



# **EL ESTADO DE LA CRIOSFERA LO QUE EL HIELO NOS CUENTA**

**GREENPEACE**

Diciembre 2003

La criosfera comprende toda la capa helada que cubre la superficie del planeta. La criosfera se encuentra generalmente en un estado de equilibrio inestable siendo muy sensible a los cambios climáticos. El consenso científico

en el aumento de la temperatura media global del planeta durante el próximo siglo, significa que se incrementará el riesgo que sufrirán estos ecosistemas tan sensibles a estos cambios.

## HECHOS ACTUALES

- La capa de hielo de Groenlandia, la mayor masa helada del hemisferio norte, está perdiendo masa. Algunos modelos climáticos predicen que podría perder la mitad de su masa en los próximos 500-1000 años, contribuyendo a aumentar 3 metros el nivel de mar.
- La cantidad de hielo del Ártico durante el verano se ha reducido drásticamente durante los últimos 20 años y podría desaparecer en los próximos 100 años.
- A nivel global, los glaciares de alta montaña y alpinos están perdiendo su masa, a excepción de unos pocos glaciares de Europa. Se espera que el ratio de desaparición de estos glaciares se acelere durante el próximo siglo.
- La Antártida, la mayor masa de hielo del planeta, presenta un sistema un poco más complejo, aunque parte de la capa helada de la región oeste y las plataformas de hielo de la península están en declive.
- Las evidencias indican que algunos de los cambios que se están dando en la criosfera están estrechamente relacionados con las implicaciones de las actividades del ser humano en el cambio climático.

## IMPLICACIONES DE LOS HALLAZGOS

Las implicaciones del declive de la criosfera muestran un claro indicativo del cambio climático, siendo el principal motivo de la pérdida de nieve y hielo. Entre las implicaciones y riesgos se incluye:

- Aumento de los flujos de agua fría procedente del deshielo del Ártico, lo cual podría influir en la circulación termohalina del Atlántico Norte (Corriente del Golfo) que permite a la mayor parte de Europa tener un clima relativamente templado. Esta influencia podría tener severos impactos en otras corrientes marinas y las temperaturas globales.
- El aumento del nivel del mar se podrá medir en metros da medida que la criosfera pueda desaparecer. Una de las consecuencias sería la emigración obligada de población: un aumento del nivel del mar de 1,5 metros obli-

garía a 17 millones de personas, sólo en Bangladesh, a emigrar.

- El aumento de los flujos de humedad en la atmósfera del Ártico y el norte de Europa tendría como resultado un aumento de las lluvias e implicaciones severas en el clima de esta zona.
- Se produciría un aceleramiento del calentamiento en el Ártico debido a la fuerte retroalimentación entre la cubierta de nieve y la absorción de la radiación solar.
- Se perdería el hábitat de la fauna del Ártico como osos polares, focas y otros grandes depredadores.
- Habría una reducción del aguanieve de los glaciares, la cual proporciona agua para el consumo humano, agricultura y energía hidroeléctrica en muchas partes del mundo.

**Potencialmente, si ocurre un cambio dramático en la criosfera, podría darse un aceleramiento en los demás factores que influyen en los cambios del clima global, de modo que podría alterar el clima actual tal y como lo conocemos hoy.**

## HIELO MARINO

Existe una gran cantidad de indicadores que sugieren que durante la última mitad del siglo XX, los hielos marinos han sufrido el cambio climático. Uno de los indicadores clave es que la extensión y espesor de la capa de hielo han disminuido considerablemente en este tiempo.

El ratio de disminución parece ser máximo durante verano. Realizando una extrapolación en el tiempo, este hecho sugiere que **podría desaparecer la capa de hielo del Ártico en verano en un plazo de 100 años o menos**. Esto tendrá grandes impactos sobre los intercambios de energía y humedad, y consecuentemente en el clima del hemisferio norte, incluyendo el riesgo de ralentizar la Corriente del Golfo.

