-25. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-3-9-25)

El gráfico ilustra el aumento de la evaporación oceánica y el aumento sincrónico de las temperaturas sobre el océano desde 1995. Ese mismo año se produjeron cambios significativos en el interior de la Tierra, como: un desplazamiento repentino del polo norte magnético, un brusco desplazamiento del eje de rotación del planeta,

un aumento del número de terremotos en el fondo oceánico y un incremento de los terremotos de foco profundo. El aumento de la humedad provoca un incremento de la frecuencia e intensidad de las inundaciones, tifones y otros fenómenos meteorológicos anómalos.

### Calentamiento exponencial de las temperaturas atmosféricas



**Figura 4**

De septiembre a noviembre de 2023, el calentamiento de la Tierra fue excepcional. Fue la mayor anomalía de temperatura jamás observada, pero también la mayor desviación de la tendencia a largo plazo en al menos 100 años.

En 2023, las temperaturas extremas se acentuaron aún más, como demuestra la magnitud de los cambios en la temperatura media de septiembre a noviembre. Durante este período, las temperaturas fueron las más altas registradas en el 32% de la superficie terrestre.

El aumento anómalo de las temperaturas atmosféricas y oceánicas indica una reducción sin precedentes de la capacidad de los océanos

para absorber calor del interior de la Tierra, lo cual es críticamente necesario en la fase de actividad geodinámica que se produce durante los procesos astronómicos cíclicos. Consideremos los factores que contribuyen a la activación geodinámica y a los cambios en los parámetros geofísicos de la Tierra.

## 2. Factores de activación geodinámica y cambios en los parámetros geofísicos de la Tierra

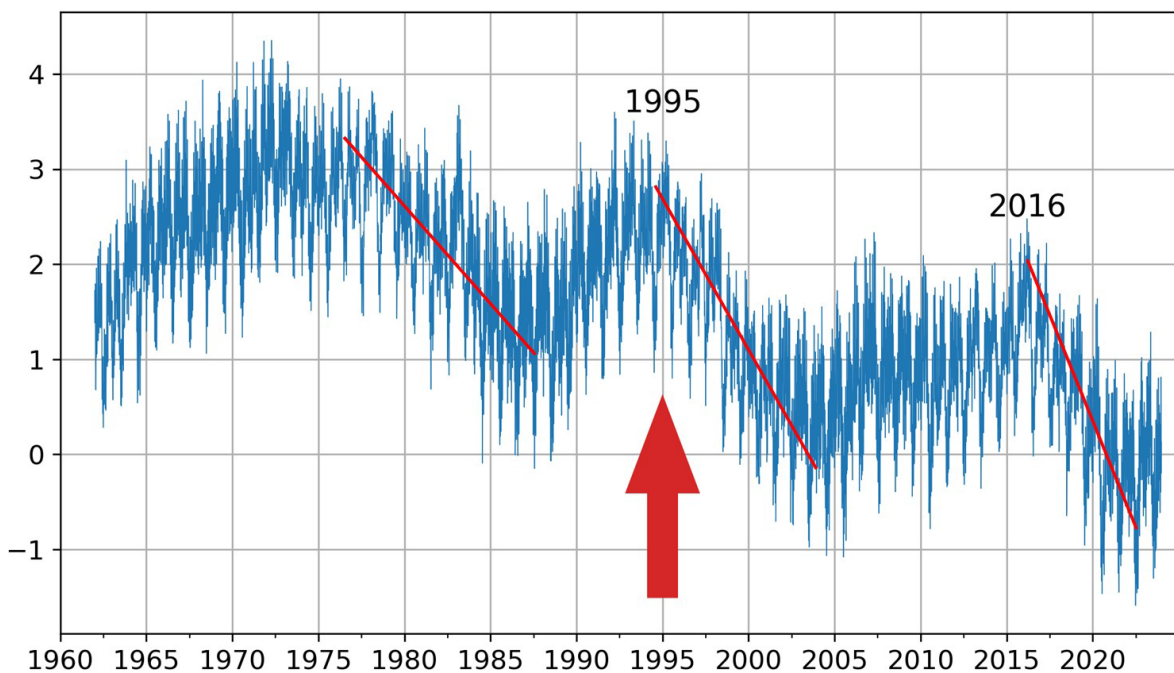
### 2.1. Cambios en los parámetros geofísicos de la Tierra. Aceleración anómala de la rotación de la Tierra desde 1995 y desplazamiento repentino y aceleración de la deriva del eje de rotación del planeta en 1995

Antes de 1995, los científicos observaban una ralentización de la rotación del planeta. Sin embargo, a partir de 1995 se produjo una aceleración brusca y repentina de la rotación del planeta, registrada por el Centro de Orientación de la Tierra del Observatorio de París (Figura 5).

Las líneas rojas del gráfico representan líneas de tendencia que muestran el ritmo al que se acortan los días. Por ejemplo, la línea de la izquierda es menos pronunciada, mientras que la línea de la derecha, que representa la aceleración desde 2016,

es casi vertical, lo que significa que los días se acortan muchas veces más rápido, indicando una rotación más rápida del planeta.

En 1995, también se produjeron cambios anómalos en el eje de rotación de la Tierra. Cambió bruscamente la dirección de su deriva, y su velocidad de movimiento aumentó 17 veces. Según las investigaciones, el punto de ruptura de la deriva polar se produjo en octubre de 1995<sup>6</sup> (Figura 6).



**Figura 5**

Desviación de la duración del día en milisegundos de 1962 a 2023.

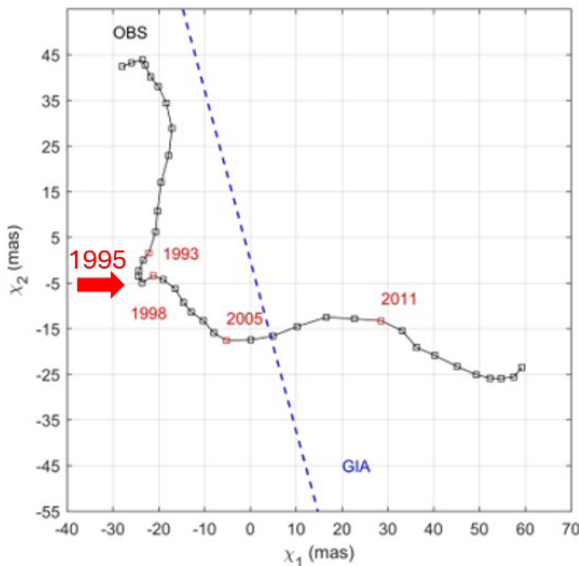
Fuente de datos: Centro de Orientación de la Tierra del Observatorio de París (IERS Earth Orientation Center of the Paris Observatory).

Duración del día - Parámetros de orientación de la Tierra:

[https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04\\_14\\_62-NOW\\_IAU1980-LOD&id=223](https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223)

<sup>6</sup>Deng, S., Liu, S., Mo, X., Jiang, L. y Bauer-Gottwein, P. (2021). Polar Drift in the 1990s Explained by Terrestrial Water Storage Changes [La deriva polar de los años 90 explicada por los cambios en los depósitos terrestres de agua]. *Geophysical Research Letters*, 48(7). <https://doi.org/10.1029/2020gl092114>





**Figura 6**

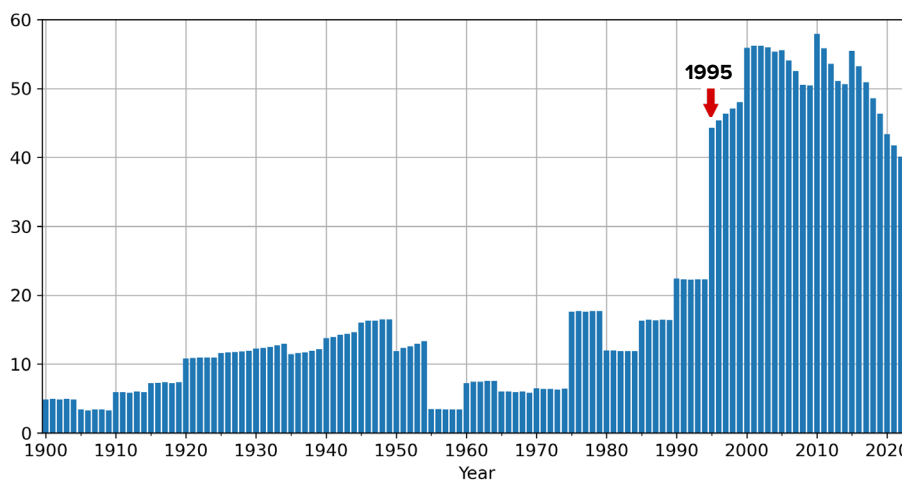
Trayectoria a largo plazo de la excitación observada tras eliminar los períodos anual y de Chandler mediante el método de media móvil (línea negra con cuadrados) y la dirección de la deriva polar debida a GIA (línea discontinua azul). El tamaño del subconjunto de medias móviles se establece en 84 meses, que es el mínimo común múltiplo de 12 meses (ciclo anual) y 14 meses (el período de Chandler), según la investigación de Liu et al. (2017).

## 2.2. Cambios en los parámetros geomagnéticos del núcleo terrestre. Aceleración brusca de la deriva del polo magnético norte en 1995. Disminución de la intensidad del campo magnético, aumento del tamaño de las anomalías magnéticas

En 1995, el polo magnético norte, que hasta entonces se había desplazado constantemente a una velocidad de 10 km/año, aumentó repentinamente su velocidad a 55 km/año y cambió su trayectoria hacia la península de Taimyr, en Siberia (véase la figura 7)<sup>7</sup>. No se ha registrado un movimiento tan rápido del polo magnético en los últimos 10.000 años<sup>8</sup>.

En los últimos 50 años, el campo magnético de la Tierra se ha debilitado considerablemente<sup>9</sup>.

Desde la década de 1990,, la intensidad del campo magnético disminuyó entre un 10 y un 15%, y en los últimos años este proceso se ha acelerado notablemente. Se trata del mayor debilitamiento del campo magnético de los últimos 12.000-13.000 años. El debilitamiento del campo magnético se produce de forma desigual. En algunas zonas, como la Anomalía Magnética del Atlántico Sur, el campo magnético se ha debilitado hasta un 30%.



