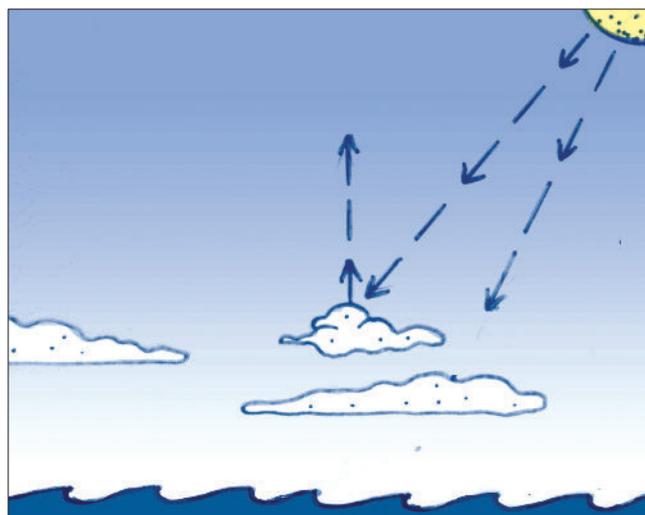


## Blanqueamiento de nubes marinas

### Descripción y propósito de la tecnología

El blanqueamiento de nubes marinas es una propuesta teórica de geoingeniería solar que pretende crear nubes más blancas para reflejar más luz solar al espacio. El aclaramiento de las nubes se conseguiría aumentando la concentración de gotas de nube más pequeñas. Para lograr esto, los partidarios del blanqueamiento de nubes marinas sugieren disparar grandes cantidades de diminutas partículas, como aerosoles de sal, a las nubes marinas. Estas partículas actuarían como núcleos de condensación de las nubes —las moléculas de vapor de agua se reunirían alrededor de estos núcleos de condensación para formar minúsculas gotas de nube. ¿Y cómo llegarían las partículas a las nubes? Se propone inyectar aerosoles salados a las nubes marinas rociando agua de mar desde embarcaciones con dispositivos para convertir el agua salada en partículas diminutas.<sup>1</sup>

En teoría, unas nubes más brillantes podrían disminuir la radiación solar que llega a la superficie de la Tierra y por tanto reducirían la temperatura de la atmósfera y de los océanos ya que absorberían menos energía solar. El blanqueamiento de nubes marinas no reduce la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera y, como todas las técnicas de geoingeniería solar, podría tener impactos en los patrones climáticos con consecuencias ecológicas potencialmente calamitosas en regiones enteras. ¿Quién decide quienes deberán sufrir las posibles sequías o inundaciones causadas por el blanqueamiento de nubes a gran escala?



Este enfoque pretende blanquear las nubes con gotas más pequeñas pero más densas, con el objetivo de que reflejen más luz solar hacia el espacio.

### Actores implicados

El blanqueamiento de nubes marinas se investiga y modela en universidades e instituciones de investigación. La primera prueba conocida al aire libre se llevó a cabo en 2011, frente a la costa de Monterey, California, como parte del experimento de nubes de aerosol emitidas en el Pacífico Oriental (E-PEACE, por sus siglas en inglés). El proyecto fue financiado por la Fundación Nacional de Ciencias de Estados Unidos y dirigido por la Universidad de California en San Diego. Durante los doce días que duró la prueba,

se liberaron aerosoles salinos desde un avión, así como humo y gases de escape desde un buque de investigación y un barco de contenedores. Después, un avión midió los parámetros de la investigación, con el objetivo de recoger datos sobre las interacciones entre las nubes y los aerosoles para modelar el blanqueamiento de nubes marinas.<sup>2</sup>

En marzo de 2020 se realizó otro experimento de blanqueamiento de nubes



marinas a cielo abierto en Australia. El proyecto afirmaba realizar las pruebas como un método para proteger la Gran Barrera de Coral, pero el blanqueamiento de nubes marinas es claramente incapaz de hacer frente a las principales amenazas para el arrecife: la acidificación del océano y la contaminación del agua en las zonas costeras.