Las consecuencias de tan dramáticos cambios en la cubierta del hielo marino son objeto de un gran número de estudios de modelos climáticos, aunque están en una fase demasiado temprana para predecir exactamente cuáles serán las consecuencias que pueden derivarse de estos cambios. De todas maneras, tales cambios tendrán seguramente impactos sobre la vida salvaje y las poblaciones indígenas, así como un incremento de la retroalimentación del aumento de las temperaturas a medida que desaparezcan los hielos.

Existe consenso científico en que se acelerará la pérdida de la masa helada global del planeta durante el próximo siglo si las emisiones de gases de efecto invernadero continúan acelerándose al ritmo que lo han hecho durante los últimos 50-100 años.

La extrapolación de las tendencias actuales de emisiones sugiere una reducción de la superficie de la masa helada del Ártico de 4,7 millones de km<sup>2</sup> para el 2100, esto supondría la eliminación virtual de la capa helada del Ártico durante el verano. Si se tienen en cuenta las predicciones de calentamiento en el Ártico durante este periodo, el ratio de reducción podría ser considerablemente mayor dada la

sensibilidad del Ártico al aumento de temperatura. En contraste a la situación en el Ártico, no hay una tendencia mensurable en el balance de masa de hielo marino en el sur del planeta, aunque se han observado algunos cambios sustanciales en esta región en los últimos 20 años, los cuales parecen estar fuertemente ligados a los cambios regionales de las temperaturas ambiente.

## GROENLANDIA

Por debajo de 2000 metros de altura, hay una **extensa capa fina helada derritiéndose cuyo volumen se estima, de manera conservadora, en 50 km<sup>3</sup> por año lo cual equivale a un incremento del nivel del mar de 0,13 mm por año**. Dado que la mayor parte de los datos sobre las capas de hielo se han recogido durante las últimas décadas, es difícil conocer con exactitud cuál es el balance negativo que se ha producido, pero existe la certidumbre que el aumento de temperaturas durante la década de los 90 ha influido de manera importante, registrándose el récord de mayor extensión derretida en 2002, segundo año más caluroso desde 1860.



Los ratios de desaparición no pueden ser explicados sólo por un incremento en la desaparición de la superficie helada de los glaciares, sino que debe haber una explicación sobre los motivos reales de esta situación. La disminu-

nución en espesor de áreas separadas sugiere que esto pueda ser inducido por un incremento de la superficie del aguanieve que llega hasta la superficie de roca sobre la que se asienta la capa helada, favoreciendo que ésta se deslice sobre su propio lecho rocoso. De ser cierto, esto tiene una implicación profunda ya que sugiere que la respuesta en el tiempo de la dinámica de la capa de hielo es, potencialmente, mucho más rápida que lo que previamente se creía. Tal dinámica de respuesta al cambio climático no ha sido, a día de hoy, incorporada de manera satisfactoria a los modelos de estudios dado que los mecanismos son poco conocidos y complejos, pero la pérdida de masa helada podría ser mucho



más rápida y mayor que la actualmente prevista.

Los efectos de las circulaciones de las corrientes son de gran importancia y los esfuerzos futuros en mejorar las predicciones de las respuestas de Groenlandia al cambio climático, deberían concentrarse tanto en los procesos que afectan directamente al balance de masa superficial, como en los efectos de los flujos por debajo de la superficie. Según los modelos de predicción climática medianamente conservadores del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, el volumen y área de la capa de hielo podría reducirse en un 3% para el 2130 y en un 40% para el año 3000. Esto implica que el borde de la capa de hielo se retraería significativamente de 200 a 300 km respecto a su actual localización costera y que la capa de hielo se separaría en un bloque al norte y otro al sur. Un incremento de las emisiones de GEI podría dar lugar a una pérdida completa del bloque del sur.