**Figura 7**

Velocidad de la deriva del Polo Magnético Norte, km/año.

Datos de la NOAA sobre la posición del polo magnético norte: <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/data/poles/NP.xy>

<sup>7</sup>Dyachenko, A. I. (2003). Magnitnye polyusa Zemli [Polos magnéticos de la Tierra] (p. 48). Moscú: MCCME.

<sup>8</sup>Androsova, N. K., Baranova, T. I. y Semykina D.V. (2020). Geologicheskoe proshloe i nastoyashchee magnitnykh polyusov zemli [Pasado y presente geológico de los polos magnéticos de la Tierra]. Nauki o Zemle / Colloquium-journal, 5(57). DOI:10.24411/2520-6990-2020-11388

<sup>9</sup>Tarasov, L. V. (2012). Zemnoy magnetizm: Uchebnoe posobie [Magnetismo terrestre: Un libro de texto] (p. 184). Dolgoprudny: Editorial Intellect.

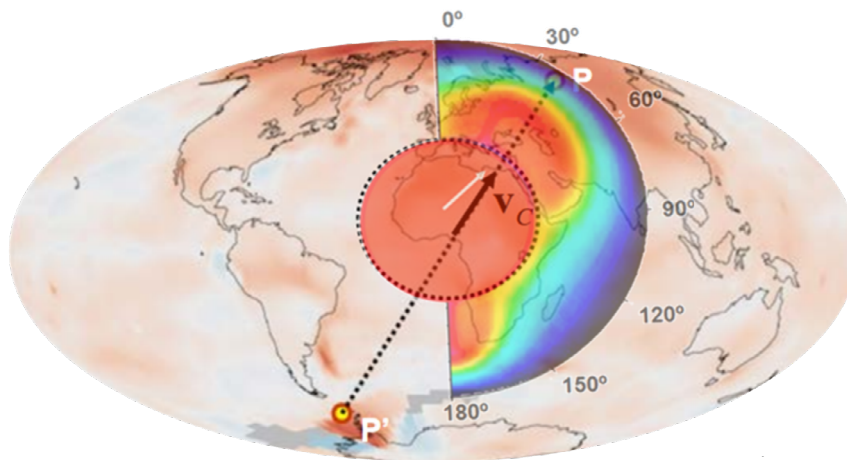
### 2.3. Núcleo. En 1997-1998, se produjo un desplazamiento repentino del núcleo de la Tierra a lo largo de la línea que va desde la Antártida Occidental hasta Siberia Occidental, incluida la península de Taimyr

En 1997-1998, al estudiar el centro de masa de la Tierra vía satélite, los científicos registraron un fenómeno sin precedentes: un desplazamiento del núcleo interno de la Tierra<sup>10</sup>. Como resultado, el núcleo del planeta se desplazó hacia el norte, a lo largo de la línea que va desde la Antártida Occidental hasta Siberia Occidental, en dirección a la península de Taimyr, Rusia (Figura 8).

Al mismo tiempo, cuatro equipos de investigación diferentes registraron de forma independiente cambios anormales en diversos parámetros geofísicos de la Tierra. Según los datos de satélite, un equipo de autores de la Universidad Estatal de Moscú y del Instituto de Física de la

Tierra de la Academia de Ciencias de Rusia registró un desplazamiento del centro de masa de la Tierra en 1998<sup>11</sup> (Figura 9).

Durante el mismo período, el Servicio Internacional de Rotación de la Tierra (IERS) registró una fuerte aceleración de la rotación del planeta. Al mismo tiempo, en la estación de Medicina, en Italia, los científicos registraron un brusco cambio de la gravedad<sup>12</sup>. Simultáneamente, se observó un brusco cambio en la forma de la Tierra<sup>13</sup>, registrado mediante un sistema telémetro láser de satélites estadounidenses.



**Figura 8**

Desplazamiento del núcleo en 1997-1998 y ondas térmicas en el magma causadas por el desplazamiento del núcleo. (Barkin, Yu. V.)

El mapa representa el vector de desplazamiento del núcleo interno desde la Antártida Occidental hasta Siberia Occidental, en dirección a la península de Taimyr. El esquema se superpone a un mapa de anomalías térmicas atmosféricas.

Fuente: Geofizicheskie sledstviya otnositel'nyh smeshchenij i kolebanij yadra i mantii Zemli [Implicaciones geofísicas de los desplazamientos y fluctuaciones relativas del núcleo y el manto de la Tierra]. Presentación de Yu.V. Barkin, Moscú, IFZ, OMTS. 16 de septiembre de 2014.

<sup>10</sup>Barkin, Y. V. (2011). Sinhronnye skachki aktivnosti prirodnyh planetarnykh processov v 1997-1998 gg. ih edinyj mekhanizm [Saltos sincrónicos en la actividad de los procesos planetarios naturales en 1997-1998 y su mecanismo unificado]. *Geologiya morej i okeanov: Materialy XIX Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii po morskoy geologii* [Geología de mares y océanos: Materiales de la XIX Conferencia Científica Internacional sobre Geología Marina]. Moscú: GEOS, 5, 28-32.

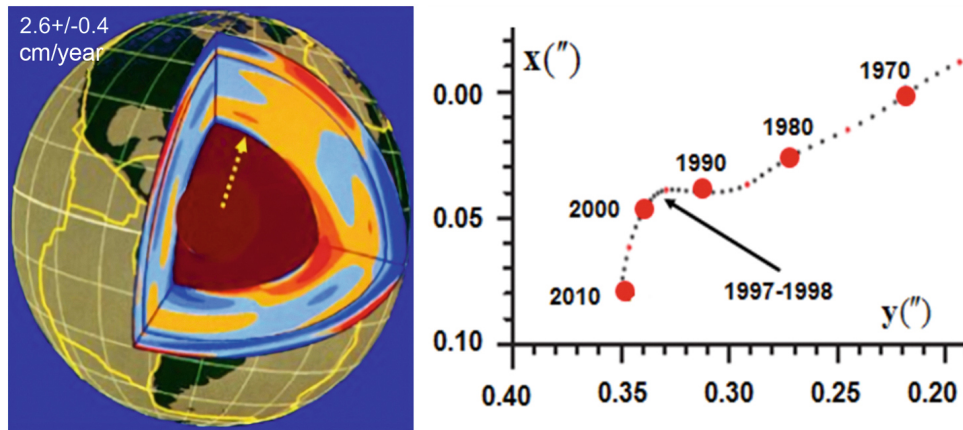
Smolkov, G. Ya. (2018). Exposure of the solar system and the earth to external influences [Exposición del sistema solar y la Tierra a influencias externas]. *Physics & Astronomy International Journal*, 2(4), 310-321. <https://doi.org/10.15406/paij.2018.02.00104>

<sup>11</sup>Zotov, L. V., Barkin, Y. V. y Lyubushin, A. A. (2009). Dvizhenie geocentra i ego geodinamika [Movimiento del geocentro y su geodinámica] (pp. 98-101). En 3ra. conf. Geodinámica espacial y modelización de procesos geodinámicos globales, Novosibirsk, 22-26 de septiembre de 2009, Rama siberiana de la Academia de Ciencias de Rusia. Novosibirsk: Geo.

<sup>12</sup>Romagnoli, C., Zerbini, S., Lago, L., Richter, B., Simon, D., Domenichini, F., Elmi, C. y Ghirotti, M. (2003). Influence of soil consolidation and thermal expansion effects on height and gravity variations [Influencia de los efectos de consolidación y expansión térmica del suelo en las variaciones de altura y gravedad]. *Journal of Geodynamics*, 35(4-5), 521-539.

[https://doi.org/10.1016/S0264-3707\(03\)00012-7](https://doi.org/10.1016/S0264-3707(03)00012-7)

<sup>13</sup>Cox, C. y Chao, B. F. (2002). Detection of a large-scale mass redistribution in the terrestrial system since 1998 [Detección de una redistribución de masa a gran escala en el sistema terrestre desde 1998]. *Science*, 297(5582), 831-833. <https://doi.org/10.1126/science.1072188>



**Figura 9**

Estructura interna de la Tierra; la dirección de la deriva secular del centro de masa de la Tierra y la trayectoria de su polo a través de la superficie terrestre en 1990-2010 con un giro de casi 90 grados en 1997-1998 hacia la península de Taimyr.

Fuente: Smolkov, G. Ya. (2020). Geliogeofizicheskie issledovaniya [Investigación heliogeofísica] 25, 14-29.

<http://vestnik.geospace.ru/index.php?id=569>

Fuente del gráfico: Barkin Yu.V. y Klige R.K., 2012.

Según el Profesor Yuri Barkin, Doctor en Ciencias Físicas y Matemáticas, Profesor Gennadi Smolkov<sup>14</sup>, Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor Mikhail Arushanov<sup>15</sup>, Doctor en Ciencias Geográficas, Victor Khain<sup>16</sup>, Doctor en Ciencias Geológicas y Mineralógicas, Académico de la Academia de

Ciencias de Rusia y Profesor Honorario de la Universidad Estatal Lomonosov de Moscú, y muchos otros investigadores, el desplazamiento del núcleo provocó cambios en todas las capas de la Tierra.

## 2.4. Manto. Aumento de los terremotos de foco profundo

Los terremotos de foco profundo son eventos sísmicos que se producen a profundidades superiores a 300 km y, en algunos casos, alcanzan profundidades de hasta 750 km bajo la superficie terrestre. Se producen en condiciones de alta presión y temperatura, en las que se espera que el material del manto se deforme maleablemente en lugar de ser frágil y, por lo tanto, no debería generar terremotos.

