

# IMPACTOS DE LOS FORZAMIENTOS CLIMÁTICOS DE CORTA DURACIÓN SOBRE EL CLIMA, LA CALIDAD DE AIRE Y LA SALUD HUMANA EN EL ÁRTICO

**RESUMEN PARA RESPONSABLES DE POLÍTICAS**

PROGRAMA DE MONITORIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL ÁRTICO



ARCTIC COUNCIL

AMAP

# HALLAZGOS PRINCIPALES

Este Resumen para Responsables de Políticas está basado en la *Evaluación de AMAP de 2021: Impactos de los forzamientos climáticos de corta duración (en adelante SLCF, por sus siglas en inglés) en el Clima Ártico, la Calidad del Aire y la Salud*. La evaluación se centra en las emisiones de los Miembros y países Observadores del Consejo Ártico y los impactos del hollín, metano, ozono y aerosoles de sulfato sobre la calidad del aire, la salud y el clima en el Ártico.



**1**   **La reducción de las emisiones de SLCF tendrá un impacto en el clima ártico a corto plazo, es decir, durante los próximos 20-30 años. Para limitar el calentamiento a largo plazo del Ártico son necesarias reducciones inmediatas y sustanciales de las emisiones de dióxido de carbono a nivel global, incluidas aquellas procedentes de los Miembros del Consejo Ártico y de los países Observadores.**

El hollín, el ozono y el metano han contribuido al calentamiento del Ártico. Los aerosoles de sulfato provenientes de las emisiones de dióxido de azufre provocan un enfriamiento del clima y, por tanto, enmascaran parte del calentamiento causado por el dióxido de carbono y los SLCF. Sin embargo, la reducción de las emisiones globales de dióxido de azufre ya ha desenmascarado una parte del calentamiento del Ártico causado por el dióxido de carbono y los SLCF en las últimas décadas. En el período 1990-2015, el calentamiento en el Ártico asociado a este efecto desenmascarador provocado por la disminución del dióxido de azufre es de similar magnitud al calentamiento causado por las emisiones de dióxido de carbono.

Así mismo, las preocupaciones sobre la salud y el medio ambiente motivan nuevas reducciones en las emisiones de dióxido de azufre. Los esfuerzos de carácter inmediato encaminados a reducir las emisiones de hollín y los precursores de ozono y metano se tornan especialmente importantes para garantizar los beneficios de la mitigación de los SLCF tanto en el clima como en la salud. Por tanto, la reducción de las emisiones de los SLCF que contribuyen al calentamiento puede contrarrestar el calentamiento desenmascarado por las medidas encaminadas a la reducción de la contaminación del aire, a su vez motivadas por la preservación de la salud y los ecosistemas.



**2**  **Mayores reducciones en las emisiones de SLCF beneficiarían significativamente a la salud humana, tanto a nivel global como en la región ártica.**

A nivel mundial, la contaminación del aire es la principal amenaza para la salud y una de las principales causas del número de fallecimientos. La reducción de la contaminación del aire por partículas y el ozono minimizaría los impactos adversos para la salud. En el Ártico, las fuentes locales de SLCF, principalmente, pero también las regionales de SLCF pueden contribuir a la contaminación del aire nivel local y a los efectos asociados sobre la salud humana. Esfuerzos más ambiciosos que los acometidos en la actual legislación podrían prevenir cientos de miles de muertes prematuras en los países miembros y observadores del Consejo Ártico.



**3**  Las políticas y tecnologías para reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos han posibilitado que se respire un aire más limpio en el Ártico en comparación con el de principios de la década de 1990. Las concentraciones de aerosoles de sulfato continúan mostrando una tendencia a la baja pero recientemente se han observado reducciones poco sustanciales en las concentraciones de ozono y hollín en la atmósfera del Ártico.

Los escenarios de futuras emisiones utilizados para esta evaluación de AMAP indican que el compromiso voluntario y colectivo que mantiene el Consejo Ártico para reducir en el año 2025 las emisiones de hollín en un 25-33% por debajo de los niveles del año 2013 podría estar cerca de alcanzarse a través de la implementación de las políticas vigentes. Existe asimismo un potencial significativo de reducción de emisiones y se podría lograr mediante el uso de las mejores tecnologías disponibles.

Una reducción continua de las emisiones de dióxido de azufre es importante para la mejora de la calidad del aire y la salvaguarda de la salud humana.



**5**  La tundra, las turberas y los incendios forestales son fuentes cada vez más importantes de partículas de hollín y carbono orgánico dentro de las emisiones en el conjunto del Ártico, donde un clima más cálido puede conducir a mayores y más frecuentes incendios.

La gestión del riesgo de incendio con medidas locales apropiadas (gestión de combustible, reducción de ignición, extinción de incendios forestales) resultará fundamental para limitar las emisiones locales y regionales de partículas que son perjudiciales para la salud humana y que pueden contribuir a un mayor calentamiento. Los incendios forestales en el bosque boreal deben gestionarse de manera diferente a los incendios en otros paisajes árticos. Será necesario tener en cuenta las prácticas indígenas en el manejo del fuego.



**4**   Las emisiones globales de metano de origen antropogénico y los niveles de metano en la atmósfera del Ártico continúan en aumento.

El Marco de Acción del Consejo Ártico para la Mejora en las Reducciones de Emisiones de Hollín y Metano incluye el compromiso de los estados Árticos que tiene como objeto la reducción significativa de las emisiones de metano en el conjunto de la región. Dado que se espera que las emisiones continúen aumentando incluso si se implementa la actual legislación, para el cumplimiento de este compromiso se necesita la aplicación de las mejores tecnologías disponibles más allá de los requerimientos actuales, especialmente en el sector del petróleo y el gas.

Las emisiones de metano de fuentes naturales como los humedales probablemente se verán afectadas por un mayor calentamiento, si bien las estimaciones de las futuras emisiones de estas fuentes están sometidas a mayor incertidumbre.

## SÍMBOLOS CLAVE:



OBSERVADO



PROYECTADO



NUEVO HALLAZGO



ACTUALIZACIÓN



LAGUNA DE CONOCIMIENTO



MENSAJE REFORZADO

# INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La contaminación asociada a la combustión de biomasa y de combustibles fósiles afecta tanto a la calidad del aire como al clima. Una mala calidad del aire es directamente perjudicial para la salud de las personas y es la principal causa de muerte prematura. Muchos contaminantes del aire también juegan un importante rol en el cambio climático. Si bien el aumento de temperatura a largo plazo es impulsado principalmente por las emisiones globales de dióxido de carbono, los cambios en las emisiones globales actuales de SLCF jugarán también un papel relevante en el ritmo de calentamiento durante los próximos 20-30 años.

Según evaluaciones anteriores de AMAP, el Consejo Ártico adoptó en 2015 un Marco de Acción para una Mayor Reducción en las Emisiones de Hollín y Metano<sup>1</sup>. Además de hacer un llamamiento hacia una mejora en el reporte de emisiones y una mayor ambición en su mitigación, se subrayó la importancia de un seguimiento e investigación continua y se pidió establecer un ciclo de informes científicos de cuatro años, que incluya la evaluación del estado y las tendencias de los SLCF, con un enfoque en sus impactos en el clima ártico y la salud pública. *La Evaluación de AMAP 2021: Impactos de los Forzamientos Climáticos de Corta Duración en el Clima Ártico, la Calidad del Aire y la Salud* es parte de este esfuerzo y tiene como objetivo informar del futuro trabajo en el contexto del Marco de Acción. También es relevante para otros foros importantes en los que se adoptan decisiones relacionadas con SLCF, como la Convención sobre el Aire<sup>2</sup> y la Convención sobre el Clima<sup>3</sup>.

Si bien las evaluaciones anteriores de AMAP sobre SLCF se han centrado en los impactos del calentamiento del hollín, metano y ozono troposférico, esta evaluación incluye también un análisis más completo acerca de los precursores de otros SLCF emitidos por las mismas fuentes, especialmente el dióxido de azufre. Un hito importante en la evaluación 2021 de AMAP sobre SLCF es que se utilizan observaciones actualizadas y nuevos esfuerzos en la modelización para comprender mejor las fuentes de emisión antropogénicas y sus impactos en la calidad del aire y el clima. Destaca la importancia de la reducción de SLCF tanto para la salud humana como para el clima ártico e identifica acciones que podrían reducir de manera más efectiva los impactos de la contaminación en la salud y, al mismo tiempo, ralentizar el ritmo al que ocurre el cambio climático en el Ártico. La evaluación de AMAP de 2021 sobre SLCF

proporciona también una revisión de cómo el riesgo de incendio puede aumentar con el cambio climático, que es un tema emergente con importantes implicaciones para futuras emisiones de SLCF y consiguientes impactos, tanto en el clima como en la salud.

## LA IMPORTANCIA DE LOS SLCF

Los forzadores climáticos de corta duración incluyen los gases de efecto invernadero, partículas y otros contaminantes del aire que influyen de manera sustancial en el clima, pero tienen un tiempo de permanencia en la atmósfera relativamente corto en comparación con el dióxido de carbono. Una reducción de las emisiones de SLCF también es importante para proteger la salud humana y de los ecosistemas además del impacto en el ritmo de calentamiento del Ártico en las próximas décadas. Los países Miembros del Consejo Ártico<sup>4</sup> y los Observadores<sup>5</sup> contribuyen actualmente a la mitad aproximada de las emisiones antropogénicas globales de hollín, dióxido de azufre y metano. Las acciones tomadas por estos países pueden, por tanto, tener un impacto significativo en las emisiones globales así como en el clima e impactos en la salud de los SLCF. Los resultados de un análisis ampliado sobre los impactos del enfriamiento de los sulfatos en la evaluación 2021 de AMAP sobre SLCF destacan el grado en el que la reducción de la contaminación del aire por parte de los países miembros del Consejo Ártico y Países Observadores puede influir en el clima del Ártico así como la necesidad de una comprensión integral de los impactos de los SLCF sobre el clima y la salud.

## LOS SLCF EN EL FOCO

El **metano** es un potente gas de efecto invernadero, especialmente en escalas decadales. Si bien es 28-36 veces más potente como gas de efecto invernadero que el dióxido de carbono durante un período de 100 años, posee un potencial de calentamiento 84 veces mayor que el del dióxido de carbono en períodos de 20 años según el Quinto Informe de Evaluación del IPCC. El metano también afecta a la calidad del aire debido a su papel en la formación de ozono.

