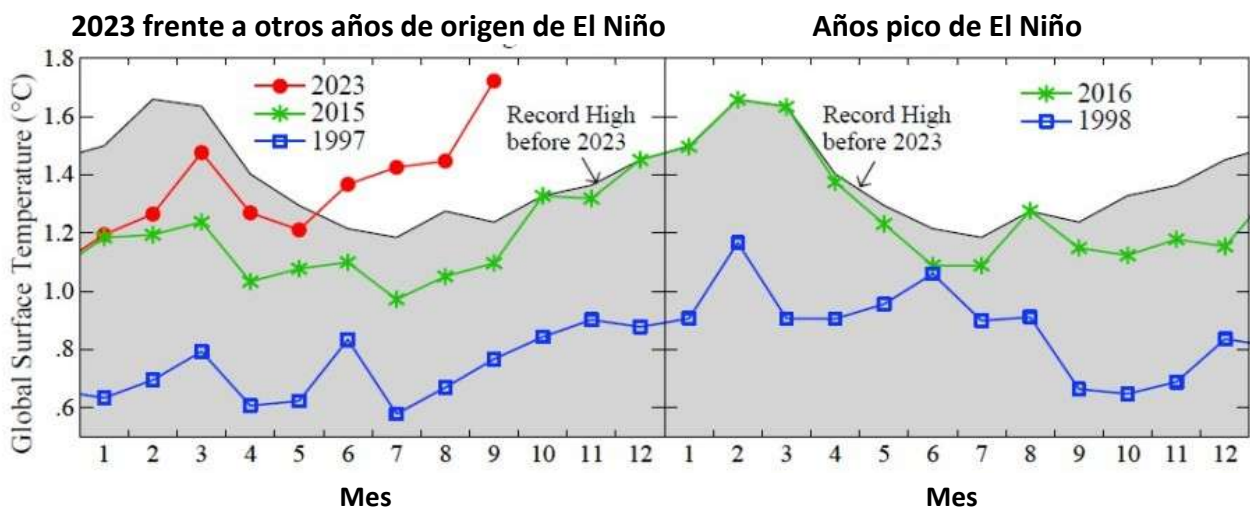




03-10-2023

El Niño se esfuma. El planeta Tierra chisporrotea, ¿por qué?

James Hansen, Makiko Sato, Reto Ruedy, and Leon Simons
www.columbia.edu



En ordenadas: Temperatura global superficial (°C)

Resumen. Septiembre de 2023 batió el récord de temperatura global anterior. No es inapropiado lamentarse por la magnitud del salto de temperatura en septiembre, pero es más importante investigar el papel del forzamiento climático de los aerosoles (que decidimos no medir) en el cambio climático global. La temperatura global durante el actual El Niño proporciona una posible evaluación indirecta del cambio en el forzamiento de los aerosoles. La temperatura global en el actual El Niño, hasta la fecha, implica una fuerte aceleración del calentamiento global, cuya explicación más probable es una disminución de los aerosoles fabricados por el hombre como resultado de las reducciones en China y de las emisiones de los barcos. El Niño actual probablemente será más débil que El Niño de 1997-98 y 2015-16, lo que hará que, el calentamiento actual sea aún más significativo. La irradiancia solar, casi máxima en la actualidad, añade una pequeña cantidad a los

principales mecanismos de “forzamiento” (gases de efecto invernadero antropogénicos (GEI), aerosoles y El Niño), pero sin efectos a largo plazo. Más importante aún, la amplificación polar del hemisferio sur, latente durante mucho tiempo, probablemente esté entrando en juego.

