

## *XV. Zonas árticas en transición*

JUAN CARLOS TELLECHEA

Investigadores del permafrost están analizando exhaustivamente los factores que intensifican el rápido cambio de las costas del Ártico, mientras advierten sobre las graves implicaciones para los seres humanos y el medio ambiente en esas regiones septentrionales. Permafrost es el término utilizado para describir el suelo o la roca que permanece congelada durante más de dos años.



Permafrost en Bol'shoy Lyakhovsky  
© 2022 by Georg Schwamborn

En el hemisferio norte, inmensas áreas están cubiertas de estos suelos. Por ejemplo, casi toda la superficie de Groenlandia, el 80% de los suelos de Alaska, así como dos tercios de los de Rusia y la mitad de los de Canadá están permanentemente congelados. Pero cuando los suelos del permafrost se calientan, el hielo congelado que contienen se funde y se convierte en agua líquida: el permafrost se descongela.

La temperatura de la superficie del mar, alegan asimismo los expertos, aumenta en la mayor parte del Ártico, lo que puede prolongar el periodo sin hielo marino. Las costas quedan entonces expuestas a fuertes olas durante mucho más tiempo, especialmente durante la estación tormentosa del otoño, acelerando la erosión del litoral.

Entender la correlación de estos cambios es esencial para mejorar las previsiones y las estrategias de adaptación de las costas del Ártico. En un número especial de la revista [Nature Reviews Earth & Environment](#), científicos del [Instituto Alfred Wegener – Centro Helmholtz de Investigación Polar y Marina \(AWI\)](#) describen la sensibilidad de las costas del Ártico al cambio climático y los retos para el ser humano y la naturaleza.

Las costas del Ártico se caracterizan por el hielo marino, el permafrost y el hielo terrestre. Esto las hace especialmente vulnerables a los efectos del cambio climático, que ya está precipitando la rápida erosión costera. El creciente calentamiento está afectando a la estabilidad del litoral, los sedimentos, el almacenamiento de carbono y la movilización de nutrientes.

*"El ritmo de los cambios en el Ártico es cada vez mayor, lo que provoca un retroceso acelerado de las costas", afirma la doctora [Anna Maria Irrgang](#), del citado instituto. "Esto afecta tanto al entorno natural como al humano, por ejemplo, al liberar el carbono del suelo al mar y a la atmósfera, o al perder la tierra que sustenta a las comunidades e infraestructuras", agrega.*

El modo y el grado exactos de cambio de las costas dependen de la interacción de los entornos costeros locales, como la presencia de permafrost, y de factores ambientales como la temperatura del aire y del agua.

El agua tiene mayor densidad que el hielo y, por tanto, ocupa menos espacio que éste, por lo que los suelos se aflojan al derretirse el hielo y forman las llamadas capas activas con agua líquida. Si ahora los suelos se derriten y se vuelven a congelar a lo largo de las estaciones, los suelos se hunden y se elevan, dañando edificios y carreteras, por ejemplo. Otra consecuencia del deshielo del permafrost es que las rocas y las montañas se vuelven más inestables, por lo que el deshielo del permafrost también provoca desprendimientos y avalanchas de rocas.

*"Las predicciones al respecto suelen estar sujetas a grandes incertidumbres porque los datos oceanográficos y medioambientales fiables de las zonas costeras remotas son limitados",* sostiene Anna Maria Irrgang. Para mejorar la comprensión y, por tanto, las predicciones de la evolución futura, la investigadora del AWI sobre el permafrost ha recopilado los factores y los impulsores más importantes que afectan a las costas del Ártico y que son importantes para desarrollar estrategias de adaptación al cambio climático en ese litoral.

### **Los factores ambientales y el entorno local impulsan el cambio costero**

Las costas del Ártico tienen estructuras diferentes según la región. En Alaska, Canadá o Siberia, por ejemplo, son especialmente ricas en hielo terrestre, con farallones de permafrost de hasta 40 metros de altura. En cambio, en Groenlandia, [Svalbard](#) y el archipiélago canadiense, las costas suelen tener poco o ningún hielo en el suelo, sino grandes volúmenes de sedimentos gruesos de origen glaciar, o incluso roca sólida.