El **ozono** es un contaminante del aire que se forma en la parte inferior de la atmósfera cuando la luz solar interactúa con gases precursores como los óxidos de nitrógeno, el monóxido de carbono, los compuestos

1 Formalmente, *Mayor Reducción de las Emisiones de Hollín y Metano: Marco del Consejo Ártico para la Acción*

2 La Convención del Aire también se conoce como la Convención de la UN ECE sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza de Largo Alcance (CLRTAP)

3 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

4 Canadá, Finlandia, Islandia, Reino de Dinamarca, Noruega, Suecia, Federación de Rusia y Estados Unidos

5 Alemania, Francia, República Italiana, Japón, Países Bajos, República Popular de China, Polonia, República de India, República de Corea, República de Singapur, España, Suiza y Reino Unido

6 PM<sub>2.5</sub> se refiere a las partículas de 2,5 micrómetros de tamaño o inferiores

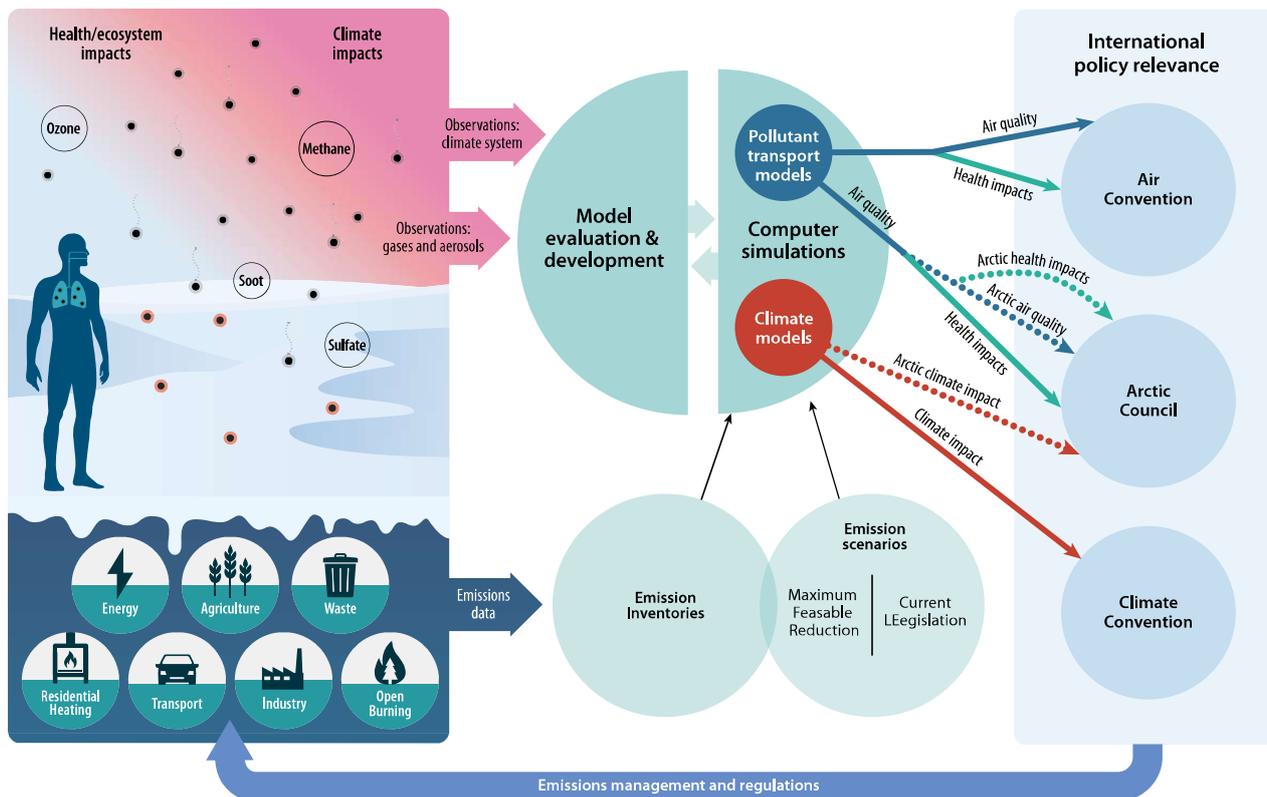


Ilustración simplificada de los hallazgos principales y recomendaciones de la evaluación de AMAP de 2021 sobre SLCF, basados en una combinación de datos de emisiones y observaciones, escenarios de futuras emisiones y simulaciones de modelo para estimar impactos sobre la calidad del aire y el clima, así como la manera en que esta información puede servir a la formulación de políticas.

orgánicos volátiles y el metano. También es un gas de efecto invernadero y puede afectar al tiempo de permanencia del metano en la atmósfera. Es perjudicial para la salud humana y la vegetación.

Los **aerosoles de sulfato** se forman a partir de la emisión de compuestos de azufre, como el dióxido de azufre. Los aerosoles de sulfato constituyen una parte significativa del material fino particulado en el aire  $PM_{2.5}$ <sup>6</sup>, que es nocivo para la salud humana y objeto de muchas directrices de calidad del aire. Los aerosoles de sulfato dispersan la luz solar de manera eficiente y aumentan el brillo de las nubes. Esto provoca un enfriamiento del clima, compensando algunos de los impactos del calentamiento originados por los gases de efecto invernadero y otros SLCF. Los impactos climáticos de las nubes suponen una incertidumbre muy relevante en la modelización climática.

El **carbón negro** (comúnmente denominado hollín) y el **carbono orgánico** contribuyen a los niveles de partículas del aire que degradan su calidad y son dañinas para la salud humana. El hollín absorbe la luz solar y por lo tanto contribuye al calentamiento climático, mientras el carbono orgánico tiende a reflejar la luz. Cuando se deposita sobre la nieve, el hollín disminuye la capacidad de la superficie para reflejar la luz solar, aumentando el calentamiento climático. El impacto climático del carbono orgánico es pequeño.

## EVALUACIÓN DE IMPACTOS DE SLCF

La evaluación de AMAP de los impactos de los SLCF se basa en el conocimiento de distintas fuentes que se refuerzan mutuamente:

- Nuevos inventarios de emisiones antropogénicas que incluyen información tanto de informes nacionales para convenciones internacionales y del Grupo de Expertos sobre Hollín y Metano perteneciente al Consejo Ártico como de estimaciones construidas a partir de datos proporcionados por los sectores energético, industrial y de mercancías internacionales.
- Los escenarios de futuras emisiones antropogénicas bajo diferentes supuestos (consulte detalles más abajo).
- Observaciones de concentraciones de SLCF en la atmósfera y la nieve del Ártico.
- Modelos de transporte atmosférico para evaluar la manera en que los SLCF afectan a la calidad del aire en el Ártico y en las regiones fuente fuera del Ártico.
- Modelos climáticos, incluidos los modelos del Sistema Tierra y un emulador de clima y calidad del aire (esto es, una herramienta de evaluación rápida) que permite analizar cómo los cambios en las emisiones antropogénicas de SLCF afectan al cambio climático en el Ártico. En las simulaciones no se han incluido futuros cambios potenciales en las emisiones naturales y en aquellas procedentes de incendios. Algunas de las fuentes naturales de emisiones podrían acelerar el calentamiento mientras que otras podrían suponer un enfriamiento.
- Las relaciones exposición-respuesta entre concentraciones en la contaminación del aire y resultados adversos en la salud, que están basadas en la literatura.

## ESCENARIOS

Para estimar los futuros impactos de los SLCF se han desarrollado escenarios de emisiones basados en diferentes supuestos sobre la evolución de la demografía, la economía, la tecnología y la política. La evaluación 2021 de AMAP sobre SLCF tiene similitudes y diferencias con el enfoque utilizado tanto en el inminente Sexto Informe de Evaluación del IPCC como en la *Actualización 2021 del informe de AMAP sobre Cambio Climático en el Ártico: Tendencias e Impactos Clave*. Los escenarios utilizados en esta evaluación se basan en supuestos intermedios sobre trayectorias de desarrollo socioeconómico y de emisiones de dióxido de carbono a nivel global, coherentes con el escenario SSP2-4.5<sup>1</sup> utilizado también en la evaluación del IPCC. En este escenario, las emisiones de dióxido de carbono se estabilizan alrededor de 2050. La principal diferencia es que los resultados de los modelos de SLCF de AMAP se basan en inventarios actualizados y en la evaluación de emisiones de contaminantes atmosféricos, incluyendo específicamente la reciente disminución de las emisiones de dióxido de azufre y hollín en el este de Asia, que no está bien capturada en el escenario SSP2-4.5. El análisis de los cobeneficios en la mitigación de la contaminación del aire para la salud y el clima en la evaluación de AMAP sobre SLCF utiliza datos de los mismos Modelos del Sistema Tierra que se han empleado en el inminente Sexto Informe de Evaluación del IPCC y en la *Actualización 2021 del Informe de AMAP sobre Cambio Climático en el Ártico: Tendencias e Impactos Clave*.

Para estimar las implicaciones de las diferentes acciones, se han elaborado supuestos adicionales sobre la implementación de políticas y la introducción de las mejores tecnologías disponibles, basándose en dos escenarios clave sobre la regulación de contaminantes atmosféricos y metano:

- **Actual Legislación (CLE por sus siglas en inglés):** escenario que asume la plena aplicación de las actuales normativas a nivel nacional y la legislación regional sobre contaminación del aire, así como la implementación de los compromisos derivados de las Contribuciones Determinadas Nacionalmente (a partir de 2018) enfocadas al cumplimiento del Acuerdo de París.
- **Reducción Máxima técnicamente Factible (MFR por sus siglas en inglés):** escenario ambicioso donde las mejores tecnologías disponibles se introducen a nivel mundial para todos los contaminantes del aire y metano sin restricción alguna relacionada con la inversión o los costes de implementación y teniendo en cuenta la vida útil de los equipos actualmente instalados y la viabilidad técnica de implementar las mejores tecnologías disponibles. El escenario MFR difiere de las suposiciones adaptadas en la evaluación de AMAP de 2015 al incluir el potencial para una mayor reducción de las emisiones de dióxido de azufre y óxido de nitrógeno como agentes específicos de calentamiento.