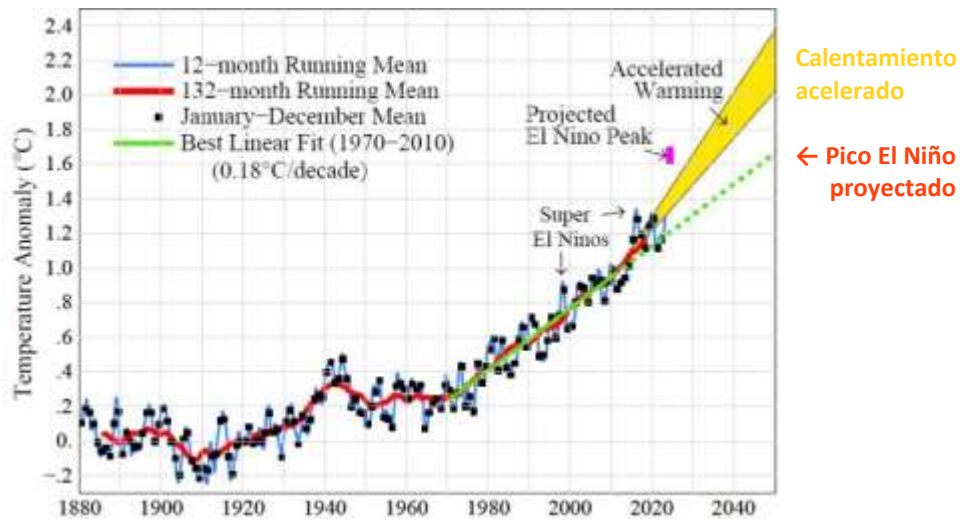


Fig. 2. Temperatura global relativa a 1880-1920 basada en el análisis GISS ^{1,2}

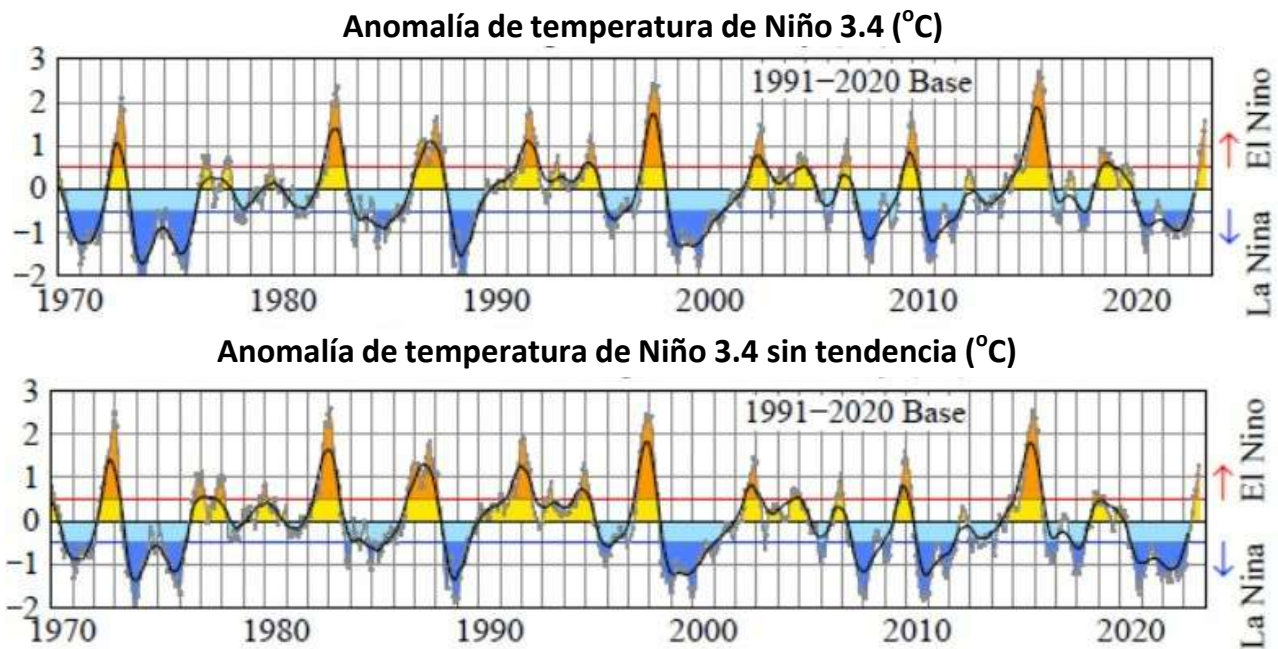


Fig. 3. Temperatura en la región del Pacífico tropical utilizada para definir la fuerza de El Niño. Se define nominalmente que El Niño (La Niña) ocurre cuando Niño 3.4 es $> 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ($< -0,5 \text{ }^\circ\text{C}$). [En la gráfica inferior, se ha restado la tendencia al calentamiento 1970-2010 causado por la actividad humana del índice de temperatura Niño3.4]

