

LV Glaciares de Groenlandia bajo atenta observación

JUAN CARLOS TELLECHEA

Las grandes corrientes de hielo pueden cesar su actividad en unos pocos miles de años y desplazar el rápido transporte de hielo a otras zonas de la capa de hielo. Así lo demuestra la reconstrucción de dos corrientes de hielo basada en mediciones de radar de penetración en la capa de hielo de Groenlandia, que investigadores dirigidos por el Instituto Alfred [Wegener](#) presentan ahora en la revista [Nature Geoscience](#).



Lagos de agua de deshielo en la superficie del Glaciar Norte de Groenlandia
© 2022 by Instituto Alfred Wegener

Bajo el título de *Holocene ice-stream shutdown and drainage basin reconfiguration in northeast Greenland* (Cierre de la corriente de hielo del [Holoceno](#) y reconfiguración de la cuenca de drenaje en el noreste de Groenlandia), los científicos afirman que:

La reproducibilidad de nuestros hallazgos en los modelos es especialmente importante para aumentar nuestra confianza sobre si la capa de hielo de Groenlandia (GrIS, Greenland ice sheet) podría reconfigurarse en respuesta a los cambios y pérdidas de masa en curso, cómo y con qué rapidez. Nuestro trabajo pone de relieve que la actividad de las corrientes de hielo está sujeta a cambios temporales también a mayor escala de la capa de hielo y que los procesos que rigen estos cambios deben comprenderse mejor e implementarse en modelos numéricos para predecir con precisión la evolución de las contribuciones de Groenlandia y la Antártida a la subida del nivel del mar en el futuro.

En este artículo, combinamos datos de RES adquiridos recientemente y otros más antiguos sobre el noreste del GrIS para reconstruir antiguos patrones de flujo. Nuestros hallazgos revelan la actividad en el Holoceno de dos corrientes de hielo ya extintas en una zona próxima a la actual divisoria de aguas.

Nivel del mar

La velocidad a la que subirá el nivel del mar en el futuro depende, entre otras cosas, de lo dinámica o estable que sea la capa de hielo de [Groenlandia](#), que ya ha contribuido unos 40 mm a la subida del nivel del mar desde 1900 por su pérdida de masa. Además de fundirse en la superficie y en la parte inferior, pierde masa a través de las corrientes de hielo, que son las cintas transportadoras del hielo rápido desde el interior de la capa de hielo hacia los bordes.

Los antiguos cursos de los arroyos pueden reconstruirse bien en las zonas ahora libres de glaciares de los márgenes, ya que las formas del terreno que han quedado aquí proporcionan pistas visibles. Sin embargo, poco se sabe sobre la actividad de las corrientes de hielo del pasado en el interior de la capa de hielo de Groenlandia, ya que este entorno es difícil de estudiar.

Por lo tanto, se necesita una tecnología de medición de vanguardia, como los [sistemas de radar de alta resolución](#), que pueden llegar literalmente al fondo del hielo y obtener imágenes de estructuras a varios miles de metros de profundidad en el interior de la capa de hielo.

Métodos

Los investigadores del Instituto Alfred Wegener, Centro Helmholtz de Investigación Polar y Marina ([AWI](#)), pudieron evaluar estas imágenes utilizando métodos de geología estructural en el marco de un proyecto para reconstruir los flujos de hielo del pasado en cooperación con el profesor [Paul Bons](#), de la Universidad de Tubinga.

Por su parte, el Dr Steven Franke, glaciólogo del AWI y autor principal del presente estudio señala que:

Con nuestras mediciones de radar de penetración en el hielo, podemos mostrar la rapidez con que se reconfigura el sistema de transporte de hielo de la capa de hielo de Groenlandia. Las grandes corrientes de hielo pueden *apagarse* en unos pocos miles o incluso varios cientos de años y resurgir en otras regiones con una velocidad similar. El hecho de que cambien a este ritmo se desconocía por completo hasta ahora.

Escenarios futuros

La eliminación del hielo por flujo en estado sólido -no por fusión- es un componente de la dinámica del hielo que debe tenerse más en cuenta en las proyecciones de la contribución de la capa de hielo de Groenlandia a la subida del nivel del mar en los distintos escenarios climáticos futuros.

Los modelos actuales de la capa de hielo solo pueden incluir procesos que también se conocen bien. Hasta ahora, sin embargo, faltan observaciones sobre la volatilidad de las corrientes de hielo, que, por tanto, aún no se recoge en los modelos. La historia del flujo del hielo, visible por radar, proporciona ahora pistas sobre el desarrollo temporal y espacial de esta dinámica.



Los datos que ahora se publican proceden de campañas de vuelo con el avión de investigación Polar 6 del AWI y de la operación *IceBridge* de la NASA desde el centro noreste de Groenlandia, donde actualmente solo se observan flujos muy bajos del hielo. El equipo de investigación descubrió dos paleocorrientes heladas que estuvieron activas en el pasado y que actualmente están ocultas bajo varios cientos de metros

Impresionantes vistas de Groenlandia desde la ventana de un avión de investigación AWI. © 2015 by Stefan Hendricks.

de hielo. Los análisis muestran que estas corrientes de hielo estuvieron activas hasta el Holoceno (menos de 11.700 años) y se adentraron en la capa de hielo central del noreste de Groenlandia.