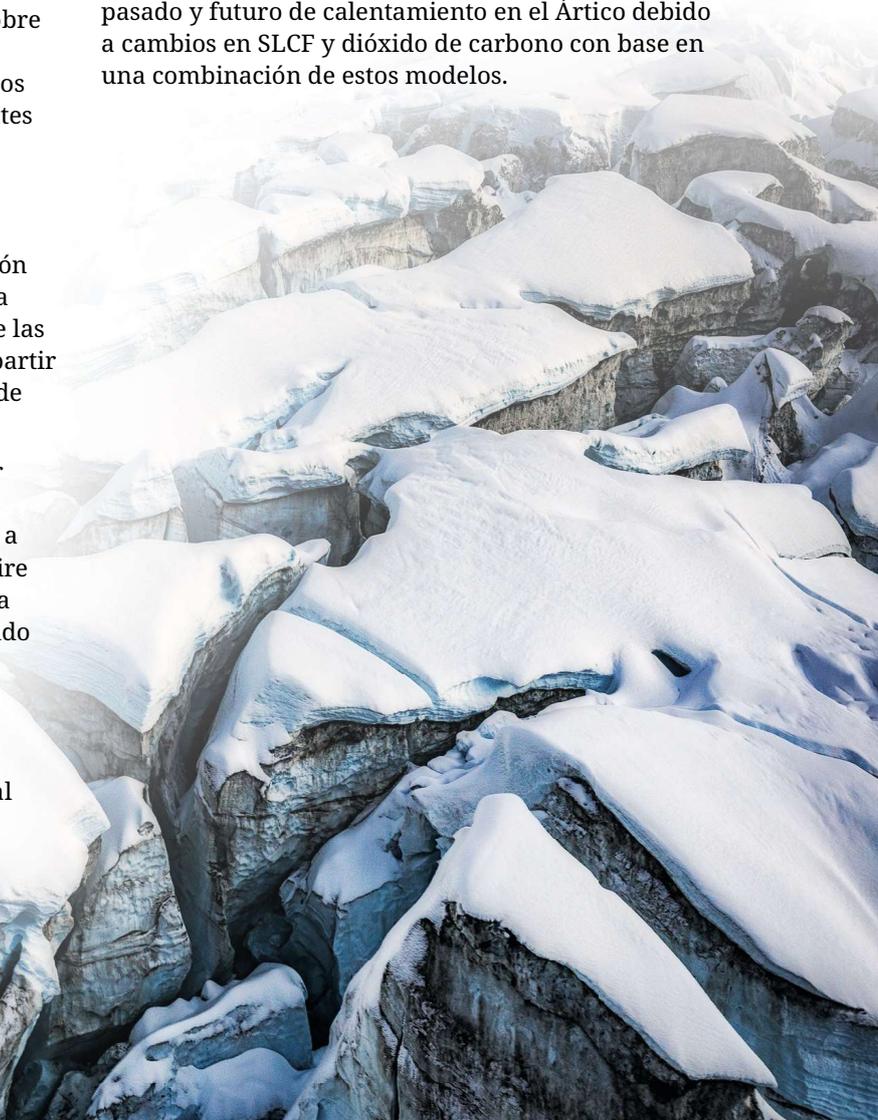
<sup>1</sup> Trayectoria Socioeconómica Compartida 2 compatible con la Trayectoria de Concentración Representativa 4.5.

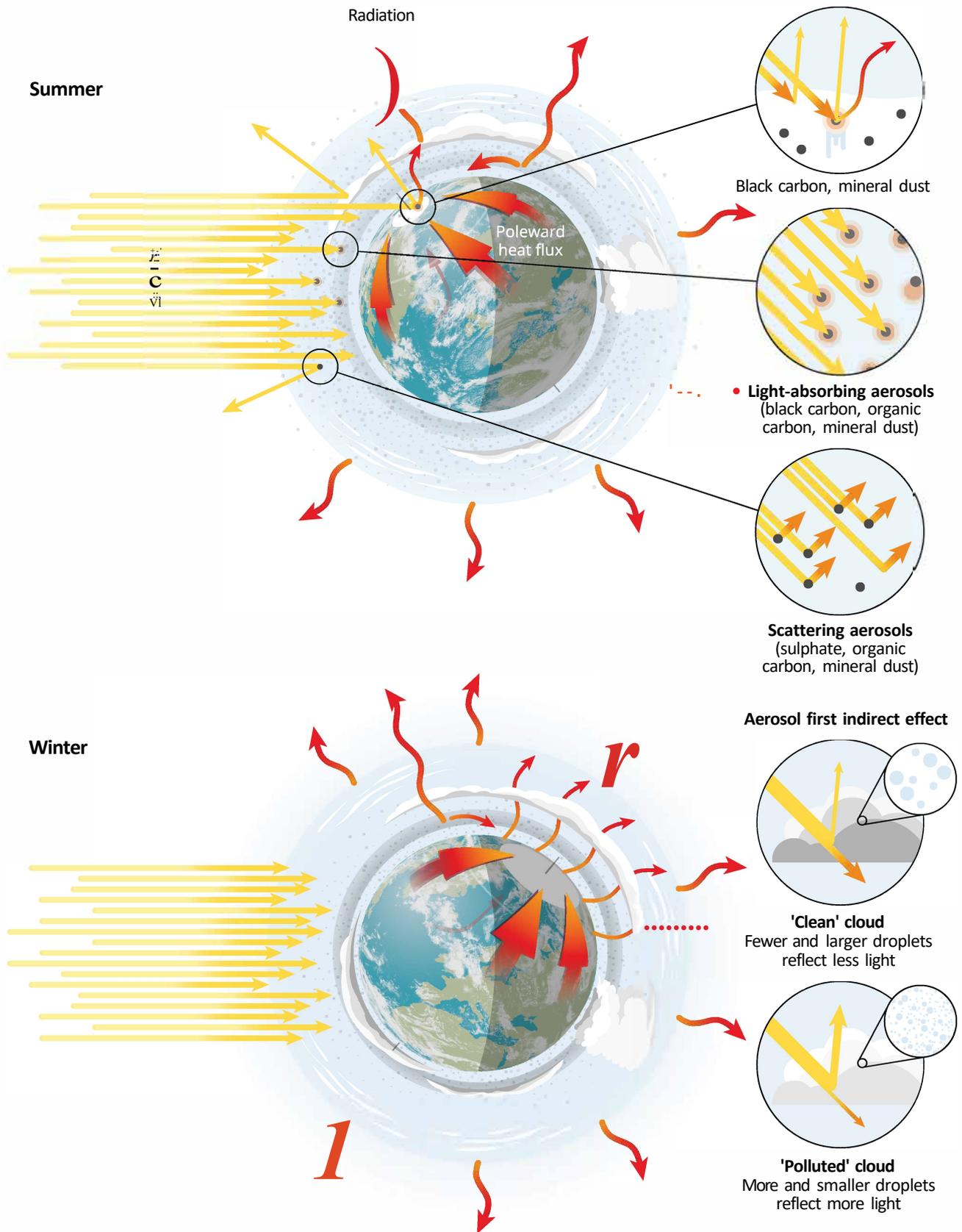
## RESULTADOS

### IMPACTOS CLIMÁTICOS DE LA REDUCCIÓN DE LOS SLCF

La emisión de SLCF tiene impactos regionales y a gran escala en el clima. Los SLCF emitidos en o transportados hasta el Ártico afectan al transporte de calor en la atmósfera ártica y también provocan una disminución del albedo cuando las partículas oscuras, como el hollín, caen sobre la nieve o el hielo, ya que absorben calor en lugar de reflejarlo. Las emisiones que ocurren en las altas latitudes provocan un efecto más marcado - por unidad básica de emisiones - en el calentamiento del Ártico. Sin embargo, debido a que las emisiones (y, por lo tanto, las concentraciones) de los SLCF en latitudes medias son mucho mayores que las concentraciones en el Ártico, las medidas para reducir la contaminación del aire en latitudes medias tienen mayor potencial para influir en el calentamiento del Ártico. Sin embargo, por unidad reducida de emisiones, las medidas adoptadas en altas latitudes siguen teniendo el mayor efecto.

Para estimar el impacto de las distintas trayectorias de emisiones en el clima ártico, la evaluación de AMAP de 2021 ha empleado de manera conjunta 5 modelos del Sistema Tierra junto a un emulador multimodelo para simular los cambios de temperatura en el Ártico. En este resumen se proporcionan las mejores estimaciones del ritmo pasado y futuro de calentamiento en el Ártico debido a cambios en SLCF y dióxido de carbono con base en una combinación de estos modelos.





Mecanismos por los cuales las SLCF pueden influir en el clima ártico. Incluyen los impactos en el balance regional de calor a medida que las aerosoles atmosféricos absorben o dispersan la energía del sol, a medida que los gases de efecto invernadero absorben el calor y a medida que las partículas oscurecen las superficies claras, como la nieve y el hielo, lo que las hace menos efectivas para reflejar la energía del sol. Los aerosoles también afectan a las propiedades de las nubes y a su capacidad para reflejar la luz. Además de los impactos en el Ártico, los impactos de las SLCF en el balance de calor en latitudes medias y bajas afectan a la cantidad de calor que se transporta al Ártico.

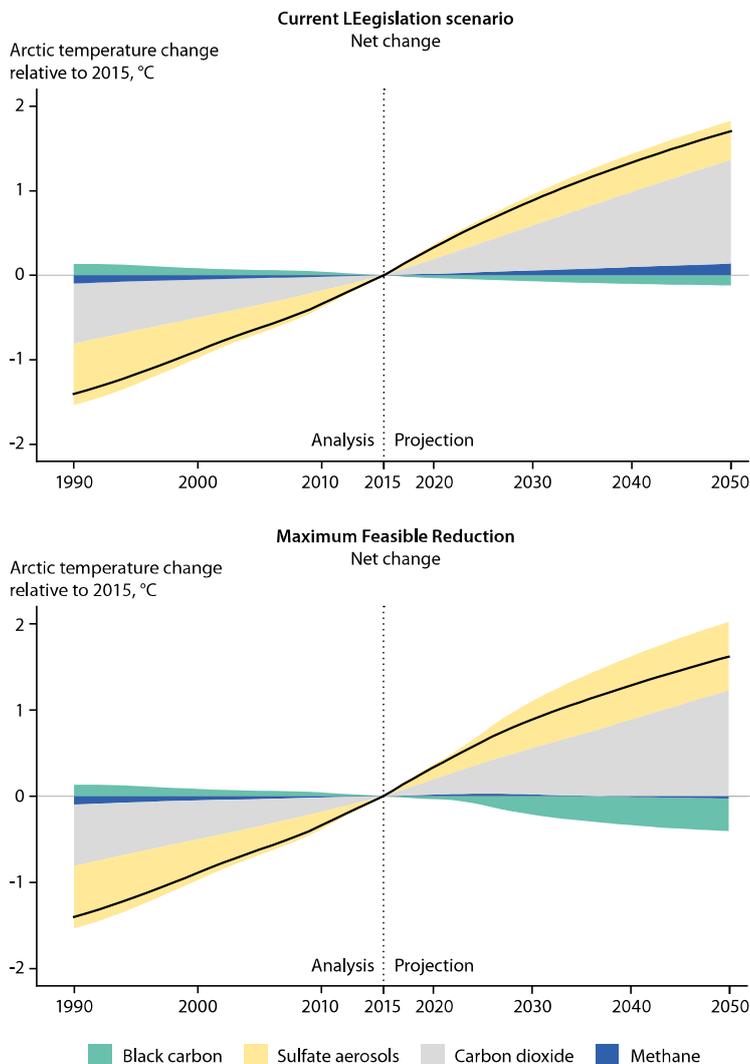
## CONTRIBUCIÓN DE LOS SLCF A LOS CAMBIOS PASADOS