La anomalía de la temperatura global de septiembre saltó a más de $+1,7 \text{ }^\circ\text{C}$ en relación con la media de 1880-1920 (Fig. 1). El debate público se ha centrado en la notable magnitud de esta anomalía mensual, que supera el septiembre más cálido anterior en el período de datos instrumentales en aproximadamente $+0,5 \text{ }^\circ\text{C}$; A continuación comentaremos esta anomalía

extrema de septiembre. Sin embargo, la anomalía promedio de los últimos 4 meses (+0,44 °C en relación con los mismos meses de 2015, el año de inicio de El Niño 2015-16) es probablemente más importante. Si esta relativa anomalía se mantiene durante El Niño actual (hasta la primavera de 2024 en el hemisferio norte), el calentamiento global medio máximo en 12 meses alcanzará +1,6-1,7 °C en relación con el período 1880-1920. La disminución de la temperatura global después de un pico de El Niño es de 0,2 a 0,3 °C. Por lo tanto, si este pico de El Niño es tan alto como proyectamos, la temperatura global oscilará alrededor de la región amarilla en la Fig. 2. Se habrá alcanzado el nivel de calentamiento global de 1,5 °C, a todos los efectos prácticos. No habrá necesidad de reflexionar durante 20 años sobre si se ha alcanzado el nivel de 1,5 °C, como propone el IPCC. Por el contrario, el enorme desequilibrio energético de la Tierra (referencias 8, 13, 14 más adelante) asegura que la temperatura global aumentará aún más en el futuro previsible.

Estas altas temperaturas se están produciendo a pesar de que es posible que el actual El Niño ni siquiera califique como un “súper” El Niño, comparable a los de 1997-98 y 2015-16. El índice Niño3.4 (Fig. 3) en valor nominal (Fig. 3 superior) es ahora de aproximadamente +1,5 °C, pero al evaluar la fuerza de El Niño debemos tener en cuenta la tendencia al calentamiento debido al forzamiento climático neto provocado por el hombre. La forma más sencilla de hacerlo es restar la tendencia 1970-2010 del índice de temperatura Niño3.4, que es 0,1 °C por década (menor que la tendencia de la temperatura global, como se esperaba debido a la amplificación polar del cambio de temperatura). Con esta deducción de tendencia, El Niño de 1997-98 y 2015-16 parecen ser igualmente fuertes. Sin embargo, el índice Niño 3.4 (anomalía de temperatura en una pequeña región del Océano Pacífico ecuatorial) no es una perfecta caracterización de la fuerza de El Niño. Como muestran los mapas de la Fig. 4, El Niño de 2015-2016 es en realidad más fuerte que El Niño de 1997-1998. Es demasiado pronto para concluir sobre la fortaleza final de El Niño 2023-24, pero los primeros datos (Fig. 4) no sugieren un El Niño muy fuerte, a pesar de que no se han restado tendencias en los datos que se muestran en la Fig. 4. Las previsiones recientes del NCEP (National Center for Environmental Prediction) de la NOAA (Gráfico 25)³ indican que el índice Niño3.4 alcanzará sólo 1,5 °C, aproximadamente. El promedio de un conjunto de muchos modelos recopilados por el Instituto Internacional de Investigación (IRI) de la Universidad de Columbia y que se muestra en el gráfico 24 de la NOAA tiene un pico de calentamiento de aproximadamente 1,5 °C para los modelos estadísticos y aprox. 2 °C para los modelos dinámicos. Levine⁴ proporciona una discusión útil sobre El Niño en general y la situación actual en particular. En los próximos meses podremos evaluar con precisión el fenómeno actual de El Niño.