Estas diferencias geomorfológicas regionales influyen en el modo en que otras variables ambientales afectan a las costas. Por ejemplo, si la temperatura del aire y del agua cambia, afecta a todo el sistema litoraleño. Los acantilados de permafrost ricos en hielo, por ejemplo, algunos de los cuales tienen hasta un 80% de hielo, son bastante resistentes a la acción mecánica de las olas. Sin embargo, cuando se descongelan debido al aumento de las temperaturas del aire y del agua, se vuelven especialmente vulnerables a la destrucción por las olas, lo que se manifiesta en una rápida erosión costera.

Por ello, las costas del Ártico son especialmente sensibles al clima: El calentamiento global está provocando la descongelación de grandes áreas de permafrost, el deshielo del suelo y el colapso de las superficies terrestres. Esto, a su vez, afecta a la disponibilidad y calidad del agua, al crecimiento de las plantas, y aumenta la extracción del suelo (erosión) y las inundaciones costeras.

Además, la temperatura de la superficie del mar aumenta en la mayor parte del Ártico, lo que puede prolongar el periodo sin hielo marino. Las costas están entonces expuestas a fuertes olas durante mucho más tiempo, especialmente durante la estación tormentosa del otoño.

La comparación de las tasas de cambio de las costas del Ártico muestra que la inmensa mayoría de las costas de permafrost están retrocediendo debido a la erosión. La isla [Herschel](#) del norte de Canadá, por ejemplo, [pierde hasta 22 metros de acantilado al año](#).

Cuando el permafrost se descongela, permite que el carbono orgánico, los nutrientes y los contaminantes se liberen en el entorno cercano a la costa y en la atmósfera. Los expertos

estiman que la erosión costera libera cada año unas 14 megatoneladas de carbono orgánico en el océano Ártico, lo que supera la cantidad de carbono orgánico en partículas que aportan los ríos del Ártico.

El descongelamiento de suelos antes sólidos también está afectando a la población local. Alrededor de 4,3 millones de habitantes tendrán que hacer frente a las consecuencias: perderán edificios y carreteras, terrenos de caza tradicionales y también lugares culturales.

En Alaska, ya hay que abandonar asentamientos enteros y la gente tiene que reubicarse. La erosión de las zonas heladas aumenta los riesgos de descongelación del permafrost y la contaminación ambiental, actualmente incalculable, de las infraestructuras industriales. Solo a largo plazo podrían abrirse nuevas oportunidades como consecuencia de los cambios, debido al acceso a recursos en regiones antes inaccesibles, nuevas zonas agrícolas y rutas marítimas para el comercio y el turismo.

### **Datos precisos para unas buenas condiciones de vida en las costas del Ártico**

*"Nuestra comprensión actual de la dinámica costera del Ártico está fragmentada, con muy pocos datos con alta resolución espacial y temporal sobre los factores ambientales y los cambios en la línea de costa", dice Anna Maria Irrgang. "Aunque ya existen conjuntos de datos de este tipo para algunas regiones, como el norte de Alaska, la mayor parte de la costa del Ártico está mal cartografiada", agrega.*

Sin embargo, se necesitan urgentemente observaciones de los factores medioambientales y de los cambios costeros en todo el Ártico para reducir la incertidumbre de las previsiones. Esto ayudaría a las comunidades locales a hacer frente a los nuevos desarrollos socio-ecológicos. *"Para ello, necesitamos desarrollar métodos de adaptación que permitan unas condiciones de vida buenas y sostenibles en los asentamientos costeros del Ártico. Para ello es fundamental una estrecha colaboración con la población local", afirma la científica del Instituto Alfred Wegener – Centro Helmholtz de Investigación Polar y Marina.*

El análisis del cambio costero en el Ártico forma parte del número especial "Permafrost" de la revista Nature Reviews Earth & Environment. La Sección de Permafrost del AWI también participa con dos contribuciones adicionales: En una revisión, los investigadores muestran cómo se han formado y crecido millones de lagos de rocío y cuencas lacustres drenadas en las zonas bajas del Ártico y del ecosistema [Boreal](#) como resultado del derretimiento del permafrost rico en hielo.