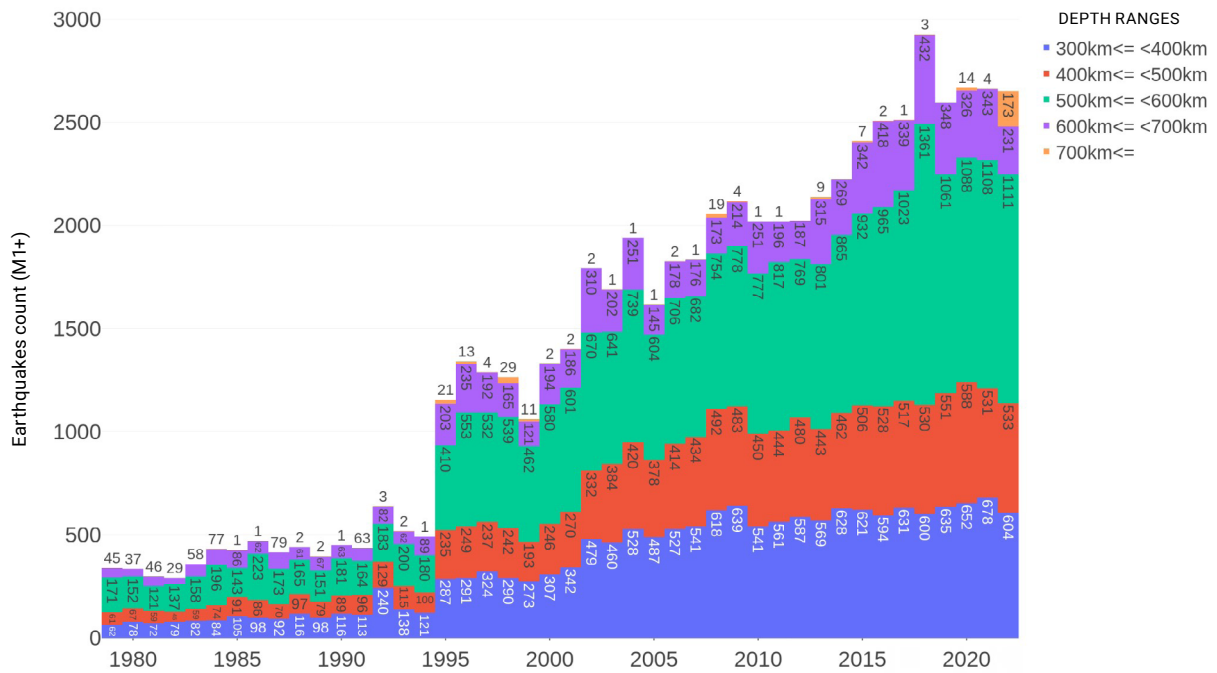
La tendencia al aumento de los terremotos de foco profundo demuestra un incremento exponencial del número de eventos a profundidades superiores a 300 km en el manto superior de la Tierra (Figura 10). En 1995 se observó un salto significativo, similar al de otras anomalías geodinámicas.

<sup>14</sup>Barkin, Yu. V. y Smolkov, G. Ya. (2013). Skachkoobraznye izmeneniya trendov geodinamicheskikh i geofizicheskikh yavlenij v 1997-1998 gg [Cambios bruscos en las tendencias de los fenómenos geodinámicos y geofísicos en 1997-1998]. En la Conferencia de toda Rusia sobre Física Solar-Terrestre, dedicada al centenario del nacimiento del Miembro Correspondiente de la Academia de Ciencias de Rusia Stepanov V. E. (16-21 de septiembre de 2013, Irkutsk), Irkutsk, 2013.

<sup>15</sup>Arushanov, M. L. (2023). Prichiny izmeneniya klimata zemli, kak rezul'tat kosmicheskogo vozdejstviya, razveivayushchee mif ob antropogennom global'nom poteplenii [Causas del cambio climático de la Tierra como resultado de la influencia espacial, disipando el mito sobre el calentamiento global antropogénico]. Deutsche Internationale Zeitschrift Für Zeitgenössische Wissenschaft, 53, 4-14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7795979>

<sup>16</sup>Khalilov, E. (Ed.). (2010). Global changes of the environment: Threatening the progress of civilization [Cambios globales del medio ambiente: amenaza para el progreso de la civilización]. GEOCHANGE: Problems of Global Changes of the Geological Environment, 1, Londres, ISSN 2218-5798.

### Aumento anómalo del número de terremotos de foco profundo



**Figura 10**

Aumento exponencial del número de terremotos de foco profundo con magnitudes superiores a 3,0 en todo el mundo desde 1970. Base de datos ISC.

El gráfico muestra la progresión exponencial del número creciente de terremotos a profundidades superiores a 300 km en el manto superior de la Tierra, donde el medio se considera maleable e incapaz de agrietarse. Se puede observar un salto significativo en 1995, similar a los saltos en muchas otras anomalías geodinámicas. El aumento del número de terremotos de foco profundo no está relacionado con un aumento del número de sensores.

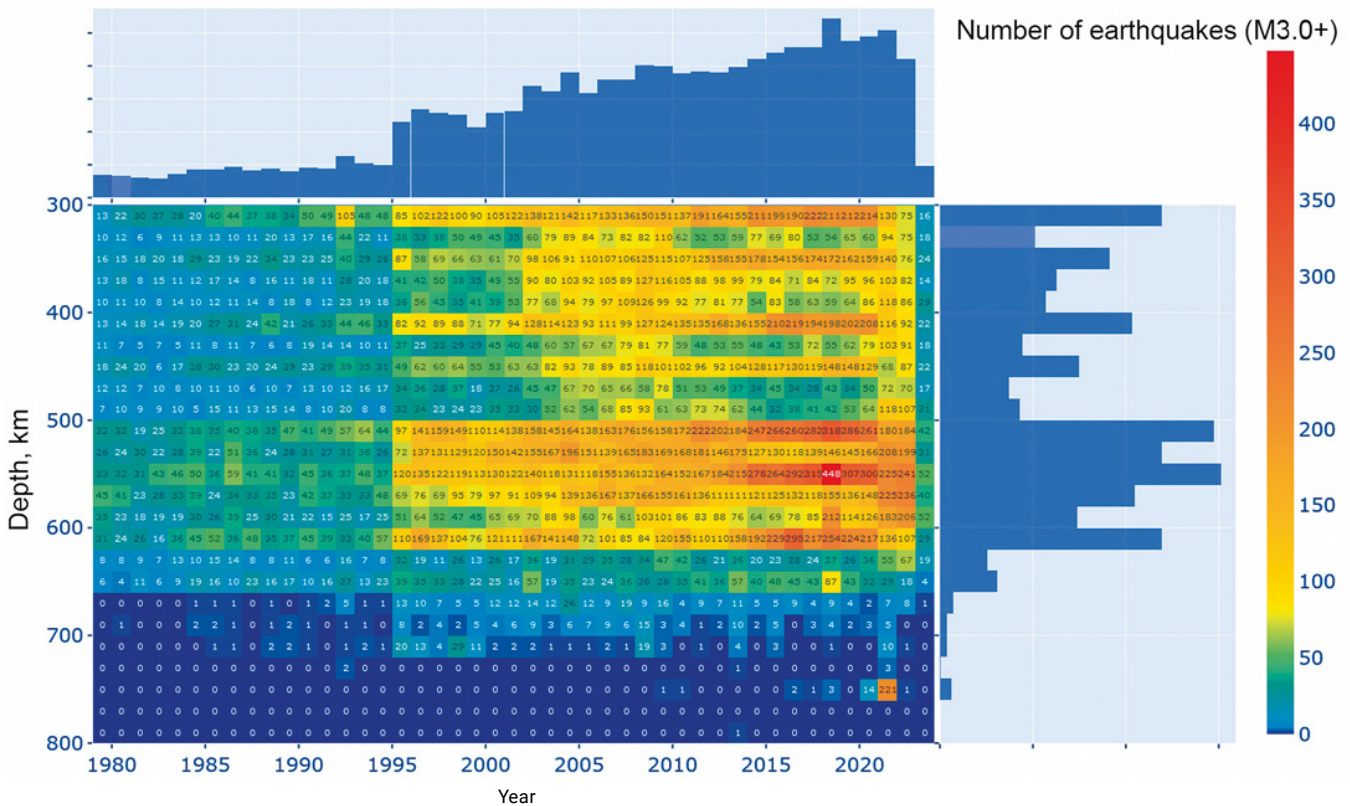
Según el modelo descrito, los terremotos de foco profundo pueden representarse como explosiones

equivalentes en potencia a una gran cantidad de bombas atómicas detonando simultáneamente en las profundidades del manto terrestre. Este crecimiento exponencial indica una extraordinaria actividad magmática de nuestro planeta (Figura 11). Es especialmente preocupante el hecho de que los terremotos de foco profundo suelen desencadenar potentes terremotos dentro de la corteza terrestre<sup>17</sup>.

<sup>17</sup>Mikhaylova R.S. (2014). Sil'nye zemletryaseniya v mantii i ih vliyaniye v blizhnej i dal'nej zone [Fuertes terremotos en el manto y su impacto en la zona cercana y lejana]. Servicio Geofísico de la Academia de Ciencias de Rusia. <http://www.emsd.ru/conf2013/lib/pdf/seism/Mihaylova.pdf>

Mikhailova, R. S., Ulubieva, T. R., Petrova N. V. (2021). Gindukushskoe zemletryasenie 26 oktyabrya 2015 g. s Mw=7.5, 10~7: predshestvuyushchaya sejsmichnost' i aftershokovaya posledovatel'nost' [El terremoto de Hindú Kush del 26 de Octubre de 2015, con Mw=7.5, 10~7: Sismicidad precedente y secuencia de réplicas]. Zemletryaseniya Severnoj Evrazii, 24, 324-339. DOI: 10.35540/1818-6254.2021.24.31

**Aumento anómalo del número de terremotos de foco profundo**



**Figura 11**

Diagrama que muestra el número de terremotos de foco profundo con una magnitud superior a 3,0 por años y profundidades. Base de datos ISC.