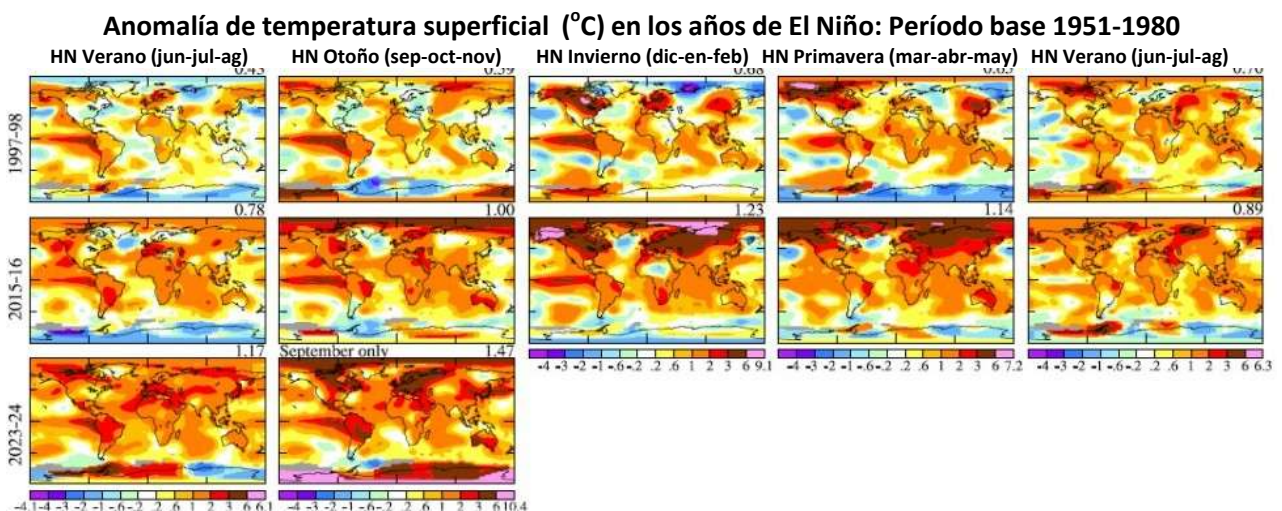


Fig. 4. Anomalías de la temperatura en superficie durante los dos últimos “súper” El Niño y los primeros cuatro meses del actual El Niño. No se ha hecho ningún intento por eliminar la

tendencia del calentamiento global, por lo que la aparente fuerza del más reciente El Niño se exagera en una cantidad desconocida.

Los dos factores climáticos globales dominantes, con diferencia, son los gases de efecto invernadero (GEI) producidos por el hombre. y los aerosoles artificiales. Aunque los cambios de los GEI se monitorean con precisión (y, por lo tanto, los cambios del forzamiento climático de los GEI se pueden calcular con precisión), en cambio, el forzamiento de aerosoles no está disponible. La medición directa del forzamiento climático de los aerosoles requiere un monitoreo global de los aerosoles y la microfísica de las partículas de las nubes,⁵ ya que el principal forzamiento de los aerosoles se produce a través del efecto de los aerosoles en la microfísica de las nubes. El monitoreo de aerosoles y partículas de nubes con suficiente precisión requeriría datos de alta precisión de la polarización de la luz solar reflejada y un espectrómetro infrarrojo de alta precisión en órbita casi polar. Aunque tales mediciones son posibles,⁶ se decidió no incluirlos en el Sistema de Observación de la Tierra de la NASA y, por lo tanto, el forzamiento de aerosoles debe estimarse lo mejor posible a partir de los datos existentes, en combinación con modelos de aerosoles y nubes.