Estos procesos influyen en el paisaje y en los ecosistemas, así como en los medios de vida de los seres humanos en las vastas regiones de las tierras bajas del Ártico. Un tercer artículo presenta el proyecto ["Cómics sobre el permafrost"](#), que utiliza dibujos animados para hacer más accesible el conocimiento sobre el permafrost a un público amplio y especialmente joven.

### **Costosas e inútiles medidas**

Por su parte, [Jan Hjort](#), profesor de geografía física de la Universidad de Oulu (Finlandia), y colegas suyos sus informan asimismo sobre los efectos del deshielo del permafrost hacia el año 2050. Para ello, han estudiado el descenso del permafrost previsto por los modelos climáticos

actuales en varias regiones y han deducido las consecuencias para las infraestructuras de las mismas: Dado que grandes áreas se descongelan solo en los meses de verano y se vuelven a congelar en invierno, los suelos perderán su capacidad de carga y harán que los edificios se hundan.

Es cierto que las zonas de permafrost del norte están relativamente poco pobladas. Pero un total de 120.000 edificios, 40.000 kilómetros de carreteras y 9.500 kilómetros de tuberías están amenazados por el deshielo del permafrost. Ya con el actual calentamiento de 0,29 grados centígrados entre los años 2007 y 2016, se pueden observar los primeros daños.

Sin embargo, el extremo norte no está completamente indefenso ante estas consecuencias. Actualmente se están desarrollando varios métodos para mitigar las consecuencias de la disminución del permafrost. Por ejemplo, se podrían reforzar los cimientos de los edificios, o en los meses de verano se podrían extender láminas reflectantes en grandes superficies para que el suelo absorba menos calor. Además, se podría ventilar mejor el permafrost mediante la perforación de agujeros, lo que haría que liberara más calor: el permafrost restante se estabilizaría. Pero incluso estas costosas medidas probablemente solo retrasarán los efectos unos años.

### **Más información: NUNATARYUK**

El proyecto investiga los impactos del deshielo del permafrost costero y submarino en el clima global, y desarrolla estrategias de adaptación y mitigación específicas y codiseñadas para la población costera del Ártico. Sus resultados son de libre acceso:

<https://www.awi.de/forschung/geowissenschaften/permafrostforschung/projekte/nunataryuk.html>

### **Proyecto: "Dibujos animados sobre el permafrost"**

Los dibujos animados hacen accesibles los conocimientos sobre el permafrost a alumnos, profesores y padres. El acceso es también libre:

[www.awi.de/en/science/geosciences/permafrost-research/research-focus/permafrost-outreach/frozen-ground-cartoons.html](http://www.awi.de/en/science/geosciences/permafrost-research/research-focus/permafrost-outreach/frozen-ground-cartoons.html)

### **Publicación original**

Anna M. Irrgang, Mette Bendixen, Louise M. Farquharson, Alisa V. Baranskaya, Li H. Erikson, Ann E. Gibbs, Stanislav A. Ogorodov, Pier Paul Overduin, Hugues Lantuit, Mikhail N. Grigoriev, Benjamin M. Jones (2022): Drivers, dynamics and impacts of changing Arctic coasts. Nature Reviews Earth & Environment, <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00232-1>

Jones, B.M., Grosse, G., Farquharson, L.M. et al. (2022): Lake and drained lake basin systems in lowland permafrost regions. Nature Reviews Earth & Environment, <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00238-9>

Bouchard, F., Fritz, M. & Sjöberg, Y. (2022): Redibujando el alcance del permafrost. Nature Reviews Earth & Environment, <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00255-8>