La Southern Cross University y el Sydney Institute of Marine Science, en el marco de un programa llamado Australian Reef Restoration and Adaptation Program, (RRAP) probaron durante cuatro días la tecnología de blanqueamiento de nubes marinas desde una embarcación en una zona del sur de la Gran Barrera de Coral. La máquina prototipo que se probó bombeaba agua de mar a través de un filtro y la rociaba con dispositivos con boquillas que producían minúsculas gotas de agua. Un ventilador impulsaba las gotas microscópicas a la atmósfera. Se anunciaron pruebas a mayor escala, que pretendían cubrir un área de 400 km<sup>2</sup>, y una coalición mundial de casi 200 grupos ecologistas protestó contra el experimento.<sup>3</sup>

Ese proyecto está relacionado con el Marine Cloud Brightening Project, con sede en Estados Unidos, varios de los responsables del proyecto investigan y desarrollan modelos de geoingeniería desde hace una década, por ejemplo, los investigadores de la Universidad de Sydney. La crisis de la Gran Barrera de Coral les proporcionó una plataforma para intentar superar la crítica pública al uso de la geoingeniería.<sup>4</sup> La Fundación de la Gran Barrera de Coral, que realiza un estudio sobre geoingeniería solar como parte del programa gubernamental RRAP, tiene estrechos vínculos con el mayor emisor de gases de efecto invernadero de Australia, la empresa minera BHP, y con otros grandes emisores de las industrias minera y de aviación. Las inversiones en estos experimentos evidencian el gran interés que tienen los grandes contaminadores en evitar verdaderas reducciones de gases de efecto invernadero, para poder seguir sus negocios como de costumbre.<sup>5</sup>

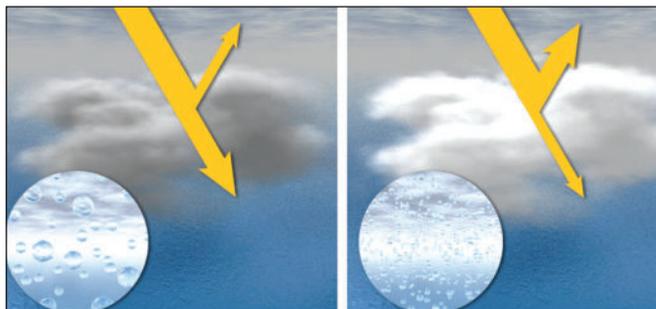
Otros proyectos, como "VAMOS" el Experimento Regional de Estudio del Océano-Nubes-Atmósfera-Tierra, han investigado los impactos de los aerosoles en las nubes y se han convertido en una fuente clave de datos para la modelización del

**// El blanqueamiento de nubes marinas no reduce la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera y podría tener impactos en los patrones climáticos con consecuencias ecológicas potencialmente calamitosas en regiones enteras. ¿Quién decide quiénes y dónde deberán sufrir las sequías o inundaciones potencialmente causadas por el blanqueamiento de nubes a gran escala? //**

blanqueamiento de nubes marinas. Los estudios de modelización tienen como objetivo estudiar la eficacia, efectos secundarios, riesgos e implicaciones económicas del blanqueamiento de nubes marinas y podrían considerarse un paso intermedio en la preparación de pruebas en exteriores, aunque la calidad y relevancia de los resultados de la modelización son muy cuestionables.