Una indicación indirecta del forzamiento global de aerosoles podrá obtenerse por la magnitud del calentamiento global en el pico del actual El Niño,⁷ que se espera que ocurra en la próxima primavera del hemisferio norte, es decir, dentro de los próximos seis meses. Se ha producido una reducción moderada de la cantidad global de aerosoles. Esto ocurrió debido a la reducción de las emisiones de precursores de aerosoles en China y en los barcos.⁸ Por lo tanto, en lugar de que los aerosoles reduzcan la tasa de calentamiento global, los cambios en los aerosoles deben estar ahora contribuyendo al calentamiento global. Atribuimos la falta de una manifiesta aceleración del calentamiento global hasta la fecha al efecto de la reciente y prolongada La Niña. Cuando se corrige el registro de Niño3.4 (Fig. 3, parte inferior) para eliminar la tendencia causada por el calentamiento global, se hace evidente que la reciente La Niña fue fuerte, comparables a los de mediados de los años setenta y finales de los noventa. Por lo tanto, El Niño proporciona una medida burda de posible aceleración del calentamiento global. El borde inferior de la región amarilla en la Fig. 2 muestra una aceleración del 50% de la tasa de calentamiento global a largo plazo (1970-2010) (0,27 °C por década), mientras que el borde superior representa una aceleración del 100% (0,36 °C por década).

Aunque es difícil predecir el forzamiento climático futuro de los aerosoles, esperamos una disminución continua del efecto de los aerosoles debido al deseo de reducir la contaminación del aire por partículas, que causa varios millones de muertes por año. Gran parte de la contaminación por aerosoles surge de los combustibles fósiles, por lo que, a medida que el mundo avanza hacia energías limpias, las cantidades de aerosoles deberían disminuir y desenmascarar el calentamiento de los GEI que había sido compensado por el enfriamiento de los aerosoles. (Hace mucho tiempo⁹ describimos este enfriamiento de los aerosoles como un pacto fáustico, y más tarde¹⁰ lo analizamos con más detalle). **Por lo tanto, durante las próximas décadas –salvo que se tomen medidas decididas para reducir el desequilibrio energético de la Tierra– esperamos que el ritmo de calentamiento global se acelere en al menos la tasa (incremento del 50%) del límite inferior del área amarilla [0,27 °C por década].** [Subrayados del traductor]

(a) Irradiancia solar total

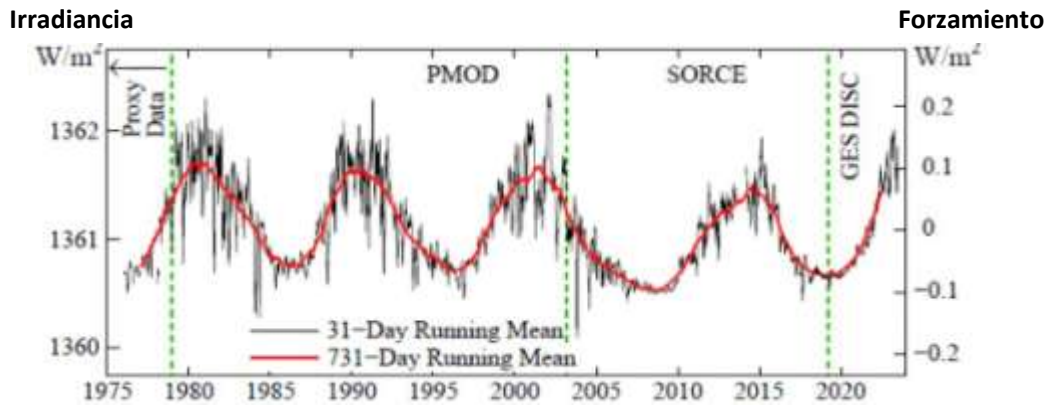


Fig. 5. Irradiancia solar y forzamiento climático, siendo este último $0,175 \times$ cambio de irradiancia, donde $0,175 = (1 - \text{albedo de la Tierra})/4$, donde albedo de la Tierra = 0,3. Fuentes de datos: Physikalisch Meteorologisches Observatorium, Davos, University of Colorado Solar Radiation and Climate Experiment, and Total Irradiance Monitor on the International Space Station (GES DISC)

Aparte de los GEI y los aerosoles, el forzamiento climático que con mayor probabilidad afectará el calentamiento global actual es la irradiancia solar, que actualmente se acerca al máximo del ciclo solar de aprox. 11 años (Fig. 5). Debido a la naturaleza oscilatoria del forzamiento solar y su magnitud limitada (amplitud media aprox. $0,1 \text{ W/m}^2$) se trata de un forzamiento menor pero no despreciable. La hipótesis de que el forzamiento solar podría ser amplificado por alguna retroalimentación puede comprobarse buscando un efecto del ciclo solar sobre el desequilibrio energético de la Tierra (EEI). La Fig. 6, que compara la irradiancia solar y el EEI, presenta poca evidencia a favor de un efecto solar sustancial. Existe una correlación muy débil (máximo aprox. 0,3) con la irradiancia que adelanta a la EEI en 30-45 meses (el sentido esperado), pero el registro es demasiado corto y el efecto demasiado pequeño para sugerir algún papel del Sol que no sea el esperado por su muy pequeña variación de irradiancia.