Las simulaciones de modelo para el período de 1990 a 2015 muestran reducciones considerables en las emisiones de azufre de fuentes fósiles y de biocombustibles entre los Miembros del Consejo Ártico y del resto de Europa, mientras que los cambios en las emisiones de países Observadores asiáticos y del resto del mundo fueron pequeños en dicho período. Los aerosoles de sulfato enfrían la atmósfera y compensan algo el calentamiento causado por el dióxido de carbono y otros SLCF. Con los niveles de aerosol de sulfato en latitudes medias y bajas en retroceso (mejor calidad del aire), ha disminuido el efecto de enfriamiento o de enmascaramiento de los aerosoles de sulfato. Para esos 25 años, la contribución al calentamiento del Ártico de las emisiones globales de dióxido de carbono y del calentamiento desenmascarado (enfriamiento debilitado) por la reducción de emisiones de sulfatos en latitudes medias y bajas parecen aproximadamente igual en magnitud. Las contribuciones de los SLCF que no contienen azufre a las tendencias de temperatura del Ártico de 1990 a 2015 eran muy pequeñas, en gran parte debido a cambios relativamente poco importantes en las emisiones globales de estos compuestos durante este período de tiempo. El calentamiento neto simulado del Ártico durante el periodo 1990-2015 debido a interacciones variables de los SLCF de fuentes antropogénicas a nivel global con la radiación, las nubes y el albedo de la superficie es de 0,275°C por década (véase Figura de la página 9). Las interacciones decrecientes de los sulfatos con las nubes probablemente tuvieron un impacto de calentamiento neto en el Ártico. La magnitud simulada de este calentamiento es grande pero está sujeta a una considerable incertidumbre. En concreto las reducciones globales de las emisiones de azufre podrían haber producido un impacto en el calentamiento del Ártico de 0,290°C por década procedente de la disminución de las interacciones de los aerosoles de sulfato con la radiación, las nubes y el albedo en la superficie. Por lo tanto, los cambios en las emisiones de dióxido de azufre dominaron el impacto de todos los SLCF en el clima ártico. Además, las simulaciones de modelo realizadas para el informe proporcionan evidencia de que las emisiones antropogénicas a nivel global de dióxido de carbono y la disminución de las emisiones globales antropogénicas de azufre contribuyeron de manera decisiva y casi por igual al ritmo de calentamiento del Ártico de 1990 a 2015 (0,285°C por década para el dióxido de carbono). Las simulaciones de modelo para el periodo de 1990 a 2015 proporcionan evidencia de que la disminución de emisiones globales antropogénicas de hollín durante este período de tiempo causó un impacto de enfriamiento en el reciente calentamiento del Ártico (-0,053°C por década). Al mismo tiempo, las emisiones antropogénicas globales de metano produjeron un impacto de calentamiento relativamente pequeño (0,038°C por década).

## CONTRIBUCIÓN DE LOS SLCF AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL FUTURO

Todos los escenarios de emisiones antropogénicas de SLCF y todos los modelos utilizados para la evaluación de AMAP de 2021 sobre los SLCF muestran que el Ártico continuará calentándose a un ritmo muy rápido, ya que las futuras emisiones, tanto de los forzamientos climáticos de larga duración como de corta duración, conducirán a un aumento de la temperatura media global con una respuesta amplificada en el Ártico. El aumento proyectado en la abundancia del dióxido de carbono y la reducción de las emisiones globales de azufre continuarán teniendo un notable impacto en el calentamiento en el Ártico. En función de cómo evolucionen las emisiones de SLCF, las reducciones continuadas en las emisiones antropogénicas globales de dióxido de azufre producirán un impacto de calentamiento en la temperatura del Ártico para el periodo 2015-2030 que podría estar entre el 69% (bajo el escenario de Actual Legislación) y el 103% (bajo el escenario de Máxima Reducción Factible) del impacto del calentamiento producido por el dióxido de carbono. Hay resultados de los modelos que también muestran que las máximas reducciones factibles de hollín y metano casi podrían llegar a compensar el impacto del calentamiento derivado de la reducción adicional de la emisión de azufre. Específicamente, las máximas reducciones factibles en las emisiones globales de metano procedentes de todas las fuentes antropogénicas de combustión pueden conducir a una reducción de la tasa de calentamiento del Ártico de 0,047°C por década desde 2015 a 2050, únicamente en relación a la implementación de la actual legislación. La reducción de las interacciones de hollín con la radiación, las nubes y el albedo superficial podrían reducir la tasa de calentamiento del Ártico en 0,074°C por década desde 2015 a 2050 en el escenario de Máxima Reducción Factible, relativo al escenario de la Actual Legislación.

Los problemas de salud son el factor clave para abordar la contaminación del aire, incluidas las emisiones de dióxido de azufre. Los problemas de salud continuarán (necesariamente) motivando la reducción de emisiones de dióxido de azufre en el futuro, a pesar de desenmascarar un cierto calentamiento. Esto enfatiza la necesidad de reducir las emisiones de dióxido de carbono y de SLCF que contribuyen al calentamiento, ya que tales acciones ralentizarían la tasa de calentamiento en comparación con las trayectorias actuales de emisiones. La reducción de SLCF es especialmente importante para la tasa de calentamiento en las próximas décadas. Para frenar el calentamiento del Ártico será especialmente importante lograr el máximo factible de reducciones de las emisiones globales de hollín del gas antorcha, transporte terrestre y combustión residencial. Una reducción de la deposición de hollín sobre la nieve y el hielo aumentaría la reflectividad de estas superficies y, por lo tanto, contribuirían a enfriar el Ártico. La reducción de las emisiones de hollín en los países del Consejo Ártico es particularmente eficaz ya que estas emisiones ocurren en o cerca del Ártico. La máxima reducción factible de las emisiones de metano asociadas a los sectores del petróleo y el gas en los países del Consejo Ártico también posee una importancia crítica para compensar el calentamiento proyectado.



Cambio de temperatura del Ártico en dos escenarios diferentes de emisiones de SLCF: Legislación Actual y Reducción Máxima Factible.

La línea continua muestra el cambio neto de temperatura del Ártico obtenido de la combinación de los cambios en todas las emisiones (hollín, dióxido de carbono, dióxido de azufre y metano). Las áreas sombreadas indican cómo los cambios observados y proyectados en la emisión de SLCF desde 1990 contribuyen a los cambios netos en la temperatura del Ártico en relación con 2015. Téngase en cuenta que la disminución de las emisiones de los agentes de calentamiento como el hollín se manifiesta como un enfriamiento durante este periodo. El Ártico se define aquí como el área al norte de 60°N. Los cambios de emisiones que se han utilizado en la modelización de los dos escenarios se ilustran en la figura de la página 14.

La conclusión es que las emisiones pasadas de dióxido de carbono y la proyección de las mismas (área sombreada en gris) juegan un papel dominante y continuarán haciéndolo, en el calentamiento del Ártico.

Una disminución neta de las emisiones de los aerosoles de sulfato (amarillo) desde 1990 ha contribuido al reciente calentamiento del Ártico. La magnitud de esta contribución es similar a la del dióxido de carbono. Las reducciones adicionales esperadas en los aerosoles de sulfato seguirán contribuyendo al calentamiento del Ártico en los próximos 20-30 años. Este impacto de calentamiento procedente de la disminución de las concentraciones es especialmente pronunciado en el escenario de Reducción Máxima Factible.

El hollín (verde) contribuye al calentamiento pero la reducción en las emisiones desde 1990 ha disminuido su impacto relativo en el calentamiento. Mayores reducciones netas en las emisiones de hollín continuarían disminuyendo el impacto de su calentamiento y contrarrestarían una parte del calentamiento futuro provocado por el dióxido de carbono y de las reducciones en aerosoles de sulfato, con un mayor impacto en el escenario de Reducción Máxima Factible que en el de la Legislación Actual.

El metano (azul) contribuye al calentamiento del Ártico y el aumento de las emisiones ha acelerado dicha contribución desde 1990. Esto continuará siendo así en el escenario de la Legislación Actual. En el escenario de Reducción Máxima Factible, tan sólo habrá ligeros cambios netos en las emisiones de metano y, por tanto, una mínima contribución al cambio de temperatura en el Ártico. En términos absolutos el metano seguirá contribuyendo al calentamiento del Ártico, aunque esto sea casi imperceptible en la figura.



Patrick Hendry

## COMPARACIÓN DE LOS MÉTODOS DE 2015 Y 2021 PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS CLIMÁTICOS DE LOS SLCF

Las evaluaciones de AMAP de 2015 sobre los SLCF modelizaron por separado cada SLCF para estimar el potencial de los cambios en las emisiones de metano y hollín y su afección al clima ártico de cara a comparar impactos de diferentes fuentes regionales de emisión. En la evaluación de 2021 de AMAP sobre los SLCF se utiliza un mayor número de modelos que incorporan un mejor conocimiento de las sensibilidades climáticas regionales y una representación más detallada de los procesos que alteran el clima. Además, se basa en inventarios de emisiones y proyecciones más actualizadas y, en particular, presta más atención a los cambios en las emisiones de dióxido de azufre. En consecuencia se obtiene una visión con más matices de cómo el efecto integrado de los SLCF cambia con el tiempo y se determina de manera precisa el impacto de la reducción de los SLCF en el contexto del impacto relativo a la reducción de emisiones de dióxido de carbono. La simulación de la reducción en el impacto del calentamiento del Ártico en 2050 a partir de la implementación de las máximas reducciones factibles de emisiones de SLCF en la evaluación actual (0,16°C por década para el forzamiento radiativo asociado al metano y 0,26°C por década para el asociado al hollín) es comparable a la estimación de los impactos de temperatura correspondientes a la evaluación de 2015 de AMAP sobre los SLCF.

# CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y SALUD

La contaminación del aire se encuentra entre los diez principales factores de riesgo de muerte prematura en países Miembros y Observadores del Consejo Ártico. Se han encontrado relaciones sólidas entre las partículas finas (PM<sub>2.5</sub>) y las enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como la muerte prematura. También existe una creciente evidencia de que la contaminación del aire aumenta el riesgo de diabetes, partos prematuros y bajo peso al nacer. El ozono se ha asociado con un mayor riesgo de enfermedad respiratoria que conduce a una muerte prematura y puede estar asociado con un mayor riesgo de otros problemas de salud (por ejemplo, efectos metabólicos).

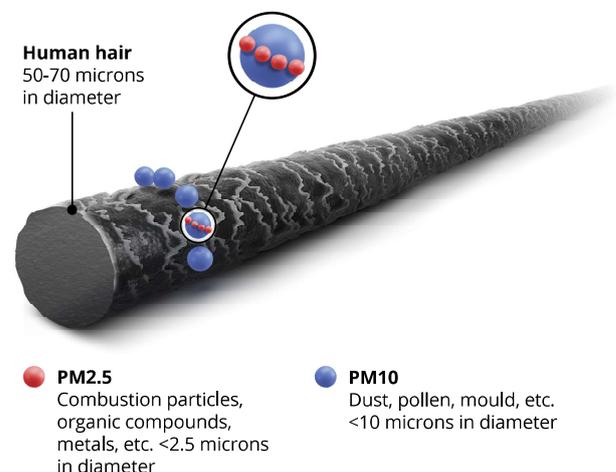
## IMPACTOS EN LA SALUD EN EL ÁRTICO

Hay solo un número limitado de estudios sobre el impacto de la contaminación del aire en las personas que viven en el Ártico. Algunos estudios realizados en Alaska muestran que la exposición a las PM<sub>2.5</sub> es un problema importante de salud. Si bien la estimación de la contribución de la contaminación del aire a las enfermedades entre las personas que viven en el Ártico resulta un desafío, el conocimiento actual de las relaciones causa-efecto indica que la mayoría de los esfuerzos para reducir las emisiones supondrían beneficios para la salud. Las fuentes locales son importantes y las medidas para reducir las emisiones de las calefacciones de las viviendas, la quema de residuos, los generadores diésel y el transporte por tierra tendrían beneficios en la salud. Asegurar que el aumento del transporte marítimo no conlleva contaminación del aire a nivel local también es importante. Otra preocupación es el riesgo de que se produzcan más incendios forestales en el Ártico y un mayor impacto en la salud del aumento asociado de las emisiones de humo.

## IMPACTOS EN LA CALIDAD DEL AIRE Y EN LA SALUD SOBRE LOS MIEMBROS DEL CONSEJO ÁRTICO Y PAÍSES OBSERVADORES

Nuevos estudios realizados para la evaluación de 2021 de AMAP sobre los SLCF han utilizado estimaciones de futuras emisiones para evaluar la calidad del aire y la salud, con especial atención a los impactos de las partículas finas (PM<sub>2.5</sub>) y el ozono en la muerte prematura.

En lugares donde los niveles de contaminación del aire son altos, como en muchos países Observadores asiáticos, la implementación de la legislación actual conduciría a una mejora de la calidad del aire a nivel local. En el escenario de la Legislación Actual, se prevé que la mayoría de las reducciones se produzcan entre 2020 y 2025. La aplicación de las mejores tecnologías disponibles a nivel mundial para todos los contaminantes del aire y el metano mejoraría la calidad del aire de manera adicional, especialmente en las regiones que actualmente tienen altas emisiones. El potencial para



reducir las concentraciones de ozono en áreas con altos niveles de polución está relacionado principalmente con la reducción en las emisiones de metano (el metano es un precursor del ozono).

La evaluación de AMAP de 2021 sobre los SLCF también ha estimado el número de muertes prematuras que se podrían evitar debido a reducciones de la contaminación del aire bajo diferentes escenarios de emisiones que utilizan relaciones basadas en la literatura entre las concentraciones de contaminantes en el aire y los problemas de salud. La conclusión es que la implementación de la legislación actual podría reducir la mortalidad prematura atribuible a las PM<sub>2.5</sub> en un 24% en 2030 en comparación con el año 2015. El escenario más ambicioso de reducción máxima factible resultaría en mayores reducciones de muertes prematuras relacionadas con la contaminación del aire, un 22% adicional en comparación con el escenario de la Legislación Actual.

En el escenario de la Legislación Actual, las concentraciones de ozono a nivel mundial permanecen



● USA

Scenario, year	Projected premature deaths relative to the 2015 baseline estimate number
2015	52940
CLE 2030	
MFR 2030	
CLE 2050	
MFR 2050	

● European Union (excluding Nordic)

Scenario, year	Projected premature deaths relative to the 2015 baseline estimate number
2015	81870
CLE 2030	
MFR 2030	
CLE 2050	
MFR 2050	

● Russia

Scenario, year	Projected premature deaths relative to the 2015 baseline estimate number
2015	55710
CLE 2030	
MFR 2030	
CLE 2050	
MFR 2050	

● Canada

Scenario, year	Projected premature deaths relative to the 2015 baseline estimate number
2015	2580
CLE 2030	
MFR 2030	
CLE 2050	
MFR 2050	

● Europe Other

Scenario, year	Projected premature deaths relative to the 2015 baseline estimate number
2015	99810
CLE 2030	
MFR 2030	
CLE 2050	
MFR 2050	

● Nordic

Scenario, year	Projected premature deaths relative to the 2015 baseline estimate number
2015	4710
CLE 2030	
MFR 2030	
CLE 2050	
MFR 2050	

● China

Scenario, year	Projected premature deaths relative to the 2015 baseline estimate number
2015	948700
CLE 2030	
MFR 2030	
CLE 2050	
MFR 2050	

● Japan, Rep. of Korea and Singapore

Scenario, year	Projected premature deaths relative to the 2015 baseline estimate number
2015	37150
CLE 2030	
MFR 2030	
CLE 2050	
MFR 2050	

● India

Scenario, year	Projected premature deaths relative to the 2015 baseline estimate number
2015	835300
CLE 2030	
MFR 2030	
CLE 2050	
MFR 2050	

Cambios en muertes prematuras ocasionadas por el PM<sub>2.5</sub> en la región del Consejo Ártico y de los países Observadores en 2030 y 2050 comparado con 2015 si las emisiones se redujeran y se aplicase la legislación actual (escenario CLE) o la reducción máxima factible de emisiones (escenario MFR).



estables. Sin embargo se estima que el número de personas que mueren prematuramente por exposición al ozono iría en aumento debido a que habrá una mayor población que se encontrará expuesta. En cambio, en el escenario más ambicioso de Reducción Máxima Factible, se proyecta una disminución de la mortalidad mundial relacionada con el ozono en comparación con los niveles actuales.

Para los países Miembros del Consejo Ártico, la adhesión a la legislación vigente para reducir el  $PM_{2.5}$  y el ozono

evitaría unas 66.000 muertes prematuras en 2030 en comparación con 2015. En el escenario más ambicioso de reducción máxima factible, se realiza una estimación que conduce a evitar 97.000 muertes prematuras en 2030. Para los países Observadores, la reducción máxima factible de emisiones se estima que podría evitar 880.000 muertes prematuras en 2030 en comparación con 2015. Sólo la implementación de la legislación actual evitaría 540.000 muertes prematuras en 2030 en comparación con 2015.

## INCERTIDUMBRES DE LOS MODELOS

La pericia de los modelos individuales a la hora de representar los SLCF en comparación con las observaciones históricas es variable, pero la media multimodelo proporciona resultados próximos o en el rango de incertidumbre de los niveles observados de hollín, ozono y metano en la atmósfera. La modelización del impacto climático de las emisiones de SLCF ofrece alta confianza en la dirección del cambio, pero media con respecto a su magnitud. Hay gran incertidumbre en las futuras trayectorias de emisión, derivada de las trayectorias de desarrollo socioeconómico. Una de las incertidumbres más importantes sobre los impactos climáticos de las emisiones tiene que ver con los cambios en las nubes y su forzamiento asociado sobre el clima. Una evaluación de las implicaciones de las incertidumbres de los modelos para las proyecciones a corto plazo y los impactos sobre el clima y la salud muestran que:

- La confianza en el calentamiento que produce el metano es alta tanto a nivel mundial como en el Ártico.
- El calentamiento debido al hollín puede ser subestimado en el Ártico y muestra gran incertidumbre debido a la alta variabilidad entre modelos.
- El enfriamiento que provocan los aerosoles de sulfato en el Ártico puede ser subestimado. Presenta incertidumbre principalmente debido a la falta de observaciones en toda la columna atmosférica y al alto grado de variabilidad entre las estimaciones de los modelos.
- La confianza en el impacto del calentamiento del ozono es bastante alto a nivel mundial y en el Ártico, pero existen incertidumbres en las simulaciones de los modelos para el ozono y sus precursores.
- Los impactos climáticos debido al cambio en las propiedades de las nubes muestran gran incertidumbre debido a la gran dispersión existente entre la modelización y la observación de las nubes.
- Al igual que la concentración de ozono, la mortalidad respiratoria que se le atribuye podría igualmente sobreestimarse. El impacto general del ozono en la salud puede subestimarse porque no se han incluido en la evaluación otros efectos perjudiciales sobre la salud para los que se está acumulando evidencia científica (por ejemplo, consecuencias a nivel metabólico).
- Los impactos en la salud debido a la exposición al  $PM_{2.5}$  pueden ser subestimados debido a la infraestimación de sus concentraciones, particularmente en Asia y cerca de los centros de población y debido a que no se han incluido en la evaluación otros efectos perjudiciales sobre la salud para los que se está acumulando evidencia científica (por ejemplo, consecuencias a nivel cognitivo y efectos adversos en nacimientos).

# OBSERVACIONES Y TENDENCIAS

Los cambios a lo largo del tiempo en los niveles de SLCF en la atmósfera ártica muestran impactos de las regulaciones sobre la contaminación del aire y los cambios en la actividad industrial.