Las predicciones con las que se trabaja actualmente podrían ser erróneas a medida que se incorporen conclusiones posteriores a los modelos de la capa de hielo. Por ejemplo, la desaparición de la cubierta helada podría ser menos importante a medida que se reduce la superficie de hielo que está en contacto directo con el mar, o podría ser más importante a medida que la lengua del glaciar se retrae en las depresiones profundas.

La mayor parte de las predicciones sobre futuras respuestas de Groenlandia al cambio climático provocado por el ser humano, ignoran las interrelaciones entre la capa de hielo y el sistema oceánico y atmosférico. Mientras que el plazo de muchas de las retroalimentaciones provocadas por la parcial deglaciación debiera ser de cientos de años, otras podrían ser cruciales, como por ejemplo la liberación de agua fundida en el Atlántico Norte y su impacto en las aguas profundas. Es evidente que los futuros modelos deberían tener en cuenta las complejas interacciones entre los océanos, la atmósfera y los hielos.

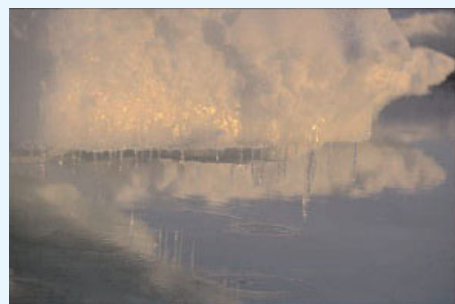
De todas maneras, este aumento de la fusión de los hielos podría desencadenar un enfria-

miento sustancial del Atlántico Norte y partes del noroeste de Europa. El hielo fundido podría interactuar con las aguas más densas de la Corriente del Golfo. La presencia de la Corriente del Golfo actualmente mantiene a una gran parte de Europa mucho más templada de lo que debiera ser por su latitud. Sin este agua más templada, las temperaturas serían varios grados más fríos.

## CAPA DE HIELO DE LA ANTÁRTIDA

Mientras la capa helada del este de la Antártida aparenta estar cercana al equilibrio, la historia es completamente diferente en la capa de hielo de la zona occidental de la Antártida. Aunque hay un retroceso glaciar y una disminución de la superficie helada de las cuencas de los glaciares Thwaites y Pine Island, es difícil evaluar si es debido a una respuesta a los recientes cambios climáticos ya que la capa helada del Antártico tiene tiempos largos de reacción a este tipo de alteraciones.

**Ha habido un aumento de temperatura significativo en la península de cerca de 4°C en los últimos 50 años**, asociado a un declive regional de los hielos marinos. Es una señal claramente indicativa y localizada. Las capas de hielo sobre la península son sólo de unos pocos cientos de metros de espesor y flotan sobre la superficie del océano, siendo además bastante sensibles a los cambios en la temperatura y circulaciones de corrientes del océano. Durante la última década, se han observado los dos mayores colapsos de capa de hielo.



## MASAS HELADAS DEL ÁRTICO

Las capas de hielo y glaciares de las islas del Ártico suman alrededor del 45% del volumen total de hielo, sin contar la Antártida y Groenlandia, y por consiguiente contribuye en

gran manera al aumento del nivel del mar por el deshielo de sus glaciares, con un volumen total equivalente a un aumento del nivel del mar de 0,5 metros. Los datos científicos disponibles sobre estas masas de hielo son limitados, no obstante las investigaciones sugieren que tienen un balance negativo **contribuyendo al aumento del nivel del mar de 0,05 mm anual.**