Varios estudios de modelización del blanqueamiento de nubes marinas se llevan a cabo en el marco del Proyecto de Intercomparación de Modelos de Geoingeniería (GeoMIP), una colaboración entre centros de modelización climática de todo el mundo, y también en la Universidad de Leeds en el Reino Unido. La Universidad de Finlandia Oriental y el proyecto paneuropeo IMPLICC concluyeron a su vez estudios de investigación y modelización sobre geoingeniería solar que incluyeron blanqueamiento de nubes marinas en 2012 y 2014.<sup>6</sup>

John Latham, profesor jubilado de ciencias computacionales de la Universidad de Manchester, fue uno de los primeros en proponer el blanqueamiento de nubes marinas. Junto con Stephen Salter, profesor de ingeniería de la Universidad de Edimburgo,



El blanqueamiento de nubes marinas propone hacer que las nubes sean más blancas, al producir gotas más pequeñas pero más densas. Ilustración: NASA.

desarrolló y modeló la idea de lanzar varios centenares de embarcaciones impulsadas por viento, cada una con un costo de 2.5 millones de libras esterlinas, para disparar gotas de agua salada al cielo. Salter también propuso un programa de blanqueamiento de nubes marinas basado en barcos para proteger el hielo marino produciendo nubes en la región del Ártico durante los veranos árticos.<sup>7</sup>

Un equipo conjunto formado por personal del Laboratorio Nacional del Noroeste del Pacífico (PNNL, por sus siglas en inglés) y de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos (NOAA, por sus siglas en inglés) lleva a cabo otras actividades de investigación y modelización. Los resultados de las simulaciones de los modelos realizados por el equipo de investigación del PNNL-NOAA contribuyen al Marine Cloud Brightening Project (MCBP), un proyecto de blanqueamiento de nubes marinas financiado por el fondo FICER respaldado por Bill Gates. El MCBP, en el que colaboran la Universidad de Washington y el PNNL, desarrolló una tecnología para generar niebla salina aerosolizada a partir de agua de mar y rociarla en las nubes.

Tras la elaboración de modelos, experimentos a escala de laboratorio y en interiores, anunciaron varias pruebas a cielo abierto, entre ellas una prueba de dispersión costera en Moss Landing, California, y pruebas de pulverización de nubes en otros lugares de la costa. Una prueba propuesta a gran escala afectaría a un área de 10 mil kilómetros cuadrados en el Pacífico nororiental. El MCBP cambió de nombre dos veces: hace una década ya se habían planificado pruebas de campo a gran escala bajo los nombres Silver Lining Project y Silver Lining Inc., pero se cancelaron debido a protestas públicas y a la falta de financiamiento.

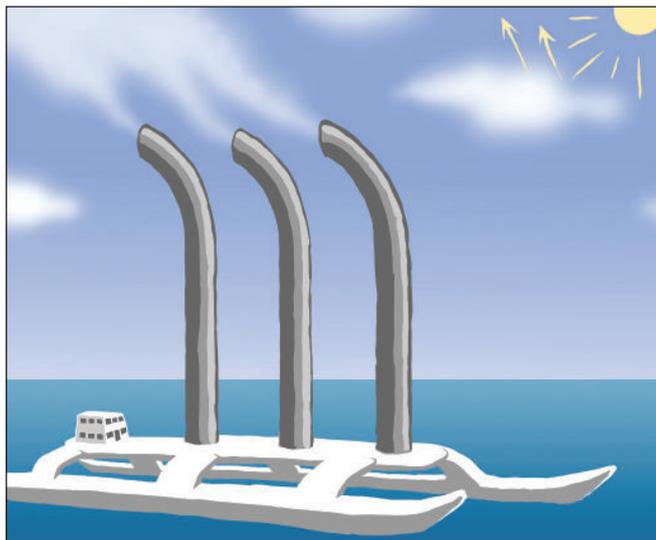
En 2019, el gobierno estadounidense asignó 4 millones de dólares de financiamiento a la NOAA para realizar investigaciones sobre técnicas de geoingeniería solar —el blanqueamiento de nubes marinas está entre los enfoques que serán explorados por la NOAA.<sup>8</sup>