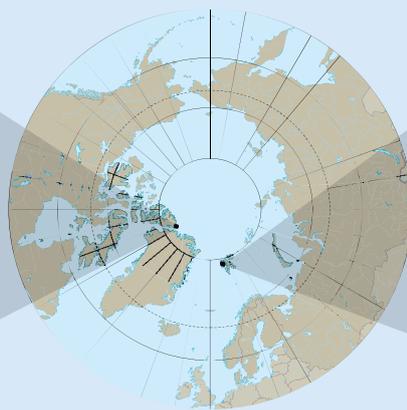
Por ejemplo, las mediciones atmosféricas a largo plazo muestran que la calidad del aire en el Ártico mejoró a partir de 1990 en respuesta a las regulaciones sobre la contaminación del aire implementadas en Europa y América del Norte y después de una fuerte recesión de la economía de la Unión Soviética. Sin embargo, alrededor de esos años las emisiones de China y del resto de Asia comenzaron a aumentar, a estancarse y a declinar ligeramente desde principios de la década de 2010. En la atmósfera ártica, los niveles de hollín disminuyeron entre 1990 y 2010, pero esta disminución se ha estancado en los últimos 10 años. En el caso de los sulfatos, la disminución continuada de las concentraciones atmosféricas es evidente en algunas estaciones de control del Ártico, mientras

que otras estaciones muestran una tendencia a la estabilización o un ligero aumento.

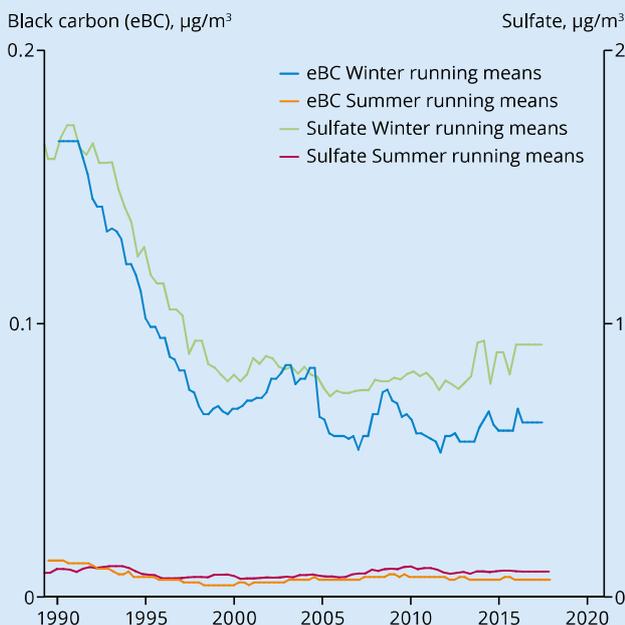
Los niveles de metano en la atmósfera ártica reflejan unas concentraciones globales que han aumentado a más del doble desde la era preindustrial según los registros de niveles de metano atmosférico de los núcleos de hielo. Entre aproximadamente los años 2000 y 2005 no se produjo aumento pero desde más o menos desde 2007, los niveles han aumentado nuevamente con un crecimiento aún más rápido a partir de 2015. El transporte a larga distancia contribuyó a aumentar los niveles en la atmósfera ártica, pero los puntos conflictivos del Ártico en cuanto a las emisiones de origen antropogénico se configuran como añadidos potenciales a esta tendencia creciente.



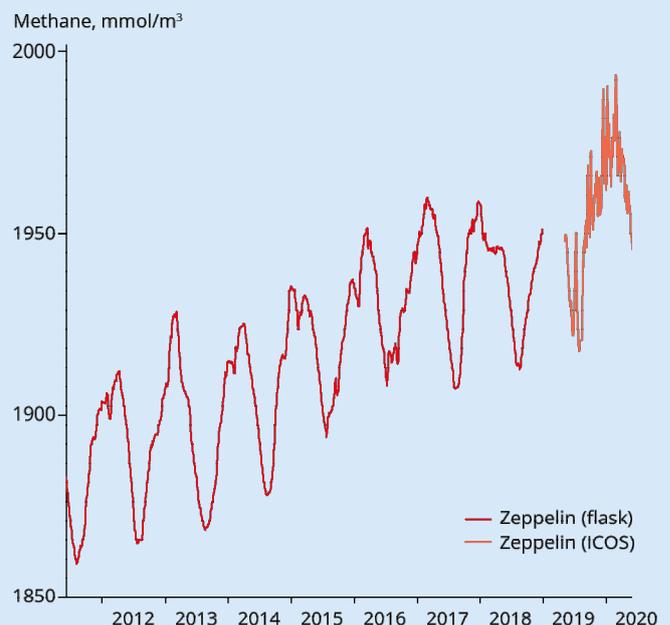
Alert



Zeppelin



Monitorización de los datos de Alert, Canadá. Muestra la disminución histórica del hollín y los aerosoles de sulfato.



Tendencias del gas metano en Zeppelin (Svalbard).

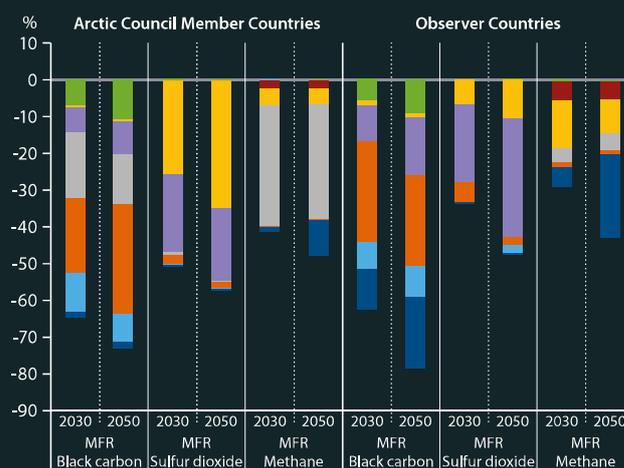
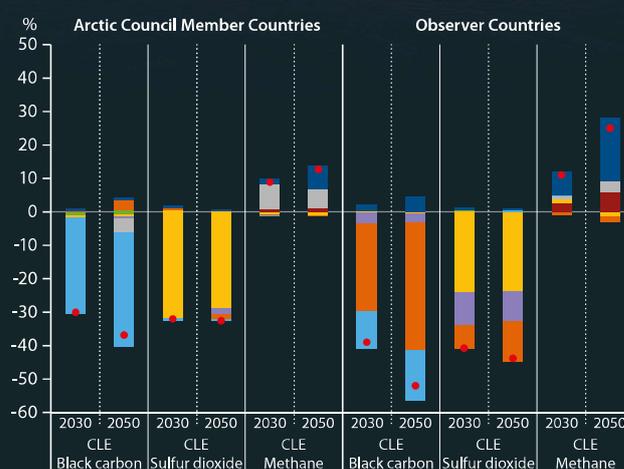


## FUENTES DE EMISIÓN

De manera conjunta los países Miembros y Observadores del Consejo Ártico representan aproximadamente la mitad de las emisiones antropogénicas globales actuales de hollín, dióxido de azufre y metano. A pesar de que existen diferencias entre las estimaciones disponibles de emisiones de SLCE, especialmente a nivel sectorial, la contribución relativa de diferentes fuentes parece robusta. Con base en los inventarios de emisiones desarrollados para esta evaluación, los países Miembros del Consejo Ártico representaron el 8% del total mundial de emisiones antropogénicas de hollín en 2015, siendo el transporte por tierra la fuente más importante, seguida de la combustión en viviendas y la quema de gas en el sector del petróleo y del gas. A nivel mundial, los países Observadores contabilizaron el 40% de las emisiones antropogénicas de hollín en 2015, siendo dominantes las emisiones de China e India y con la combustión en viviendas como fuente principal seguida por el transporte terrestre. El transporte marítimo en el Ártico es actualmente una fuente menor de emisiones de hollín.

En el caso del dióxido de azufre, los Países Miembros del Consejo Ártico representaron el 13% de las emisiones globales en 2015 y los países Observadores el 30%. El sector energético y la industria son las fuentes más importantes, tanto en Miembros del Consejo Ártico como en países Observadores.

En cuanto al metano, los países miembros del Consejo Ártico representaron el 20% de las emisiones antropogénicas mundiales en 2015, principalmente a través del sector energético, y especialmente mediante la exploración de yacimientos y la distribución de petróleo y gas. Por otra parte, también se registraron contribuciones sustanciales de los residuos y la agricultura. Los países Observadores representan el 30% de las emisiones globales de metano. Mientras que las emisiones de la agricultura representan actualmente casi el 50%, el crecimiento en el futuro estará dominado por el aumento de las emisiones asociadas a la gestión de residuos.



- Agricultural waste burning
- Agriculture
- Energy (including coal mining)
- Industry
- Oil & gas (including flaring)
- Residential combustion
- Surface transport
- Waste
- Net changes

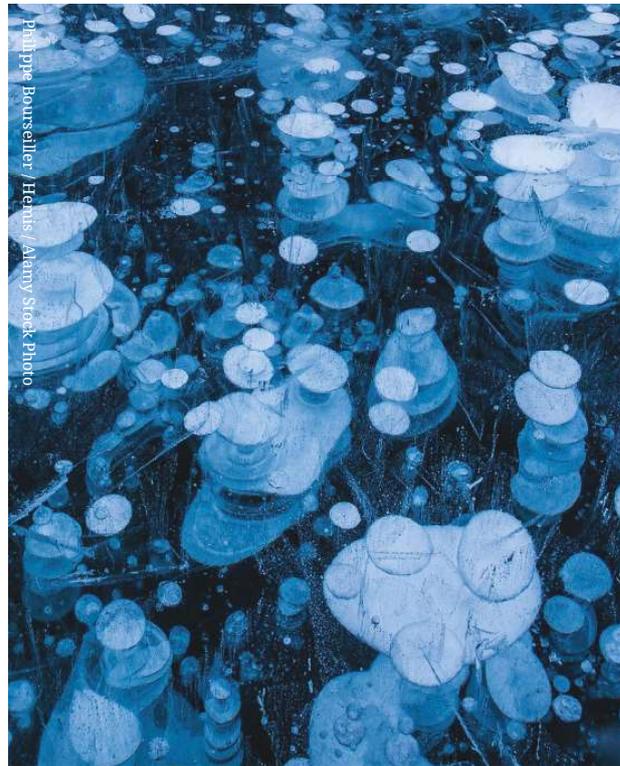
Cambios relativos en las emisiones acordos al escenario de la Legislación Actual (CLE) en 2030 y 2050 comparado a 2015 y reducción potencial de acuerdo al escenario de Reducción Máxima Factible (MFR) comparado con el escenario CLE en 2030 y 2050.