La erupción volcánica de Hunga Tonga a principios de 2022 también ha afectado al EEI en los últimos dos años. Jenkins *et al.*¹¹ estiman que el vapor de agua inyectado en la estratosfera provocó un pequeño forzamiento de calentamiento ($+0,12 \text{ W/m}^2$), pero Schoeberl *et al.*¹² encontraron que el efecto refrescante de los aerosoles estratosféricos inyectados por Hunga Tonga produjo un efecto de enfriamiento neto, con un pico de forzamiento a mediados de 2022 de aproximadamente $-0,5 \text{ W/m}^2$.

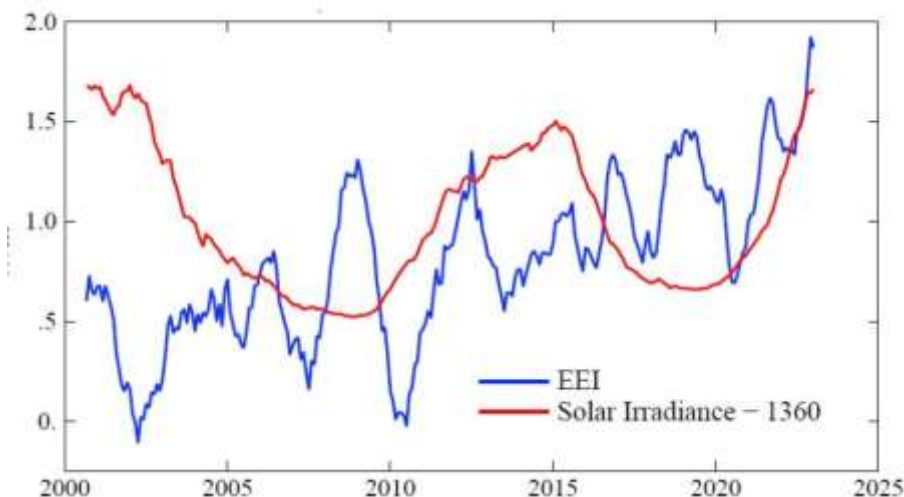


Fig. 6. Variaciones de la irradiancia solar (véase Fig. 4) y desequilibrio energético de la Tierra.^{13,14}

El punto importante es que hay dos grandes forzamientos climáticos provocados por el hombre: los GEI y los aerosoles. El forzamiento de los aerosoles no se conoce bien. La magnitud del calentamiento global durante un gran episodio de El Niño proporciona una vara de medir que puede ayudarnos a detectar la aceleración del calentamiento global, pero necesitamos información cuantitativa más detallada sobre los efectos de los aerosoles. El fuerte cambio en las emisiones de aerosoles causado por los cambios en las regulaciones sobre el contenido de azufre de los combustibles para barcos brinda la oportunidad de evaluar el efecto de los aerosoles, especialmente en las regiones de tráfico pesado de barcos del Pacífico Norte y del Atlántico Norte.

Un último comentario. Los debates sobre el notable calentamiento global de septiembre han señalado que gran parte del calentamiento está asociado con una anomalía de calentamiento extremo sobre la Antártida, con la sugerencia de que este calentamiento es un efecto climático que desaparecerá. Si bien es cierto que la temperatura de la Antártida fluctúa mucho de un mes a otro, observamos que hay una amplificación latente del calentamiento polar en el hemisferio sur que ha estado aletargada durante mucho tiempo, ya que la cubierta de hielo marino del hemisferio sur ha sido relativamente constante durante varias décadas. La reciente disminución del área de hielo marino puede ser una indicación de que, en promedio, en función del clima, la Antártida se convertirá en un contribuyente más importante al cambio de temperatura global.