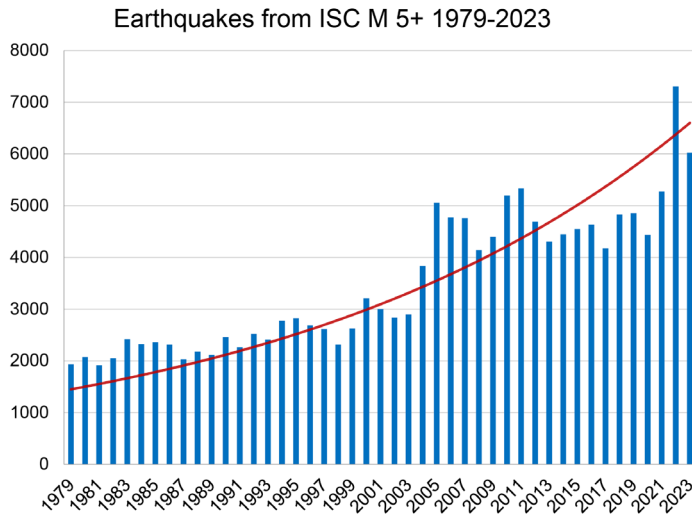
**2.5. Litosfera. El aumento de la actividad sísmica desde 1995 ha provocado terremotos en zonas donde nunca antes se habían registrado**

Desde 1995, se ha producido un aumento anómalo de la actividad sísmica en la Tierra (Figura 12): la magnitud, el número y la energía de los terremotos están aumentando, y éstos aparecen en zonas donde nunca antes se habían observado. Esta tendencia es perceptible tanto en los continentes como en los fondos oceánicos<sup>18</sup> (Figura 13).

El aumento de los terremotos de magnitud igual o superior a 5,0 se refleja en el gráfico de eventos

sísmicos basado en datos del Centro Internacional de Sismología. Es importante señalar que una magnitud de 5,0 es representativa a nivel mundial desde 1972, lo que significa que el aumento del número de terremotos de esta magnitud no puede explicarse por un aumento del número de sensores.

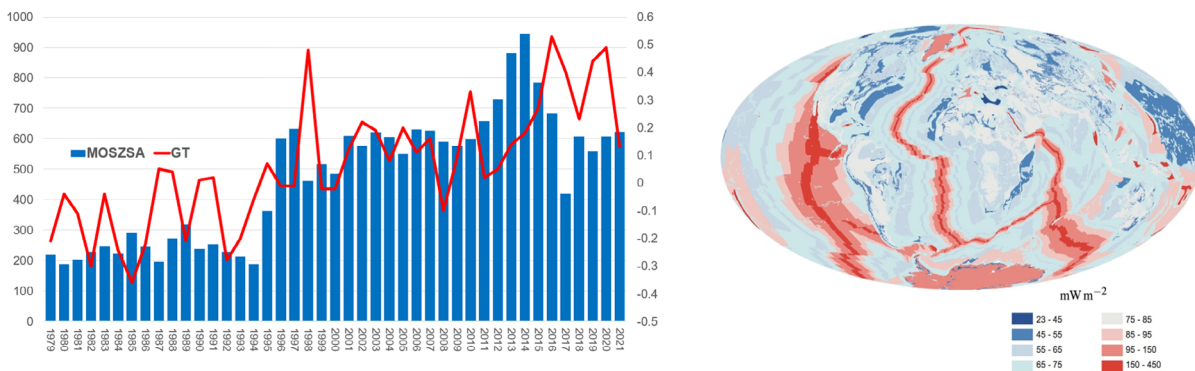
<sup>18</sup>Viterito, A. (2022). 1995: An important inflection point in recent geophysical history [1995: Un importante punto de inflexión en la historia geofísica reciente]. International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources, 29(5). <https://doi.org/10.19080/ijesnr.2022.29.556271>



**Figura 12**

Terremotos de magnitud 5,0 y superior según la base de datos del ISC.

### Aumento del número de terremotos en el fondo oceánico a lo largo de las dorsales mediooceánicas



**Figura 13**

Aumento simultáneo del número de terremotos en el fondo oceánico (a la izquierda). Calentamiento geotérmico de las dorsales mediooceánicas (a la derecha), Davies & Davies, 2010.

Fuente: Viterito, A. (2022) 1995: An Important Inflection Point in Recent Geophysical History [1995: Un importante punto de inflexión en la historia geofísica reciente]. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 29(5). <https://doi.org/10.19080/ijesnr.2022.29.556271>

El diagrama ilustra un fuerte aumento del número de terremotos en 1995 en el fondo oceánico a lo largo de las dorsales mediooceánicas y una estrecha correlación entre la sismicidad del fondo oceánico y las temperaturas atmosféricas, lo que indica una fuente de calor profunda adicional que afecta tanto al océano como a la atmósfera.

También se observa un aumento de la actividad sísmica cerca de los volcanes y anomalías en las erupciones. La lava erupcionada por los volcanes en los últimos 5 años presenta una composición atípica y características típicas del magma procedente de capas profundas del manto<sup>19,20,21,22,23</sup>.

<sup>19</sup> Castro, J. y Dingwell, D. (2009). Rapid ascent of rhyolitic magma at Chaitén volcano, Chile [Rápido ascenso del magma riolítico en el volcán Chaitén, Chile]. *Nature*, 461, 780–783. <https://doi.org/10.1038/nature08458>

<sup>20</sup> Smirnov, S.Z. et al. (2021). High explosivity of the June 21, 2019 eruption of Raikoke volcano (Central Kuril Islands); mineralogical and petrological constraints on the pyroclastic materials [Alta explosividad de la erupción del 21 de junio de 2019 del volcán Raikoke (Islas Kuriles Centrales); limitaciones mineralógicas y petrológicas de los materiales piroclásticos]. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 418, 107346, ISSN 0377-0273. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2021.107346>

<sup>21</sup> Witze, A. (2022). Why the Tongan eruption will go down in the history of volcanology [Por qué la erupción de Tonga pasará a la historia de la vulcanología]. *Nature*, 602, 376-378. <https://doi.org/10.1038/d41586-022-00394-y>

<sup>22</sup> Halldórsson, S.A., Marshall, E.W., Caracciolo, A. et al. (2022). Rapid shifting of a deep magmatic source at Fagradalsfjall volcano, Iceland [Rápido desplazamiento de una fuente magmática profunda en el volcán Fagradalsfjall, Islandia]. *Nature*, 609, 529–534. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04981-x>

<sup>23</sup> D'Auria, L., Koulakov, I., Prudencio, J. et al. (2022). Rapid magma ascent beneath La Palma revealed by seismic tomography [Rápido ascenso del magma bajo La Palma revelado por tomografía sísmica]. *Scientific Reports*, 12, 17654. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21818-9>

### 3. Ciclicidad astronómica

El campo magnético es creado por el geodinamo en el núcleo de la Tierra, y la velocidad y el eje de rotación del planeta dependen del centro de masa de la Tierra, situado en el núcleo interno. De ello se deduce que en 1995 comenzaron a producirse cambios significativos y anómalos en el núcleo de la Tierra, cuyo proceso requiere una enorme energía.

El desequilibrio observado en el funcionamiento del sistema de la Tierra como cuerpo celeste y dentro de sus capas individuales puede explicarse no sólo por factores antropogénicos únicamente, sino también por la aparición de una influencia cósmica externa adicional en el núcleo del planeta, que imparte energía adicional al núcleo. Así lo indica el hecho de que, al igual que en la Tierra, los cambios magnéticos, geodinámicos y climáticos sincronizados registrados en otros planetas del Sistema Solar y sus lunas están asociados a la desestabilización de sus núcleos. Por ejemplo, en Marte, los procesos en las profundidades de su interior han comenzado de forma sincronizada con los de la Tierra: se está reanudando la actividad volcánica<sup>24</sup>, la actividad sísmica<sup>25</sup> y las anomalías magnéticas<sup>26</sup>. Cabe destacar que los cambios en los planetas del Sistema Solar comenzaron durante un período de mínimo solar, caracterizado por una actividad solar reducida, lo que sugiere que estos cambios no pueden atribuirse a la actividad solar.

Según la hipótesis, esta influencia, que consiste en un cierto tipo de energía, interactúa directa y únicamente con el núcleo interno de la Tierra, sin interactuar de ninguna manera con otras capas del planeta. Este tipo de interacción puede

atribuirse al hecho de que el núcleo interno tiene una densidad extremadamente alta, y su estructura probablemente difiere de la teoría generalmente aceptada del hierro-níquel.

Como consecuencia de la entropía -la conversión de energía adicional en calor-, el manto terrestre se calienta, el magma se vuelve más fluido, aumenta el flujo de calor endógeno del interior a la superficie y se forman nuevas plumas de magma. Hoy en día, por ejemplo, tales enormes plumas se elevan muy rápidamente bajo Siberia, en parte debido al desplazamiento del núcleo en esa dirección.

La combinación de los factores anteriores, causada por el factor antropogénico y la energía adicional procedente de la influencia cósmica externa en el interior del planeta, provoca una actividad sísmica y volcánica sin precedentes y catástrofes climáticas masivas en todo el mundo.

Es importante señalar que la Tierra no se enfrenta a este tipo de influencia por primera vez.

Basándose en estudios geocronológicos de sedimentos cuaternarios y en el examen de núcleos de hielo y rastros de extinciones a gran escala, incluidas extinciones de especies humanas, se puede concluir que en el pasado la Tierra se enfrentó a un drástico aumento de cataclismos climáticos a gran escala aproximadamente cada 12.000 años<sup>27</sup>. Y cada 24.000 años, las catástrofes planetarias probablemente fueron muchas veces más potentes, como demuestran los exámenes de capas de ceniza de erupciones volcánicas en núcleos de hielo<sup>28</sup> (Figura 14) y otros estudios geocronológicos.