## GLACIARES Y CAPAS DE HIELO

El agua almacenada en glaciares y capas de hielo de todo el planeta contribuirían a un aumento del nivel del mar de 0,5 metros si todas ellas se derritieran. Esta cifra puede parecer pequeña si se compara con el aumento de 68,3 metros que provocaría si se fundiera completamente Groenlandia y la Antártida, con 6 y 62 metros respectivamente. La realidad es que los glaciares reaccionan mucho más rápidamente que las capas de hielo. El tiempo de reacción de glaciares y capas de hielo al aumento de temperatura suele estar por debajo de los 100 años, lo cual significa que la mayor parte de la contribución de la criosfera al aumento del nivel del mar provocado por el cambio climático inducido por el ser humano durante el próximo siglo, provendrá seguramente del hielo de los glaciares. Existen más de 160.000 glaciares por todo el mundo, haciendo muy difícil la medición de la masa helada de éstos, aunque varias investigaciones científicas han indicado que **la pérdida de glaciares es responsable de entre 0,22 y 0,25 mm del aumento del nivel del mar cada año.**

Se necesita un análisis más complejo para entender cómo los glaciares reaccionan una vez el deshielo comienza, y qué pérdida parcial de hielo del glaciar influiría en el sistema de flujos de agua. La evaluación de las contribuciones históricas y futuras al nivel del mar por los glaciares está todavía en sus primeros pasos. Los cambios en el balance de la masa helada han sido claramente documentados y probablemente continúen siendo de gran importancia durante el próximo siglo.

## PERDIDA DE HIELO MARINO. Un ejemplo de cómo podría afectar al medio ambiente

De acuerdo con el TAR del IPCC\*, la reducción del hielo marino afectará al hábitat principal de muchos seres marinos. Esta pérdida de hielo marino afectará al hábitat de algunas especies de morsas y osos polares, así como a otros animales situados en la cúspide de la cadena trófica y cuyos ratios de reproducción son bajos, siendo especies muy vulnerables a cambios en la cadena trófica polar marina. Algunos animales podrían estar amenazados de desaparición en estado natural y salvaje (morsa, oso polar y algunas especies de focas) mientras que otras podrían ampliarse (algunas especies de peces y pingüinos).

Según el Dr. Andrew DeRocher de la universidad de Alberta, autoridad mundial en osos polares, si el hábitat de los hielos marinos continua deteriorándose al ritmo actual, los osos polares y sus presas, como las focas marinas, tendrían pocas posibilidades de mantener sus niveles actuales de población y distribución. Al mismo tiempo, si la pérdida de hielo marino se acentúa, gran parte del hielo marino del Ártico se perderá durante gran parte del año, y poniendo en peligro la existencia del oso polar como especie salvaje.



Todo el ecosistema marino del Ártico está sujeto a la presencia y dinámica de los hielos marinos. Tanto las especies residentes como las migratorias, o de paso, se benefician del aumento en número de especies para su alimentación durante la primavera, las cuales están sujetas al deshielo anual de los hielos marinos. Algunas especies del Ártico viajan o se desplazan por medio mundo para aprovecharse de este auge de la producción primaria de alimentos e invertebrados que florecen a lo largo del borde del hielo que se deshiela. La

vida a lo largo del borde de hielo marino fundiéndose es fundamental para la vida de los ecosistemas marinos del Ártico. Interferir en esta dinámica tendría serias consecuencias en toda la cadena marina. **Si el hielo marino se reduce drásticamente o se altera su dinámica, es probable que haya una pérdida de muchas especies que viven en estos hábitats tan especiales.** Es probable que algunas especies de latitudes más al sur se trasladen y ocupen parte de este ecosistema, pero es imposible predecir qué especies. Es difícil entender la dinámica de los ecosistemas del Ártico, e incluso más difícil predecir con certeza qué ocurrirá a medida que el cambio climático se intensifique.

## QUÉ CAUSA EL CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático del planeta es el resultado del aumento de las emisiones de GEI, siendo el principal el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). En 2001, el TAR del IPCC encontró nuevas y más fuertes evidencias de que la mayor parte del calentamiento observado durante los últimos 50 años es atribuible a las actividades humanas. Se encontró que cerca de 75% de las emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub> durante los últimos 20 años son debidas a la quema de combustibles fósiles, como el carbón, el petróleo y el gas.