## Impactos de la tecnología

Si bien los resultados de modelización plantean que el blanqueamiento de nubes marinas podría reducir las temperaturas medias mundiales, también muestran que tendría impactos considerablemente variados y potencialmente muy perjudiciales en diferentes partes del mundo.<sup>9</sup> Por ejemplo, se prevé que la precipitación media mundial disminuya junto con las temperaturas —un estudio muestra que la precipitación podría disminuir hasta un 2.3%. Se prevé que América del Sur se vuelva más cálida y seca con el blanqueamiento de nubes marinas.<sup>10</sup> En particular, los modelos indican una reducción sustancial de las precipitaciones en la cuenca del Amazonas, lo que supondría un desastre ecológico debido a graves consecuencias para esa gran selva tropical.<sup>11</sup> Otro estudio predice un aumento masivo del 7.5% en el escurrimiento sobre la tierra debido al aumento de precipitaciones en los trópicos, aunque la precipitación media global disminuya.<sup>12</sup>

Aunque los investigadores han sugerido con optimismo que los cambios en las precipitaciones “podrían evitarse no sembrando alguna zona en particular”,<sup>13</sup> estos estudios muestran que es altamente probable que la geoingeniería tenga importantes consecuencias no deseadas y lo poco que se conocen sobre esas consecuencias.

Los modelos también muestran que una vez que se empieza a enfriar la Tierra con el blanqueamiento de nubes marinas (y de hecho con todos los demás enfoques de geoingeniería solar), hay que aumentarlo cada vez más para seguir teniendo el mismo efecto. En el caso del blanqueamiento de nubes marinas, esto significaría una mayor modificación de las nubes, y aumentar tanto las regiones objetivo como la cantidad en la que se modifican las nubes. Por lo tanto, los problemas creados por un cese repentino de la geoingeniería —como un shock de terminación con rápido aumento de las temperaturas, previsto en los



Embarcaciones con dispositivos especiales intentan rociar gotas de agua salada en el cielo.

resultados de modelización— no harían más que empeorar con el paso del tiempo.<sup>14</sup> Un estudio reciente ha hecho hincapié en que el cese repentino de la geoingeniería solar aumentaría significativamente las amenazas a la biodiversidad derivadas del cambio climático, debido a cambios abruptos de temperatura no experimentados antes que no permitirán a las especies vegetales y animales adaptarse.<sup>15</sup>

Los investigadores también han señalado la vulnerabilidad del blanqueamiento de nubes marinas a los ataques físicos, dado que las embarcaciones de pulverización estarían en los océanos abiertos. Si se impidiera el funcionamiento de muchos o de todos los buques de pulverización de nubes, se produciría un rápido aumento de la temperatura global, con todos los impactos que ello implica en los patrones climáticos y otras consecuencias adversas.<sup>16</sup> Si imaginamos un futuro distópico en el que la geoingeniería se despliega

ampliamente, la amenaza de graves conflictos sobre su despliegue y sus impactos desiguales no es descabellada.

## Nivel de realidad

El blanqueamiento de nubes marinas es un concepto teórico y la investigación sobre sus efectos se limita casi por completo a la modelización. Pero incluso la modelización puede servir de estímulo para impulsar esta peligrosa tecnología y las pruebas a cielo abierto. Se han anunciado experimentos esporádicos en el mundo real que podrían llevarse a cabo próximamente si cuentan con el financiamiento suficiente.

La oposición pública también es un factor. En Australia se integró una coalición de casi 200 grupos ecologistas de 45 países contra los experimentos a cielo abierto tras las pruebas en la Gran Barrera de Coral australiana.