<sup>24</sup>Sun, W. y Tkalčić, H. (2022). Repetitive marsquakes in Martian upper mantle [Martemotos repetitivos en el manto superior marciano]. *Nature Communications*, 13, 1695. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29329-x>

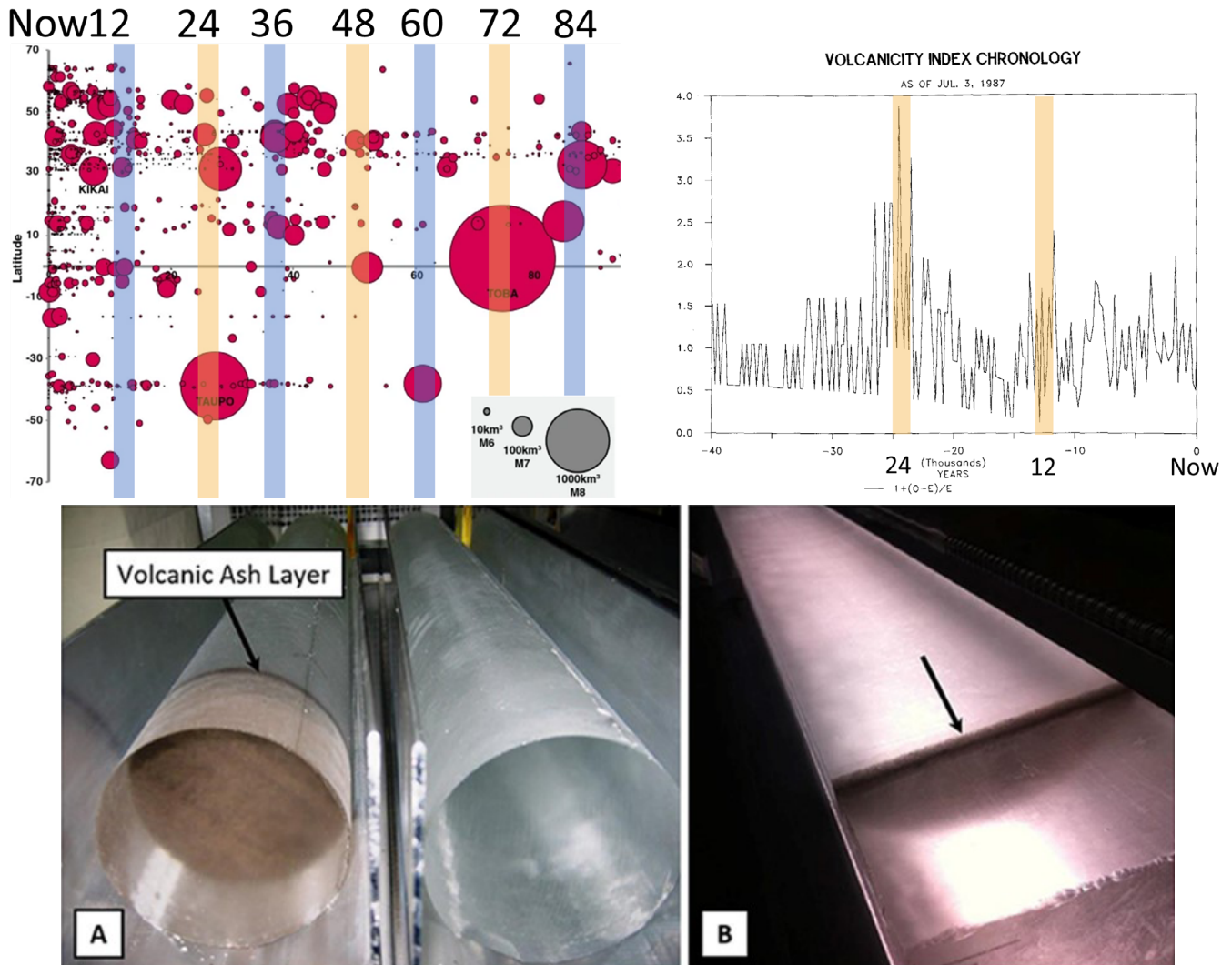
<sup>25</sup>Dahmen, N., Clinton, J. F., Meier, M., Stähler, S., Ceylan, S., Kim, D., Stott, A. E. y Giardini, D. (2022). MarsQuakeNet: A more complete marsquake catalog obtained by deep learning techniques [MarsQuakeNet: Un catálogo de martemotos más completo obtenido mediante técnicas de aprendizaje profundo]. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 127(11). <https://doi.org/10.1029/2022je007503>

<sup>26</sup>Soret, L., Gérard, J.-C., Schneider, N., Jain, S., Milby, Z., Ritter, B., et al. (2021). Discrete aurora on Mars: Spectral properties, vertical profiles, and electron energies [Auroras discretas en Marte: Propiedades espectrales, perfiles verticales y energías de electrones]. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 126, e2021JA029495. <https://doi.org/10.1029/2021JA029495>

<sup>27</sup>Arushanov, M. L. (2023). *Dinamika klimata. Kosmicheskie faktory* [Dinámica del clima. Factores cósmicos] (p. 144). Hamburg: LAMBERT Academic Publishing.

<sup>28</sup>Sawyer, D. E., Urgeles, R. y Lo Iacono, C. (2023). 50,000 yr of recurrent volcanoclastic megabed deposition in the Marsili Basin, Tyrrhenian Sea [50.000 años de deposición recurrente de megalechos volcánicos en la cuenca de Marsili, mar Tirreno]. *Geology*, 51(11), 1001-1006. <https://doi.org/10.1130/g51198.1>

**Erupciones volcánicas catastróficas que ocurren con un ciclo de 12.000 años**



**Figura 14**

Datos de investigación sobre capas de cenizas volcánicas procedentes de erupciones de los últimos 100.000 años en núcleos de hielo de la Antártida y el Ártico, recopilados a partir de trabajos de varios autores.

Fuente: Brown, S. K., Crosweller, H. S., Sparks, R. S. J., Cottrell, E., Deligne, N. I., Guerrero, N. O., Hobbs, L., Kiyosugi, K., Loughlin, S. C., Siebert, L. y Takarada, S. (2014). Characterisation of the Quaternary eruption record: analysis of the Large Magnitude Explosive Volcanic Eruptions (LaMEVE) database [Caracterización del registro de erupciones del Cuaternario: análisis de la base de datos "Large Magnitude Explosive Volcanic Eruptions" (LaMEVE)]. *Journal of Applied Volcanology*, 3(5). <https://doi.org/10.1186/2191-5040-3-5>

Bryson, R. A. (1989). Late quaternary volcanic modulation of Milankovitch climate forcing [Modulación volcánica del Cuaternario tardío del forzamiento climático de Milankovitch]. *Theoretical and Applied Climatology*, 39, 115-125. <https://doi.org/10.1007/bf00868307>

Los gráficos ilustran una actividad volcánica catastrófica cada 12.000 años y eventos aún más intensos cada 24.000 años (teniendo en cuenta las incertidumbres de datación). Estos fenómenos catastróficos han provocado fuertes fluctuaciones de temperatura, catástrofes naturales, inviernos volcánicos y extinciones masivas. Muchos

supervolcanes que entraron en erupción en ciclos pasados han empezado a mostrar recientemente una actividad anómala, sobre todo a partir de 1995.



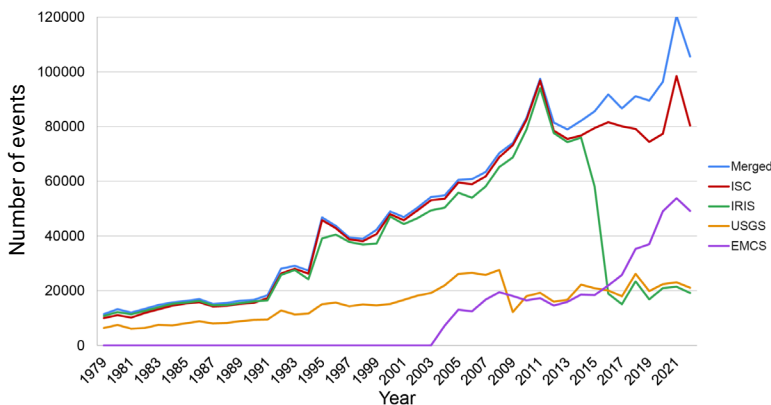
Según la modelización matemática y tectonofísica, a finales de 2024 entraremos en una fase activa del ciclo de catástrofes de 24.000 años, que marcará una nueva época volcánica causada por el ascenso generalizado de magma y la erosión de la placa litosférica por flujos de magma. Esto significa que en los próximos años, todos los países enfrentarán eventos catastróficos sin precedentes de inmenso poder.

Actualmente, ninguna de las bases de datos sísmicos del mundo puede ofrecer una representación completa de la actividad sísmica mundial. Los gráficos demuestran que, desde 2014, los conjuntos de eventos sísmicos han empezado a diferir no solo

en cantidad (Figura 15), sino también en singularidad (Figura 16). Es decir, aparecieron eventos que están presentes en una o más bases de datos, pero están ausentes en otras. Aunque los conjuntos de datos sobre terremotos deberían reflejar la misma realidad.

Según fuentes de datos independientes, se está produciendo un aumento exponencial de la actividad sísmica en nuestro planeta (Figura 17). La dinámica de crecimiento de la actividad sísmica indica que para el año 2030 el número de terremotos será tan elevado que será imposible adaptarse a estas condiciones.

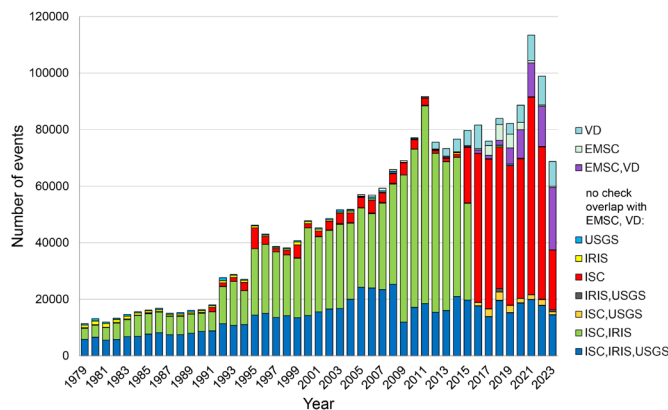
**Discrepancia en el número de terremotos en las bases de datos de los principales servicios sísmológicos del mundo**



**Figura 15**

El gráfico representa el número de terremotos con una magnitud de al menos 3,0 registrados por diversos servicios sísmológicos internacionales durante un período concreto. La curva azul representa la suma de todos los eventos únicos recogidos de todas las bases de datos.