## FUTURAS EMISIONES DE ORIGEN ANTROPOGÉNICO

La plena aplicación de la legislación actual conduciría a reducir las emisiones de SLCF tanto en países Miembros como en Observadores del Consejo Ártico. Para el hollín, se estima una disminución del 37% en los países del Consejo Ártico y 52% en los países observadores para 2050 en comparación con 2015. Los escenarios de futuras emisiones utilizados para esta evaluación de AMAP indican que el compromiso voluntario a nivel colectivo dentro del Consejo Ártico de cara a reducir las emisiones de hollín del 25 al 33% por debajo de los niveles de 2013 para 2025, casi podría lograrse implementando las políticas vigentes, las cuales se estiman compatibles con reducciones del 22% para 2025<sup>1</sup>. Existe un potencial significativo para seguir reduciendo emisiones que se podría lograr con las mejores tecnologías disponibles.

Se espera que las emisiones de metano aumenten un 13% para 2050 en los países miembros del Consejo Ártico y un 25% en países observadores incluso si se implementa la legislación vigente. La tendencia estimada en las emisiones futuras, considerando la implementación de la legislación actual, no es coherente con el compromiso del “Marco de Acción del Consejo Ártico para una Mayor Reducción en las Emisiones de Hollín y Metano”... enfocado a la reducción significativa de nuestras emisiones de metano.

Para el dióxido de azufre, los escenarios de la Legislación actual indican una fuerte disminución de las emisiones de aproximadamente un 33% para Países Miembros y un 45% para países Observadores en el año 2050. Las políticas actuales de aire limpio podrían reducir las emisiones de hollín en los sectores residencial y de transporte y, en cierta medida, de la industria. Se pueden lograr considerables reducciones adicionales de las emisiones aplicando las mejores tecnologías disponibles. Esto es especialmente notable para el hollín en el caso de la combustión residencial (calefacción y cocinas) y de la producción industrial de petróleo y gas, para la emisión de dióxido de azufre procedente de la producción de energía y de la industria, para las emisiones de metano del petróleo y de la producción de gas y para una mejor gestión a nivel municipal los de residuos de la industria.



## EMISIONES NATURALES DE METANO Y PARTÍCULAS

Las emisiones naturales de metano son importantes en el Ártico y, de hecho, son la fuente dominante debido a los numerosos humedales de la región. Sin embargo, estas emisiones son aproximadamente dos veces y media más pequeñas que las emisiones antropogénicas globales de metano de los combustibles fósiles. Las futuras emisiones naturales son inciertas pero se proyecta un aumento del metano del Ártico a partir de varios escenarios de calentamiento de origen antropogénico menor que las potenciales reducciones de las emisiones antropogénicas de metano a nivel global. Los posibles cambios en el futuro de las emisiones naturales, por ejemplo debido al calentamiento que conduce a la degradación del permafrost o hacia un ambiente más húmedo, no se han incluido en la modelización de los impactos climáticos de los SLCF, debido a las grandes incertidumbres en las proyecciones de las futuras emisiones.

Las emisiones del océano Ártico, es decir, las asociadas al rocío marino y a gases marinos biogénicos que forman material particulado, se modificarán con el cambio climático, e influirán por tanto en el clima ártico. Aun no existe una comprensión suficiente para estimar de manera cuantitativa estos efectos.

<sup>1</sup> El EGBCM del Consejo Ártico emplea las emisiones reportadas a nivel nacional y las proyecciones como base para evaluar el progreso hacia la consecución de los objetivos del Marco del Consejo Ártico para la Acción de Mejora en las Reducciones de Emisiones de Hollín y Metano. Para más detalles de la información utilizada en el proceso de evaluación de AMAP véase la sección ‘Evaluación de impactos de SLCF’.

# INCENDIOS Y CAMBIO CLIMÁTICO

Los incendios forestales y las quemaduras provocadas en campos agrícolas, pastizales y bosques constituyen una fuente importante de hollín y carbono orgánico a la atmósfera. Las estimaciones actuales indican que el 12-15% de la deposición total de hollín en el Ártico respecto al total asociado a la actividad antropogénica a nivel global se origina en incendios forestales boreales de Siberia, Canadá, y Alaska, teniendo en cuenta las emisiones procedentes de la quema de biomasa de todo tipo de incendios. Las contribuciones de los SLCF a la concentración atmosférica pueden ir modificándose a medida que cambia el clima. La sincronización de las emisiones procedentes de incendios en relación con la extensión de la nieve y el hielo es un factor importante a tener en cuenta en los impactos producidos sobre el clima ártico. Una estacionalidad más alterada en combinación con la ubicación de los incendios podría provocar mayor deposición de hollín (en fechas más tempranas y con regímenes de fuego de territorios del norte combinados con quemaduras agrícolas abiertas), pero también menor deposición de hollín (incendios de verano a otoño en paisajes boreales y templados) sobre la nieve ártica y el hielo marino. Para la evaluación de 2021 de AMAP sobre SLCF, la revisión de la literatura y la comparación de los modelos de emisiones de incendios publicados, junto a un modelo de fuego empleado de manera específica por AMAP, proporcionan información sobre las emisiones actuales y futuros regímenes de incendios y emisiones.

Si bien los incendios son una parte natural de los ecosistemas de algunas zonas árticas se espera que el cambio climático aumente la duración de la temporada de incendios, al crear condiciones más secas e incrementar el riesgo de que los rayos provoquen incendios debido a un posible aumento de este tipo de eventos. Hay otros factores que también influyen, como el aumento de la actividad humana en áreas rurales y la alta carga de combustible de la extinción de incendios anteriores y de los daños que producen las plagas. Las bases de datos mundiales sobre emisiones de incendios indican una tendencia creciente más marcada en los incendios al norte de 60°N desde 2005 a 2018, que en la actividad de incendios entre 50° y 60°N, que presenta estimaciones decrecientes en las emisiones de incendios forestales en uno de los modelos. El modelo a medida de emisiones actuales desarrollado para la evaluación de AMAP de 2021 sobre SLCF indica que la mayor parte de la actividad de incendios y las emisiones de incendios ocurren entre 50° y 60°N, latitud correspondiente a la extensión

sur de la región boreal. Durante el mismo período se observaron pocas zonas abiertas con emisiones procedentes de la quema de biomasa entre 70° y 80°N. Por encima de los 80°N de latitud no se observaron incendios debido a las limitaciones en la cobertura satelital.

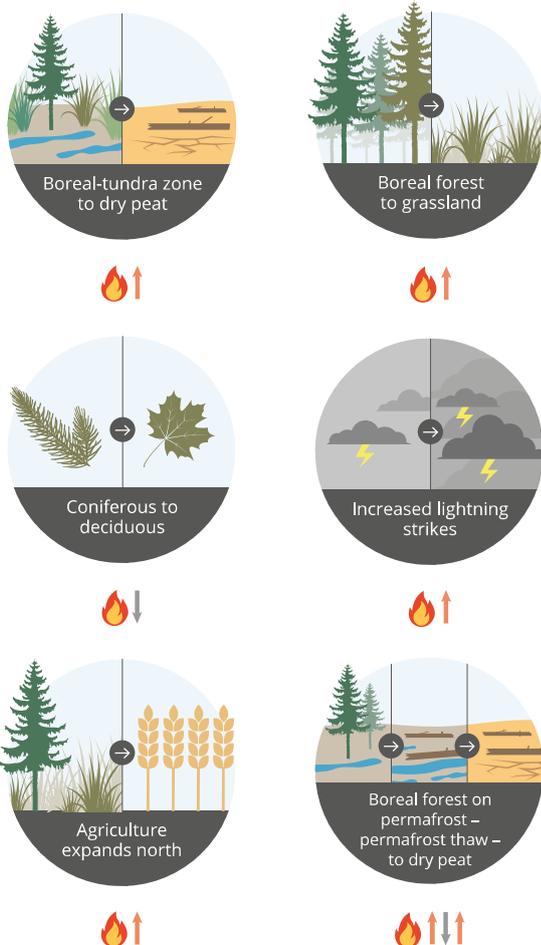
Cada vez hay más pruebas de que el cambio climático juega un papel en la temporada de los grandes, tempranos e incontrolables incendios en bosques boreales remotos. También ha impulsado un comienzo temprano de la temporada de incendios en la tundra ártica, con incendios forestales extremos en las áreas más pobladas. Los incendios en Groenlandia occidental a finales de los veranos de 2017 y 2019, tras períodos de condiciones meteorológicas cálidas, secas y soleadas son un fenómeno nuevo. Aunque todavía es relativamente pequeño a escala global, el calentamiento futuro del Ártico podría conducir a más y mayores incendios en territorios donde los incendios forestales no eran habituales anteriormente.

## PERSPECTIVAS FUTURAS

Un cambio climático más acentuado afectará a los riesgos ocasionados por futuros incendios. En algunos casos, el fuego podría volverse lo suficientemente severo como para causar cambios en los ecosistemas de manera que eso aumentase la probabilidad de futuros incendios. Además de producirse un aumento potencial a su vez en las igniciones por rayos y una temporada de incendios más larga, la degradación del permafrost puede aumentar la cantidad de vegetación seca y los combustibles de turba de carbono. Los fuegos de turba pueden arder durante mucho tiempo, dando lugar a grandes emisiones de humo. Estos incendios también son extremadamente difíciles de extinguir y pueden arder bajo la superficie durante todo el invierno y resurgir en la primavera. Este tipo de incendios se denominan zombis o remanentes. El tamaño total de las emisiones de los incendios de turba es difícil de estimar y predecir. Por ejemplo, la fusión discontinua del permafrost puede aumentar la cantidad de combustible de turba disponible para los incendios, pero también puede rehumedecer los suelos, limitando la ignición y la propagación del fuego. Las turberas en la región boreal y en el Ártico son enormes sumideros de carbono natural y los incendios de turberas pueden liberar mucho más dióxido de carbono que un típico incendio forestal por unidad de área quemada, además de la de los propios SLCF.

El cambio en la actividad humana es otro factor, incluyendo una mayor actividad turística, más talas y un mayor potencial para la agricultura en territorios situados más al norte. Un movimiento hacia el norte de la agricultura y sus prácticas de quema asociadas también pueden conducir a un aumento de las emisiones en el Ártico o en su entorno más cercano. La actividad humana sigue suponiendo la principal fuente de ignición, incluso en el Ártico.

El cambio climático afectará a los bosques y a la silvicultura con impactos directos sobre el crecimiento forestal y cambios en insectos y daños relacionados con el clima. En la evaluación de AMAP de 2021 sobre los SLCF se encuentra que las condiciones climáticas futuras son favorables para incendios forestales en la zona boreal, incluso para bosques sujetos a una gran actuación en su gestión. Los fuegos de alta intensidad que son difíciles de controlar serán más probables, incluyendo megafuegos intensos. Los futuros incendios en la región del Consejo Ártico continuarán siendo fuentes cercanas al Ártico de hollín, metano, y dióxido de carbono y se prevé que vayan en aumento.