La propia encuesta de percepción pública del proyecto RRAP australiano –que cobijó el experimento en 2020– mostró que el público se opone al blanqueamiento de nubes marinas. Según la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas, las comunidades costeras indígenas tienen derecho, en virtud de los requisitos del Consentimiento Libre, Previo e Informado, a dar o negar su consentimiento a un proyecto que pueda afectarles a ellas o a sus territorios.<sup>17</sup>

## Más información

Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll, **“Geoengineering Map”**, <https://map.geoengineeringmonitor.org/>

## Notas finales

- 1 Latham et al. (2012), “Marine Cloud Brightening”, en Wood et al. (2017), “Could spraying particles into marine clouds help cool the planet?”, en *Philosophical transactions, Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*, Vol. 370: 4217–4262, <https://doi.org/10.1098/rsta.2012.0086>; University of Washington News, “Could spraying particles into marine clouds help cool the planet?”, 25 de julio de 2017, <https://www.washington.edu/news/2017/07/25/could-spraying-particles-into-marine-clouds-help-cool-the-planet/>
- 2 Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020), *Geoengineering Map*, <https://map.geoengineeringmonitor.org>
- 3 Grupo ETC, (2020), *Geoingeniería amenaza los océanos*, en <https://www.etcgroup.org/es/content/geoingenieria-amenaza-los-oceanos-0>

- 4 Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020), op. cit.; Friends of the Earth Australia (2020), "Geoengineering threatens oceans", 8 de junio de 2020, [https://www.foe.org.au/geoengineering\\_threatens\\_oceans](https://www.foe.org.au/geoengineering_threatens_oceans)
- 5 Great Barrier Reef Foundation (2020), "Corporate Partners", <https://www.barrierreef.org/what-we-do/partners/corporate-partners>; Taylor (2018), "The Tiny Foundation That Got \$443 Million To Save The Great Barrier Reef Asked A Mining Company To Vouch For It", 15 de noviembre de 2018, <https://www.buzzfeed.com/joshtaylor/the-great-barrier-reef-foundation-got-a-mining-company-to>
- 6 Rosen (2020), "How will geoengineering aerosols affect air temperature?", en *Geoengineering Monitor*, 16 de septiembre de 2020, <http://www.geoengineeringmonitor.org/2020/09/how-will-geoengineering-aerosols-affect-air-temperature/>; Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020), op. cit.
- 7 Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020), op. cit.
- 8 Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll (2020), "Geoengineering Map: Marine Cloud Brightening", <https://map.geoengineeringmonitor.org>
- 9 Jones et al. (2009), "Climate impacts of geoengineering marine stratocumulus clouds", en *J. Geophys. Res.*, Vol. 144, <https://doi.org/10.1029/2008JD011450>
- 10 Jones et al. (2010), "A comparison of the climate impacts of geoengineering by stratospheric SO<sub>2</sub> injection and by brightening of marine stratocumulus cloud", en *Atmos. Sci. Let.*, Vol. 12: 176-183, <https://doi.org/10.1002/asl.291>
- 11 Jones et al. (2009), op. cit.
- 12 Bala y Bappaditya (2011), "Albedo enhancement over land to counteract global warming: impacts on the hydrological cycle", en *Climate Dynamics*, Vol. 39: 1527-1542, <https://doi.org/10.1007/s00382-011-1256-1>
- 13 Latham et al. (2012), op. cit.
- 14 Jones et al. (2010), op. cit.
- 15 Christopher Trisos et al. (2018), "Potentially dangerous consequences for biodiversity of solar geoengineering implementation and termination", en *Nature Ecology & Evolution*, Vol. 2: 475-482, <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0431-0>
- 16 Latham et al. (2012), op. cit.
- 17 Friends of the Earth Australia (2020), op. cit.; Reef Restoration and Adaptation Program (2019), "The RRAP Investment Case and Concept Feasibility Study reports", accesado en septiembre de 2020, <https://www.gbrrestoration.org/reports#technical-reports>; United Nations (2016), "Free Prior and Informed Consent – An Indigenous Peoples' right and a good practice for local communities – FAO", 14 de octubre de 2016, <https://www.un.org/development/desa/indigenouspeoples/publications/2016/10/free-prior-and-informed-consent-an-indigenous-peoples-right-and-a-good-practice-for-local-communities-fao/>