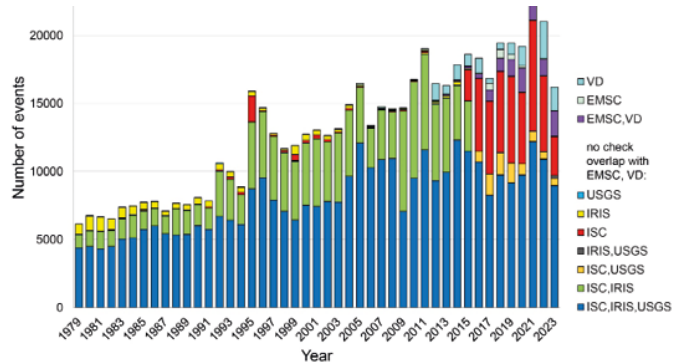
**Número de eventos sísmicos únicos M3+ durante 1979-2023 notificados sólo por las agencias indicadas**



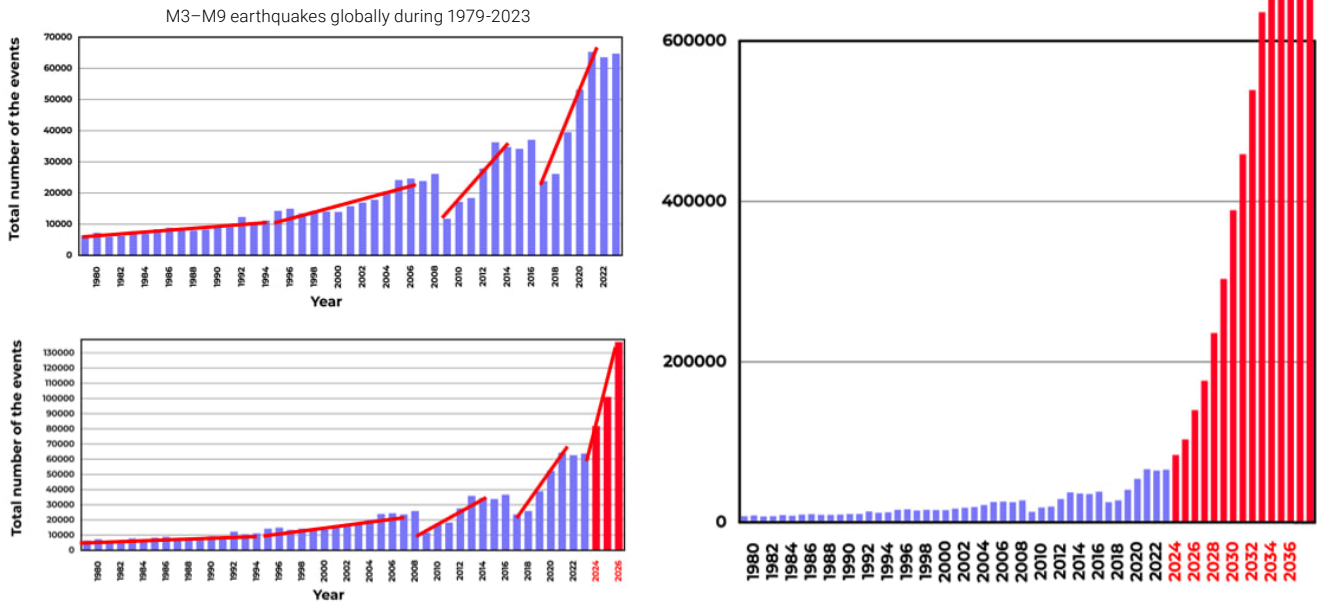
**Figura 16**

Gráficos que representan el número de eventos sísmicos únicos con una magnitud de 3,0 o superior (izquierda) y con una magnitud de 4,0 o superior (derecha) presentes simultáneamente sólo en los servicios sísmicos especificados de 1979 a 2023.

**Número de eventos sísmicos únicos M4+ durante 1979-2023 notificados sólo por las agencias indicadas**



## Progresión de las catástrofes ilustrada por terremotos



**Figura 17**

Modelo de crecimiento exponencial del número de cataclismos naturales en el ejemplo de los terremotos hasta 2036.

Los gráficos demuestran un crecimiento geométrico del número y de la intensidad de los terremotos en el planeta según la tendencia actual. En cada etapa sucesiva, el número de terremotos se triplica. En el año 2028, se producirán en la Tierra 1.000 terremotos diarios de magnitud superior a 3,0, mientras que en la actualidad se producen 125 terremotos diarios de magnitud superior a 3,0. Con una alta probabilidad, en sólo 6 años, la Tierra experimentará cada día terremotos equivalentes en su destructividad al terremoto de Turquía y Siria del 6 de febrero de 2023.

La aplicación de la función exponencial para evaluar los daños de las catástrofes climáticas muestra (Figura 18) que la economía mundial podría tener dificultades para compensar las pérdidas en los próximos 4-6 años, lo que podría desembocar en una crisis económica. Las previsiones indican un posible colapso de los negocios mundiales durante este período. Los modelos matemáticos sugieren que, en los próximos 10 años, las condiciones para la vida en

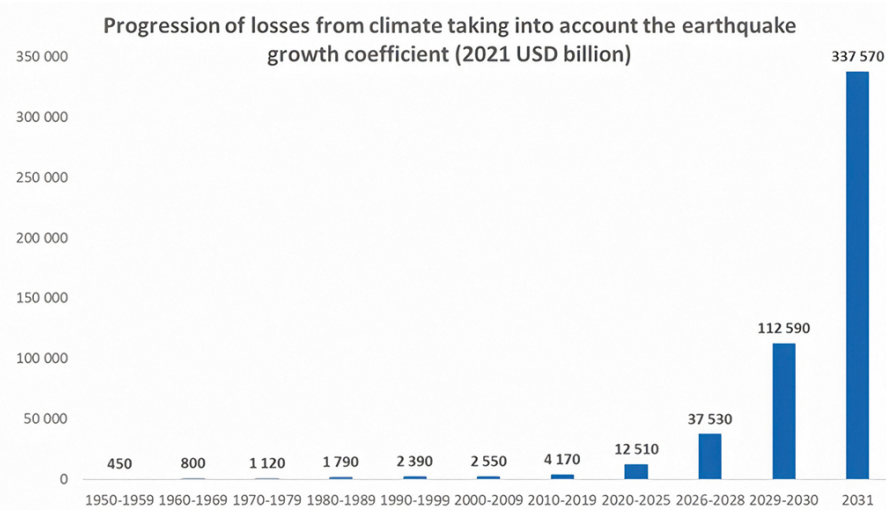
la Tierra podrían cambiar significativamente.

Aunque el aumento de las catástrofes, además de la actividad antropogénica, se debe a un patrón cíclico por el que la Tierra ya ha pasado antes, no hay esperanzas de que esta vez la flora y la fauna de nuestro planeta tengan una oportunidad de sobrevivir como antes. La razón de ello es la contaminación antropogénica de los océanos. Recordemos que el océano, que siempre ha cumplido la función de disipar el exceso de energía del interior del planeta a la atmósfera, ha perdido sus propiedades de conductividad térmica. Cuanto más se caliente el océano, más rápido se descompondrá el plástico en microplásticos y nanoplásticos, y la función de conductividad térmica del océano disminuirá aún más. Se presume que la Tierra no podrá hacer frente por sí sola a este ciclo de catástrofes. La línea de tendencia del calentamiento oceánico se elevará exponencialmente hacia la vertical ya en los próximos años.

Debido a la acumulación de un exceso de energía en las profundidades (Figura 19), ya se está produciendo un aumento de la intensidad y la frecuencia de los terremotos de foco profundo. Dado que el océano ya no funciona como sistema

de refrigeración, el flujo de energía adicional hacia las profundidades ya no se compensa, y la formación de nuevas cámaras magmáticas se está produciendo con una intensidad muchas veces mayor que en ciclos anteriores.

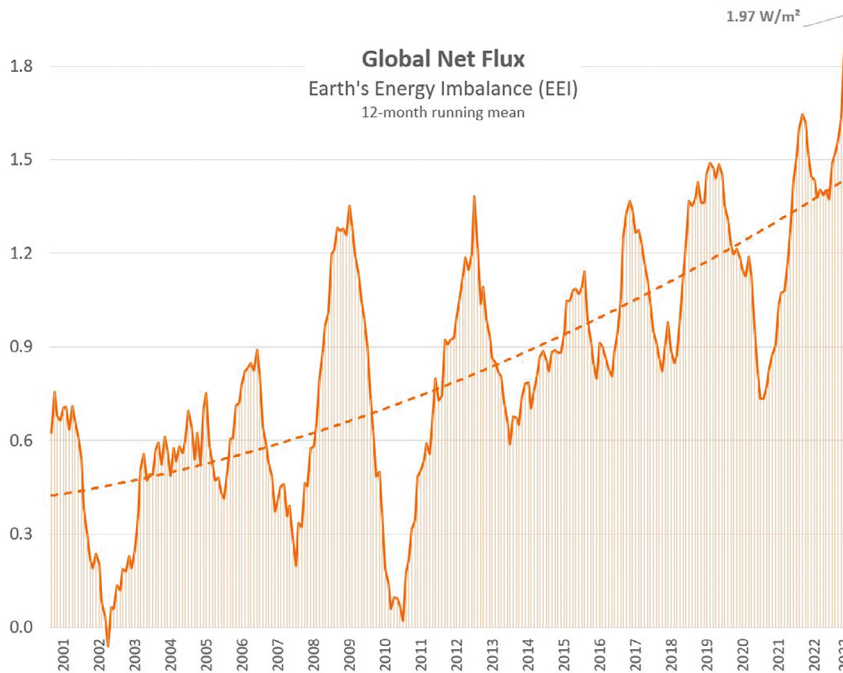
### Progresión de los daños previstos por los desastres climáticos



**Figura 18**

Pérdidas económicas previstas por desastres naturales, según el modelo de crecimiento exponencial del número de catástrofes geodinámicas y climáticas (miles de millones de USD con valor equivalente a 2021). Fuente: AON (Catastrophe Insight).