Referencias:

- 1 Lenssen NJL, Schmidt GA, Hansen JE et al. Improvements in the GISTEMP uncertainty model, *J Geophys Res Atmos* 2019;124(12):6307-26
- 2 Hansen J, Ruedy R, Sato M et al. Global surface temperature change. *Rev Geophys* 2010;48:RG4004
- 3 https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/lanina/enso_evolution-status-fcsts-web.pdf
- 4 Levine, A, What is a strong El Niño?, *The Conversation, PhysOrg*, 12 October 2023.
- 5 Mishchenko MI, Cairns B, Kopp G et al. Accurate monitoring of terrestrial aerosols and total solar irradiance: Introducing the Glory mission. *Bull Amer Meteorol Soc* 2007;88:677-691
- 6 Hansen J, Rossow W, Fung I. Long-term monitoring of global climate forcings and feedbacks. Washington: NASA Conference Publication 3234, 1993
- 7 Grantham, J., *The Race of Our Lives Revisited*, GMO White Paper, August 2018.
- 8 Hansen J, Sato M, Simons L et al. Global warming in the pipeline. Submitted to Oxford Open Climate Change, we expect the revised version of this paper to be published soon.
- 9 Hansen JE, Lacis AA, 1990: Sun and dust versus greenhouse gases: An assessment of their relative roles in global climate change. *Nature*, 346, 713-719, doi:10.1038/346713a0.
- 10 Hansen J. *Storms of My Grandchildren*. ISBN 978-1-60819-502-2. New York: Bloomsbury, 2009
- 11 Jenkins S, Smith C, Allen M et al. Tonga eruption increase chance of temporary surface temperature anomaly above 1.5°C. *Nature Climate Change* 2022;13:127-9
- 12 Schoeberl M, Schoeberl MR, Wang Y, et al. The estimated climate impact of the Hunga Tonga-Hunga Ha'apai eruption plume 1. *Geophys Res Lett* (in press).
- 13 Loeb NG, Johnson GC, Thorsen, TJ et al. Satellite and ocean data reveal marked increase in Earth's heating rate. *Geophys Res Lett* 2021;48:e2021GL093047
- 14 von Schuckmann K, Cheng L, Palmer MD et al. Heat stored in the Earth system: where does the energy go?, *Earth System Science Data* 2020;12:2013-4]

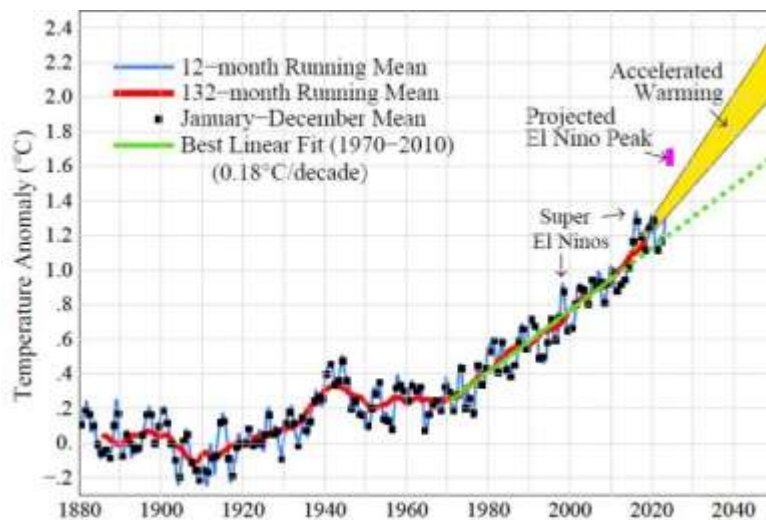


Fig. 2. Temperatura global relativa a 1880-1920 basada en el análisis GISS ^{1,2}

APÉNDICE

Por Luis Lluna Reig

Evolución de la temperatura media global anual en superficie si la aceleración del aumento de temperatura desde 2010 ($0,99\text{ }^{\circ}\text{C}$) es la indicada por el borde inferior del área en amarillo ($0,27\text{ }^{\circ}\text{C}$ por década) de la Fig. 2