Cambios en el riesgo de incendio debido a modificaciones esperadas en los ecosistemas y patrones climáticos a mediados y finales del siglo XXI debido al cambio climático; 'flechas hacia arriba' indican un aumento en el riesgo de incendio y 'flechas hacia abajo' una disminución. En transiciones de bosque boreal a permafrost, el riesgo de incendio puede aumentar en primer lugar, luego disminuir y luego volver a aumentar según los cambios en los ecosistemas, siendo la humedad del suelo uno de los principales impulsores de los incendios de turba a nivel del suelo en el Ártico y en los sistemas boreales. La mayoría de los estudios de los cambios en el riesgo de incendio se basan en escenarios de altas emisiones.



# RECOMENDACIONES

Sobre la base de la evaluación de 2021 sobre los forzamientos climáticos de corta duración y sus impactos en la calidad del aire, la salud humana y el clima en el Ártico, el Grupo de Trabajo AMAP recomienda que:

## 1 LA LEGISLACIÓN ACTUAL DEBE SER APLICADA DE MANERA EFECTIVA Y LA OPORTUNA Y EFICAZ APLICACIÓN DE LA MEJOR TECNOLOGÍA DISPONIBLE MÁS ALLÁ DE LA LEGISLACIÓN ACTUAL DEBE ADEMÁS CONTAR CON UN FIRME APOYO PARA REDUCIR LAS EMISIONES DE SLCF

- La implementación efectiva de la legislación nacional actual y los acuerdos internacionales para reducir la contaminación del aire tendrán beneficios sustanciales sobre la salud en los países Miembros y Observadores del Consejo Ártico. También se obtendrán beneficios adicionales para la salud, así como para el clima de manera que un aumento en el uso de las mejores tecnologías disponibles para reducir las emisiones, especialmente en los países Observadores del Consejo Ártico.
- Se requerirá la implementación completa de las mejores tecnologías disponibles para reducir la emisión de hollín y metano con el fin de compensar el calentamiento adicional del Ártico causado por la reducción de emisiones de dióxido de azufre en un escenario de máxima reducción factible. La reducción de las emisiones de azufre está justificada desde el punto de vista de la calidad del aire y las afecciones a la salud. La reducción del hollín y el metano es especialmente importante para aminorar el calentamiento a corto plazo. Para limitar el calentamiento a largo plazo en el Ártico, la reducción brusca e inmediata de las emisiones de dióxido de carbono de todos los países sigue siendo crítica.
- Las proyecciones de futuras emisiones de metano indican que la legislación actual es insuficiente para alcanzar el compromiso en el Marco del Consejo Ártico para la Acción de Mejora en las Reducciones de Emisiones de Hollín y Metano... encaminado a "la reducción significativa de nuestras emisiones totales de metano". Por tanto, hay una necesidad de alcanzar una mayor ambición en las reducciones de emisiones de metano, especialmente en la prevención de fugas originadas en la producción de petróleo y gas (en el Ártico y en otros lugares).
- Para una reducción de las emisiones de hollín de los miembros del Consejo Ártico resultará especialmente importante focalizar en las emisiones de los motores diésel, la quema de gas y la combustión residencial (incluidas las estufas de leña).

## 2 LOS PAÍSES MIEMBROS Y OBSERVADORES DEL CONSEJO DEL ÁRTICO DEBEN APOYAR Y MEJORAR LA INFORMACIÓN Y EL SEGUIMIENTO ACERCA DE LAS EMISIONES CON EL OBJETIVO DE EVALUAR EL PROGRESO EN LA REDUCCIÓN DE EMISIONES DE SLCF

- Los informes nacionales de las emisiones de SLCF dirigidos a los organismos internacionales sustentan el desarrollo de escenarios fiables de emisión y mitigación, enfatizando la importancia de asegurar que una oportuna, transparente y completa información sobre las emisiones de SLCF se comparte en foros internacionales de relevancia, aunque los informes no sean obligatorios.
- Existe una necesidad urgente de continuar y mejorar los informes y proyecciones acerca de las emisiones de hollín mediante el avance de la ciencia con la finalidad de apoyar el desarrollo de metodologías comunes, de tal modo que contribuyan a una presentación de informes mejorados sobre inventarios nacionales de acuerdo a la Convención del Aire y al Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.



ABORDA  
UN NUEVO  
HALLAZGO



MENSAJE A  
REFORZAR



ABORDA UNA  
LAGUNA DE  
CONOCIMIENTO

### **3 LAS FUENTES LOCALES DE EMISIONES DE HOLLÍN EN EL ÁRTICO DEBEN CONTAR CON UNA MEJOR IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN PARA APOYAR LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS EFECTIVAS DE CARA A REDUCIR LA CONTAMINACIÓN LOCAL DEL AIRE EN COMUNIDADES ÁRTICAS**

- El uso de las mejores tecnologías y prácticas operativas disponibles podría reducir las emisiones locales de SLCF asociadas a la calefacción residencial, a la quema de residuos y al uso de generadores diésel y, por lo tanto, reducir los impactos en la salud de la mala calidad del aire.

### **4 SE DEBEN IMPLEMENTAR ESTRATEGIAS EFECTIVAS PARA LIMITAR LAS QUEMAS AGRÍCOLAS Y LOS INCENDIOS FORESTALES CON OBJETO DE REDUCIR LAS EMISIONES DE LOS INCENDIOS, LA CONSECUENTE CONTAMINACIÓN DEL AIRE Y EL CALENTAMIENTO DEL CLIMA.**

- Los incendios forestales y las quemadas provocadas en el Ártico y en sus proximidades son una fuente creciente de hollín en el Ártico, con impactos negativos tanto en la salud como en el clima. El cambio climático probablemente aumentará el riesgo y la frecuencia de incendios forestales.
- La actividad humana y las comunidades del Ártico necesitan adaptarse a un aumento del riesgo de incendio. Una mejor comprensión del grado en el que las técnicas de manejo de incendios contribuyen a reducir las emisiones de hollín es necesaria para apoyar el desarrollo de estrategias de gestión del fuego con una amplia aceptación de comunidades Indígenas y locales del Ártico.

### **5 LA BASE DE CONOCIMIENTOS PARA EVALUAR LOS IMPACTOS DE LAS EMISIONES EN LA SALUD Y EL CLIMA Y LOS ESFUERZOS DE MITIGACIÓN DEBEN SER MEJORADOS, EN PARTICULAR CON RESPECTO A:**

- **Monitorización:** es imperativo que los sistemas de observación se mantengan y se amplíen con objeto de proporcionar datos para la evaluación de la efectividad de políticas de emisiones, la modelización de impactos de las emisiones de SLCF sobre el clima, la salud y el medio ambiente y la vigilancia de la salud pública, siendo esto último especialmente importante en regiones pobladas del Ártico. Además, el seguimiento por satélite y el mapeo de incendios es un complemento esencial para la información oficial de emisiones de SLCF procedentes de los incendios.
- **Investigación:** se necesitan más investigaciones sobre los impactos del cambio climático en las emisiones de SLCF de fuentes naturales, como el metano procedente de humedales, el deshielo de permafrost y los aerosoles sulfatados del rocío del mar.
- **Impactos en la salud:** a pesar de que la comprensión científica de los impactos de la contaminación del aire en la salud es robusta, se necesitan más estudios para cuantificar las emisiones locales y sus riesgos asociados a la salud de las comunidades árticas, así como distinguir entre los impactos de las emisiones de fuentes de contaminación locales y regionales que afectan a la calidad del aire a nivel local. También es necesario investigar más para comprender mejor los niveles de exposición y los efectos asociados a la salud derivados de los combustibles sólidos, como por ejemplo las calefacciones domésticas.
- **Modelización:** se requiere una mejor integración entre los modelos del clima global y los modelos de dispersión atmosférica para obtener estimaciones robustas de impactos tanto en el clima como en la calidad del aire.
- **Análisis de costes-beneficios:** aprovechando el trabajo emprendido por la OCDE, es necesario realizar más análisis de los costes y beneficios económicos alcanzados a través de medidas específicas para reducir las emisiones de SLCF.

AMAP, establecido en 1991 bajo la Estrategia de Protección Medioambiental de los ocho países del Ártico, monitoriza y evalúa el estatus de la región ártica con respecto a la contaminación y al cambio climático. AMAP produce evaluaciones con base científica que son relevantes para la formulación de políticas y productos de divulgación pública para informar a los responsables de políticas y procesos de toma de decisiones. Desde 1996, AMAP constituye uno de los seis grupos de trabajo del Consejo Ártico.

Este documento fue preparado por el Programa de Monitorización y Evaluación del Ártico (AMAP) y no representa necesariamente la visión del Consejo Ártico, sus miembros o sus observadores.

La base para este resumen, el informe **Evaluación de AMAP de 2021: Impactos de los Forzamientos Climáticos de Corta Duración en el Clima Ártico, la Calidad del Aire y la Salud** es uno de los informes y evaluaciones publicados por AMAP en 2021. Para obtener más detalles sobre aspectos relacionados con el clima y la contaminación se remite al lector a este y los siguientes informes:

- *Evaluación de AMAP de 2020: COP y Sustancias de Preocupación Emergente en el Ártico: Influencia del Cambio Climático*
- *Evaluación de AMAP de 2021: Mercurio en el Ártico*
- *Evaluación de AMAP de 2021: Salud Humana en el Ártico*
- *Cambio Climático en el Ártico, Actualización de AMAP de 2021: Tendencias e Impactos Clave*

1. AMAP es el editor de la versión original en inglés.
2. La versión traducida al español del Resumen para Responsables de Políticas se ha llevado a cabo desde AEMET.
3. En lugar de realizar una traducción literal al español se ha intentado enfatizar el significado y repercusión de cada oración.
4. Si se produjera alguna inconsistencia entre la versión original en inglés y la traducida al español, la versión en inglés será la que tenga validez.
5. Los puntos de vista en la traducción al español no son necesariamente compartidos por AMAP.
6. Para más información sobre el proyecto: [www.amap.no](http://www.amap.no) o contáctese con el Secretariado de AMAP.



#### AMAP Secretariat

The Fram Centre,  
Box 6606 Stakkevollan,  
9296 Tromsø, Norway

Tel. +47 21 08 04 80  
Fax +47 21 08 04 85

[amap@amap.no](mailto:amap@amap.no)  
[www.amap.no](http://www.amap.no)

**AMAP**  
Arctic Monitoring and  
Assessment Programme