### Creciente desequilibrio entre la energía entrante y saliente de la Tierra



**Figura 19**

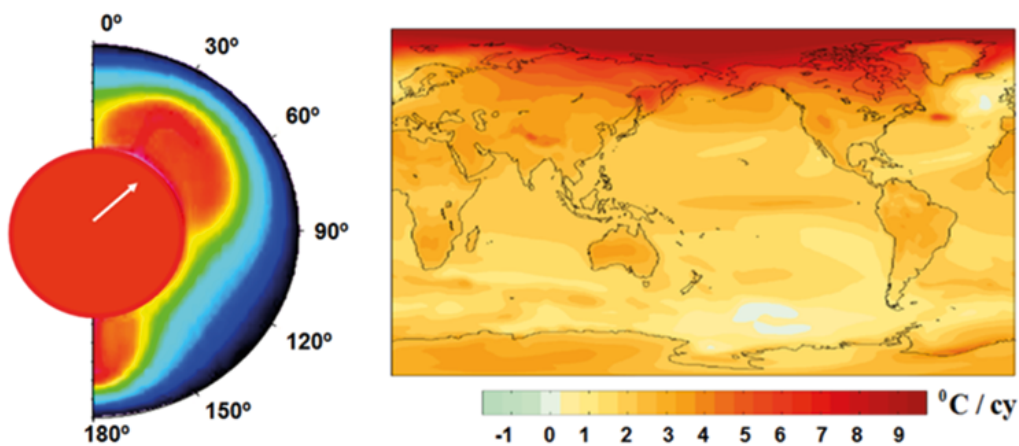
Crecimiento exponencial del Desequilibrio Energético de la Tierra (EEI), que indica la diferencia entre la radiación solar entrante y la radiación saliente de todas las fuentes. © Leon Simons Fuente de datos: NASA CERES EBAF-TOA All-sky Ed4.2 Net flux, 2000/03-2023/05.

El gráfico indica que la atmósfera terrestre está acumulando energía de forma exponencial. Esto se debe a factores antropogénicos y al aumento del calor procedente del magma que asciende durante el ciclo de 12.000 años, así como a la menor capacidad del océano y la atmósfera para disipar eficazmente el calor de la superficie terrestre al espacio. En marzo de 2023, el Desequilibrio Energético de la Tierra (EEI) anual era de 1,61 vatios por metro cuadrado, lo que a escala mundial equivale a la energía de unas 13 bombas atómicas lanzadas cada segundo sobre la Tierra, de la misma potencia que se lanzaron sobre Hiroshima.

En este contexto, el territorio más peligroso en estos momentos es Siberia, que está experimentando un calentamiento extremo de 2-3 veces más rápido que el planeta en su conjunto (Figura 20). Esto se debe principalmente a la formación de nuevas cámaras de magma como resultado del desplazamiento del núcleo del planeta, que ejerce una presión adicional sobre

el manto de esta región. La actividad de estas cámaras de magma se manifiesta en el deshielo del permafrost de abajo arriba, el aumento de la actividad sísmica en la región, el ascenso de aguas calientes a la superficie y los incendios bajo la nieve sobre zonas de fallas. En las latitudes septentrionales, aumentan las emisiones de metano e hidrógeno desde las profundidades, crece el número de socavones provocados por explosiones de gas y se intensifica el vulcanismo de lodo en la plataforma ártica. Ya ahora, bajo Siberia, la corteza litosférica ha empezado a ser erosionada por el magma y se está adelgazando. Este proceso se está exacerbando y el margen de seguridad de la placa disminuye rápidamente. En el caso de que se produjera una ruptura de magma bajo Siberia, el fundido al rojo vivo liberado saldría a la superficie bajo una inmensa presión. Puede decirse que esto supone una amenaza directa para la existencia tanto de Rusia como del mundo entero.

Anomalía de temperatura en Siberia en 2020



**Figura 20**

Desplazamiento relativo forzado del núcleo y el manto y esquema de suministro asimétrico de calor a las capas superiores del manto (a la izquierda). Tendencias lineales del calentamiento de la superficie (en °C por siglo) según los datos NCAR CCSM3 promediados según un escenario especial [http://www.realclimate.org/bitz\\_fig3.png](http://www.realclimate.org/bitz_fig3.png) (a la derecha).

Fuente: Barkin, Yu.V. (2009). Ciklicheskie inversionnyye izmeneniya klimata v severnom i juzhnom polusharijah Zemli [Cambio climático cíclico de inversión en los hemisferios norte y sur de la Tierra]. Geologiya morej i okeanov: Materialy XVIII Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (Shkoly) po morskoy geologii [Geología de los mares y océanos: Materiales de la XVIII Conferencia Científica Internacional (Escuela) de Geología Marina] (Vol. III, pp. 4-8). Moscú: GEOS.

El desplazamiento del núcleo ha afectado a todas las capas de la Tierra y, en primer lugar, ha provocado el ascenso del magma hacia Siberia, con el consiguiente calentamiento anómalo de la atmósfera en la región.

A modo de comparación, una activación del supervolcán de Yellowstone en EE. UU., que también

muestra signos de actividad anormal, puede causar la destrucción de todo el continente americano, pero aún habría una posibilidad de supervivencia para la humanidad. Sin embargo, en el caso de que el magma rompiera la placa litosférica bajo Siberia, la probabilidad de que no sobreviva nadie es muy alta.

## Restauración de la función de conductividad térmica del océano

Por lo tanto, una condición necesaria para la supervivencia de la humanidad es la restauración de la función del océano de disipar el calor del interior de la Tierra. La restauración de las funciones del océano puede lograrse mediante el uso de generadores de agua atmosférica (GAA), que ayudarán a eliminar los microplásticos del océano y mejorarán su capacidad para disipar el calor. Esto también mejorará la conductividad térmica de la atmósfera y reducirá los fenómenos meteorológicos extremos. La transición a los GAA reducirá la dependencia de las aguas superficiales y subterráneas, contribuyendo a la consecución de muchos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible adoptados por la Asamblea General de la ONU.

Para aprovechar todo el potencial de los GAA, son necesarios los siguientes pasos:

1. Transición completa a los GAA para garantizar el suministro de agua a nivel doméstico e industrial.
2. Introducción de generadores de energía sin combustible (GSC) para alimentar los GAA y eliminación de embalses abiertos y presas para restablecer el caudal natural de los ríos.
3. Reconstrucción de los sistemas de alcantarillado para evitar la contaminación de las masas de agua.

Estas medidas pueden dar lugar a una revolución científica y tecnológica, proporcionando

un abastecimiento sostenible de agua y reduciendo el impacto negativo sobre el clima. Según los cálculos, en un plazo de 3 a 5 años, el océano recuperará casi por completo sus funciones de disipación del calor. Sin embargo, es importante comprender que estas medidas no pueden resolver el problema de las catástrofes geodinámicas, ya que la causa de estos cambios se encuentra fuera de la atmósfera. La adopción generalizada de los GAA sólo mitigará las consecuencias del cambio climático y acelerará la recuperación del medio ambiente del planeta siempre que lo protejamos de la influencia cósmica externa.

Una solución eficaz a este problema requiere la cooperación internacional de científicos, incluidos los físicos cuánticos, que puedan unir sus esfuerzos y recursos para desarrollar y adoptar medidas integrales. Si se crean las condiciones para una cooperación abierta, los científicos no tendrán que empezar de cero, puesto que ya existen avances reales y una comprensión de las relaciones causa-efecto en este ámbito.

Ahora, es necesario actuar con prontitud y utilizar el tiempo restante con sensatez. A la hora de tomar decisiones responsables, es importante recordar que a la humanidad sólo le quedan entre 4 y 6 años de relativa tranquilidad.

**Informe abreviado sobre  
la progresión y las consecuencias  
de los desastres climáticos**

**Referencias:**

Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) (3 de junio de 2022). Carbon dioxide now more than 50% higher than pre-industrial levels [El dióxido de carbono supera ya en más de un 50% los niveles preindustriales]. <https://www.noaa.gov/news-release/carbon-dioxide-now-more-than-50-higher-than-pre-industrial-levels>

Alexeev, G. V., Borovkov, M. I. y Titova, N. E. (2018). Sovremennye sredstva dlja ochistki vody ot maslo-zhirovyh jemul'sij i nefteproduktov [Medios modernos de purificación del agua de las emulsiones de aceite y grasa y de los productos petrolíferos]. *Colloquium-journal*, 7(18), 4-6.

Androsova, N. K., Baranova, T. I. y Semykina D.V. (2020). Geologicheskoe proshloe i nastoyashchee magnitnyh polyusov zemli [Pasado y presente geológico de los polos magnéticos de la Tierra]. *Nauki o Zemle / "Colloquium-journal"*, 5(57). DOI:10.24411/2520-6990-2020-11388

Arushanov, M. L. (2023). Dinamika klimata. Kosmicheskie faktory [Dinámica del clima. Factores cósmicos] (p. 144). Hamburgo: LAMBERT Academic Publishing.

Arushanov, M. L. (2023). Prichiny izmeneniya klimata zemli, kak rezul'tat kosmicheskogo vozdejstviya, razveivayushchee mif ob antropogennom global'nom poteplenii [Causas del cambio climático de la Tierra como resultado de la influencia espacial, disipando el mito sobre el calentamiento global antropogénico]. *Deutsche Internationale Zeitschrift Für Zeitgenössische Wissenschaft*, 53, 4-14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7795979>

Barkin, Yu. V. (2009). Ciklicheskie inversionnye izmeneniya klimata v severnom i juzhnom polusharijah Zemli [Cambio climático cíclico de inversión en los hemisferios norte y sur de la Tierra]. *Geologiya morej i okeanov: Materialy XVIII Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (Shkoly) po morskoy geologii* [Geología de los mares y océanos: Materiales de la XVIII Conferencia Científica Internacional (Escuela) de Geología Marina] (Vol. III, pp. 4-8). Moscú: GEOS.

Barkin, Y. V. (2011). Sinhronnye skachki aktivnosti prirodnyh planetarnyh processov v 1997-1998 gg. ih edinyj mekhanizm [Saltos sincrónicos en la actividad de los procesos planetarios naturales en 1997-1998 y su mecanismo unificado]. *Geologiya morej i okeanov: Materialy XIX Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii po morskoy geologii* [Geología de mares y océanos: Materiales de la XIX Conferencia Científica Internacional sobre Geología Marina]. Moscú: GEOS, 5, 28-32.

Barkin, Yu. V. y Smolkov, G. Ya. (2013). Skachkoobraznye izmeneniya trendov geodinamicheskikh i geofizicheskikh yavlenij v 1997-1998 gg [Cambios bruscos en las tendencias de los fenómenos geodinámicos y geofísicos en 1997-1998]. En la Conferencia de toda Rusia sobre Física Solar-Terrestre, dedicada al centenario del nacimiento del Miembro Correspondiente de la Academia de Ciencias de Rusia Stepanov V. E. (16-21 de septiembre de 2013, Irkutsk), Irkutsk, 2013.