Similitudes

A su vez, la Dra [Daniela Jansen](#), jefa del proyecto sobre corrientes de hielo del pasado que dio lugar a la publicación científica considera que:

Las firmas de radar de una de las dos corrientes de [hielo paleo](#) que nos ayudaron a reconstruir la actividad de las corrientes de hielo del pasado son sorprendentemente similares a las de la enorme Corriente de Hielo del Noreste de Groenlandia (NEGIS), que está activa en la actualidad.

Este descubrimiento podría permitir extraer conclusiones sobre el comportamiento futuro del NEGIS, sobre cuya formación y estabilidad existe un gran debate. Las observaciones concretas ahora publicadas permiten a los investigadores comprender con más detalle los mecanismos que generan e influyen en las corrientes de hielo. En el futuro, se podrán cartografiar mejor en los modelos que predicen cómo reaccionarán las capas de hielo de la Tierra al calentamiento global.

Reconstrucción

El equipo de expertos que elaboró el estudio subraya y propone que:

Para comprender la estabilidad de la capa de hielo de Groenlandia en escenarios climáticos futuros, es esencial disponer de un conocimiento fiable de la dinámica de descarga de hielo a través de sus corrientes. Las corrientes de hielo actualmente activas en Groenlandia se han cartografiado bien utilizando datos de teledetección, mientras que las trayectorias pasadas de las corrientes de hielo en lo que ahora son regiones deglaciadas pueden reconstruirse a partir de los accidentes geográficos que dejaron tras de sí.

Sin embargo, poco se sabe sobre posibles corrientes de hielo anteriores y ahora desaparecidas en zonas aún cubiertas por el hielo. En este trabajo utilizamos datos de sondeos radioeléctricos (RES, radio-echo-sounding) para descifrar la historia regional de las corrientes de hielo de la capa de hielo del noreste de Groenlandia a partir de su estratigrafía interna. Mediante la creación de una reconstrucción tridimensional de horizontes equivalentes en el tiempo, cartografiamos pliegues profundos bajo la superficie que luego atribuimos a la deformación causada por corrientes de hielo ahora extintas.

Propuesta

Proponemos que, localmente, este antiguo régimen de corrientes de hielo estaba mucho más concentrado y llegaba mucho más al interior que el actual, y que se desactivó cuando el principal sistema de drenaje se reconfiguró y reubicó hacia el sur. La idea de que las principales corrientes de hielo de Groenlandia pueden iniciarse, desplazarse o desaparecer abruptamente afectará a los futuros planteamientos para comprender y modelizar la respuesta de las capas de hielo de la Tierra al calentamiento global.

Las observaciones por satélite del flujo superficial actual de las capas de hielo de

Groenlandia (GrIS) y la Antártida se remontan a la década de 1970 1,2,3. Las reconstrucciones de la actividad anterior de las corrientes de hielo se basan sobre todo en sus huellas geomorfológicas en antiguas regiones glaciares, pero se limitan al periodo transcurrido desde el Último Máximo Glacial 4,5.

Estas reconstrucciones muestran que las corrientes de hielo se activaron y desactivaron en distintos lugares y momentos durante la deglaciación posterior al Último Máximo Glacial (hace 22-7 mil años (ka)).

Los pliegues de los horizontes de reflexión interna (IRH), visibles en los datos de sondeos radioeléctricos (RES) de alta calidad 6,7,8,9, pueden revelar los patrones del antiguo flujo de hielo en regiones que aún están cubiertas por capas de hielo.

Se considera que la mayoría de los IRH están enterrados en antiguas capas de nieve depositadas en la superficie de las capas de hielo 10. La deformación englaciaria puede alterar la conformidad y continuidad de los IRH y dar lugar a una distribución de la edad que no aumenta monótonicamente con la profundidad, lo que supone un reto para el análisis de los testigos de hielo 11.

Los pliegues en el GrIS y en la capa de hielo antártica van desde pliegues a escala centimétrica observados en testigos de hielo 12,13,14 hasta pliegues que afectan a casi toda la columna de hielo 15,16.

Los datos de la RES han revelado la presencia de pliegues volcados y en vaina, así como de estructuras en forma de penacho que recubren amplias zonas de estratigrafía basal alterada 8,9,17,18. Se ha propuesto una serie de procesos para explicar la diversidad de plegamientos, incluyendo la congelación basal 9,18,19,20, contrastes en la reología del hielo 12, cambios en la resistencia basal 21,22 y flujo convergente 17.

Publicación original

Steven Franke, Paul D. Bons, Julien Westhoff, Ilka Weikusat, Tobias Binder, Kyra Streng, Daniel Steinhage, Veit Helm, Olaf Eisen, John D. Paden, Graeme Eagles, Daniela Jansen: "Holocene ice-stream shutdown and drainage basin reconfiguration in northeast Greenland"; *Nature Geoscience* (2022). DOI: [10.1038/s41561-022-01082-2](https://doi.org/10.1038/s41561-022-01082-2)