Este informe también evidencia que el aumento de la temperatura media del planeta prevista para el próximo siglo podría ser de entre 1,4 a 5,8°C. Este es un incremento mayor del esperado en las previsiones del anterior informe del IPCC, que lo situaba entre 1 y 3,5°C. Además, las predicciones sugieren que este aumento de temperaturas se hará más intenso en las regiones polares, acentuando las preocupantes tendencias ya observadas.

## CONCLUSIÓN

Cada día se mejora el grado de conocimiento de los científicos sobre el clima del planeta y la manera en que el ser humano está interfiriendo, pero todavía queda mucho por aprender sobre lo que significa el cambio climático para nuestros ecosistemas naturales y la criosfera.

Para la mayoría de la gente, las regiones polares son sitios remotos que están fuera del alcance de la vista, y quizá de la imaginación. No obstante, **estos ecosistemas tienen un alto grado de sensibilidad al cambio climático siendo claros indicadores de lo que está ocurriendo.** Ya se han observado las dramáticas y perturbadoras tendencias en el Ártico, Groenlandia, la Antártida y los glaciares de manera global.

El Protocolo de Kioto es el único mecanismo internacional para hacer frente al cambio climático. Los Gobiernos de todos los países del mundo están reunidos en Milán, del 1 al 12 de diciembre de 2003, discutiendo sobre las reducciones de las emisiones de CO<sub>2</sub>, en la 9ª Reunión de los firmantes del Convenio de Cambio Climático de la ONU. Allí, Greenpeace ha presentado datos muy preocupantes sobre cómo el cambio climático está produciendo una fusión generalizada de los hielos por todo el planeta (en Groenlandia, el Ártico, los glaciares de montaña y la Antártida), que podrían provocar impactos tan diversos como la detención de la Corriente del Golfo, la subida del nivel del mar, un aumento de precipitaciones en el norte, un mayor calentamiento global, pérdida de hábitat para los animales polares, la obligación de emigrar a millones de personas y reducción del agua disponible para consumo humano. Y el clima global del planeta. Estos son sólo algunos de los ejemplos de los impactos del cambio climático.

**Un aumento de 2°C produciría sustanciales daños, e incluso la pérdida de la mayoría de los ecosistemas naturales, lo cual nos llevaría a una expansión de las enfermedades como la malaria y causaría daños sustanciales a diversos sectores de la sociedad, como la agricultura, la salud y la economía en general, siendo más intenso en países en desarrollo.**

*En enero de 2004, Cambridge University Press publicará "El Balance de la masa de la criosfera", un libro que se centra en dos aspectos clave de este medioambiente tan sensible: la capa helada terrestre (banco de hielo, casquetes polares y glaciares), y el hielo marino. Éstos son indicadores importantes del cambio climático tanto a medio como largo plazo.*

*El libro está escrito por 23 científicos expertos en la materia y ha sido editado por el Dr. Jonathan Bamber y el Dr. Anthony Payne de la Universidad de Bristol y advierte de la extrema sensibilidad y vulnerabilidad que tiene este ecosistema ante los cambios climáticos, y su intención es hacer ver también la manera en que ignoramos nuestra influencia como ser humano en las perturbaciones en el clima que se están observando a nivel global.*

# GREENPEACE

## **En Madrid**

San Bernardo 107, 1º  
28015 Madrid  
tln. 91 444 14 00  
fax 91 447 15 98

## **En Barcelona**

Ortigosa 5, 2º 1ª  
08003 Barcelona  
tfn. 93 310 13 00  
fax 93 310 51 18

## **En Palma**

Carrer dels Blanquers 1, bajos  
La Calatrava  
07001 Palma de Mallorca  
tfn. 971 72 41 61  
fax 971 72 40 31

[energia@greenpeace.es](mailto:energia@greenpeace.es)  
[www.greenpeace.es](http://www.greenpeace.es)





**GREENPEACE**