NOTA.- En la tabla que sigue, los valores de la temperatura para cada año deben considerarse solo como aproximaciones, por exceso o defecto. Lo que sí representa la serie de temperaturas es la tendencia de calentamiento bajo las hipótesis establecidas.

| Año | Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) | Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) |
|------|------------------------------------|------------------------------------|
| 2010 | 0,99 | 0,99 |
| 2020 | $0,99 + 10 \times 0,027$ | 1,26 |
| 2023 | $0,99 + 13 \times 0,027$ | 1,34 |
| 2026 | $0,99 + 16 \times 0,027$ | 1,42 |
| 2027 | $0,99 + 17 \times 0,027$ | 1,45 |
| 2029 | $0,99 + 19 \times 0,027$ | 1,50 |
| 2030 | $0,99 + 20 \times 0,027$ | 1,53 |
| 2035 | $0,99 + 25 \times 0,027$ | 1,67 |
| 2040 | $0,99 + 30 \times 0,027$ | 1,80 |
| 2049 | $0,99 + 39 \times 0,027$ | 1,85 |
| 2050 | $0,99 + 40 \times 0,027$ | 2,07 |
| 2055 | $0,99 + 45 \times 0,027$ | 2,21 |
| 2060 | $0,99 + 50 \times 0,027$ | 2,34 |

“En 2029, se habrán alcanzado aproximadamente los $1,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ con respecto a los niveles preindustriales, límite óptimo del Acuerdo de París de 2015; y en 2050, aproximadamente los $2\text{ }^{\circ}\text{C}$, pese a que el objetivo de dicho Acuerdo fue que la temperatura se mantuviera muy por

debajo de los 2 °C .”

Evolución de la temperatura media global anual en superficie si la aceleración del aumento de temperatura desde 2010 (0,99 °C) es el valor medio de las aceleraciones del aumento de temperatura correspondientes al borde inferior (0,27 °C por década) y al superior (0,36 °C por década) del área en amarillo de la Fig. 2: $[(0,27 + 0,36)/2] \text{ °C} = 0,315 \text{ °C por década} = 0,0315 \text{ °C por año}$.

NOTA.- En la tabla que sigue, los valores de la temperatura para cada año deben considerarse solo como aproximaciones, por exceso o defecto. Lo que sí representa la serie de temperaturas es la tendencia de calentamiento bajo las hipótesis establecidas.

| Año | Temperatura (°C) | Temperatura (°C) |
|------|---------------------------|------------------|
| 2010 | 0,99 | 0,99 |
| 2020 | $0,99 + 10 \times 0,0315$ | 1,31 |
| 2023 | $0,99 + 13 \times 0,0315$ | 1,40 |
| 2026 | $0,99 + 16 \times 0,0315$ | 1,49 |
| 2027 | $0,99 + 17 \times 0,0315$ | 1,53 |
| 2030 | $0,99 + 20 \times 0,0315$ | 1,62 |
| 2035 | $0,99 + 25 \times 0,0315$ | 1,79 |
| 2042 | $0,99 + 32 \times 0,0315$ | 2,00 |
| 2043 | $0,99 + 33 \times 0,0315$ | 2,03 |
| 2050 | $0,99 + 40 \times 0,0315$ | 2,25 |

“En 2027, se habrán alcanzado aproximadamente los 1,5 °C, límite óptimo del Acuerdo de París; y en 2042, aproximadamente los 2 °C, pese a que el objetivo de dicho Acuerdo fue que la temperatura se mantuviera muy por debajo de los 2 °C .”

Fuente: [EINinoFizzles.13October2023.pdf \(columbia.edu\)](https://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2023/EINinoFizl...)

[Columbia University https://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2023/EINinoFizl...](https://www.columbia.edu/~jeh1/mailings/2023/EINinoFizl...)

Traducción: Luis Lluna Reig

Esta traducción se puede reproducir libremente a condición de respetar su integridad y mencionar a los autores, al traductor y a *Rebellion.org* como fuente de la traducción.