Brown, S. K., Croweller, H. S., Sparks, R. S. J., Cottrell, E., Deligne, N. I., Guerrero, N. O., Hobbs, L., Kiyosugi, K., Loughlin, S. C., Siebert, L. y Takarada, S. (2014). Characterisation of the Quaternary eruption record: analysis of the Large Magnitude Explosive Volcanic Eruptions (LaMEVE) database [Caracterización del registro de erupciones del Cuaternario: análisis de la base de datos "Large Magnitude Explosive Volcanic Eruptions" (LaMEVE)]. *Journal of Applied Volcanology*, 3(5). <https://doi.org/10.1186/2191-5040-3-5>

Bryson, R. A. (1989). Late quaternary volcanic modulation of Milankovitch climate forcing [Modulación volcánica del Cuaternario tardío del forzamiento climático de Milankovitch]. *Theoretical and Applied Climatology*, 39, 115-125. <https://doi.org/10.1007/bf00868307>

Castro, J. y Dingwell, D. (2009). Rapid ascent of rhyolitic magma at Chaitén volcano, Chile [Rápido ascenso del magma riolítico en el volcán Chaitén, Chile]. *Nature*, 461, 780-783. <https://doi.org/10.1038/nature08458>

- Channell, J. E. T. y Vigliotti, L. (2019). The role of geomagnetic field intensity in Late Quaternary evolution of humans and large mammals [El papel de la intensidad del campo geomagnético en la evolución de los humanos y los grandes mamíferos en el Cuaternario tardío]. *Reviews of Geophysics*, 57. <https://doi.org/10.1029/2018RG000629>
- Cheng, L., Abraham, J., Zhu, J., Trenberth, K. E., Fasullo, J., Boyer, T., Locarnini, R., Zhang, B., Yu, F., Wan, L., Chen, X., Song, X., Liu, Y. y Mann, M. E. (2020). Record-Setting Ocean Warmth Continued in 2019 [El calor oceánico récord continuó en 2019]. *Advances in Atmospheric Sciences*, 37(2), 137–142. <https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>
- Cox, C. y Chao, B. F. (2002). Detection of a large-scale mass redistribution in the terrestrial system since 1998 [Detección de una redistribución masiva a gran escala en el sistema terrestre desde 1998]. *Science*, 297(5582), 831–833. <https://doi.org/10.1126/science.1072188>
- Dahmen, N., Clinton, JF, Meier, M., Stähler, S., Ceylan, S., Kim, D., Stott, AE y Giardini, D. (2022). MarsQuakeNet: A more complete marsquake catalog obtained by deep learning techniques [MarsQuakeNet: Un catálogo de martemotos más completo obtenido mediante técnicas de aprendizaje profundo]. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 127(11) <https://doi.org/10.1029/2022je007503>
- D'Auria, L., Koulakov, I., Prudencio, J. et al. (2022). Rapid magma ascent beneath La Palma revealed by seismic tomography [Rápido ascenso del magma bajo La Palma revelado por tomografía sísmica]. *Scientific Reports*, 12, 17654. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21818-9>
- Deng, S., Liu, S., Mo, X., Jiang, L. y Bauer-Gottwein, P. (2021). Polar Drift in the 1990s Explained by Terrestrial Water Storage Changes [La deriva polar de los años 90 explicada por los cambios en los depósitos terrestres de agua]. *Geophysical Research Letters*, 48(7). <https://doi.org/10.1029/2020gl092114>
- Dyachenko, A. I. (2003). Magnitnye polyusa Zemli [Polos magnéticos de la Tierra] (p. 48). Moscú: MCCME. Geofizicheskie sledstviya odnositel'nyh smeshchenij i kolebanij yadra i mantii Zemli [Implicaciones geofísicas de los desplazamientos y fluctuaciones relativas del núcleo y el manto de la Tierra]. Presentación de Yu.V. Barkin, Moscú, IFZ, OMTS. 16 de septiembre de 2014.
- Geyer, R., Jambeck, J. R. y Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made [Producción, uso y destino de todos los plásticos jamás fabricados]. *Science Advances*, 3(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Halldórsson, S.A., Marshall, E.W., Caracciolo, A. et al. (2022). Rapid shifting of a deep magmatic source at Fagradalsfjall volcano, Iceland [Rápido desplazamiento de una fuente magmática profunda en el volcán Fagradalsfjall, Islandia]. *Nature*, 609, 529–534. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04981-x>
- Khalilov, E. (Ed.). (2010). Global changes of the environment: Threatening the progress of civilization [Cambios globales del medio ambiente: amenaza para el progreso de la civilización]. *GEOCHANGE: Problems of Global Changes of the Geological Environment*, 1, Londres, ISSN 2218-5798.
- Lebreton, L., Egger, M. y Slat, B. (2019). A global mass budget for positively buoyant macroplastic debris in the ocean [Un presupuesto masivo global para desechos macroplásticos que flotan positivamente en el océano]. *Scientific Reports*, 9, 12922. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49413-5>
- Lushvin, P., (2019). Prirodnye ravninnye pozhary i kak ih minimizirovat' [Incendios naturales en llanuras y cómo minimizarlos]. Presentación en la 26ª reunión del Seminario-Conferencia Interdisciplinario de toda Rusia de las Facultades de Geología y Geografía de la Universidad Estatal de Moscú "Sistema Planeta Tierra", 30 de enero - 2 de febrero de 2018.
- Malinin V. N. y Vaynovsky P. A. (2021). Trendy komponent vlagoobmena v sisteme okean-atmosfera v usloviyah global'nogo potepleniya, po dannym arhiva Reanalysis-2 [Tendencias de los componentes del intercambio de humedad en el sistema océano-atmósfera en condiciones de calentamiento global, según el archivo Reanalysis-2]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa*, 18(3), 9-25. DOI : 10.21046/2070-7401-2021-18-3-9-25



Mikhaylova R.S. (2014). Sil'nye zemletryaseniya v mantii i ih vliyanie v blizhnej i dal'nej zone [Fuertes terremotos en el manto y su impacto en la zona cercana y lejana]. Servicio Geofísico de la Academia de Ciencias de Rusia. <http://www.emsd.ru/conf2013lib/pdf/seism/Mihaylova.pdf>

Mikhailova, R. S., Ulubieva, T. R., Petrova N. V. (2021). Gindukushskoe zemletryasenie 26 oktyabrya 2015 g. s  $M_w=7.5$ ,  $I_0\sim 7$ : predshestvuyushchaya sejsmichnost' i aftershokovaya posledovatel'nost' [El terremoto de Hindú Kush del 26 de Octubre de 2015, con  $M_w=7.5$ ,  $I_0\sim 7$ : Sismicidad precedente y secuencia de réplicas]. *Zemletryaseniya Severnoj Evrazii*, 24, 324-339. <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2021.24.31>

Noticias ONU. (Octubre de 2021). Pod egidoy YuNEP otkryta Observatoriya po sboru dannyh o vybrosah metana [Apertura del Observatorio de Datos sobre Emisiones de Metano bajo los auspicios del PNUMA]. <https://news.un.org/ru/story/2021/10/1412872>

Ostle, C., Thompson, R. C., Broughton, D., Gregory, L., Wootton, M. y Johns, D. G. (2019). The rise in ocean plastics evidenced from a 60-year time series [El aumento de los plásticos oceánicos evidenciado a partir de una serie temporal de 60 años]. *Nature Communications*, 10(1622). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09506-1>

Romagnoli, C., Zerbini, S., Lago, L., Richter, B., Simon, D., Domenichini, F., Elmi, C. y Ghirotti, M. (2003). Influence of soil consolidation and thermal expansion effects on height and gravity variations [Influencia de los efectos de consolidación y expansión térmica del suelo en las variaciones de altura y gravedad]. *Journal of Geodynamics*, 35(4-5), 521-539. [https://doi.org/10.1016/S0264-3707\(03\)00012-7](https://doi.org/10.1016/S0264-3707(03)00012-7)

Sawyer, D. E., Urgeles, R. y Lo Iacono, C. (2023). 50,000 yr of recurrent volcanoclastic megabed deposition in the Marsili Basin, Tyrrhenian Sea [50.000 años de deposición recurrente de megalechos volcánicos en la cuenca de Marsili, mar Tirreno]. *Geology*, 51(11), 1001–1006. <https://doi.org/10.1130/g51198.1>

Smirnov, S.Z. et al. (2021). High explosivity of the June 21, 2019 eruption of Raikoke volcano (Central Kuril Islands); mineralogical and petrological constraints on the pyroclastic materials [Alta explosividad de la erupción del 21 de junio de 2019 del volcán Raikoke (Islas Kuriles Centrales); limitaciones mineralógicas y petrológicas de los materiales piroclásticos]. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 418, 107346, ISSN 0377-0273. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2021.107346>

Smolkov, G. Ya. (2018). Exposure of the solar system and the earth to external influences [Exposición del sistema solar y la Tierra a influencias externas]. *Physics & Astronomy International Journal*, 2(4), 310-321. <https://doi.org/10.15406/paij.2018.02.00104>

Soret, L., Gérard, J.-C., Schneider, N., Jain, S., Milby, Z., Ritter, B., et al. (2021). Discrete aurora on Mars: Spectral properties, vertical profiles, and electron energies [Auroras discretas en Marte: Propiedades espectrales, perfiles verticales y energías de electrones]. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 126, e2021JA029495. <https://doi.org/10.1029/2021JA029495>

Sun, W. y Tkalčić, H. (2022). Repetitive marsquakes in Martian upper mantle [Martemotos repetitivos en el manto superior marciano]. *Nature Communications*, 13, 1695. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29329-x>

Witze, A. (2022). Why the Tongan eruption will go down in the history of volcanology [Por qué la erupción de Tonga pasará a la historia de la vulcanología]. *Nature*, 602, 376-378. <https://doi.org/10.1038/d41586-022-00394-y>

Zotov, L. V., Barkin, Y. V. y Lyubushin, A. A. (2009). Dvizhenie geocentra i ego geodinamika [Movimiento del geocentro y su geodinámica] (pp. 98-101). En 3ra. conf. Geodinámica espacial y modelización de procesos geodinámicos globales, Novosibirsk, 22-26 de septiembre de 2009, Rama siberiana de la Academia de Ciencias de Rusia. Novosibirsk: Geo.

