

Geoingeniería desde el espacio: ¿la última frontera para la manipulación climática a escala planetaria?

Noviembre 24, 2025



Esta actualización sobre la geoingeniería solar en el espacio resume los últimos avances en el Mapa de Geoingeniería, destacando las nuevas tendencias que deben seguir la sociedad civil y los movimientos por la justicia climática en sus luchas contra la geoingeniería a nivel mundial.

*Esta es la segunda parte de una serie de cuatro actualizaciones sobre geoingeniería solar, en las que trataremos los proyectos de gestión de la radiación solar a distintas distancias entre la Tierra y el Sol, desde la superficie terrestre y a través de las nubes hasta la estratosfera y más allá. Ha sido investigada y redactada por **Anja Chalmin** y publicada con el apoyo del equipo del Monitor de la Geoingeniería.*

Avances críticos que cubre esta actualización:

- Cada vez son más los proyectos de investigación en marcha que tienen como objetivo desarrollar la idea de utilizar parasoles o escudos en el espacio para reducir la radiación solar entrante como estrategia de mitigación del cambio climático.
- Todos los enfoques de geoingeniería espacial que se consideran actualmente implicarían costes y un consumo de combustible considerables, por lo que solo unos pocos países tendrían los medios para desarrollar y controlar estas tecnologías.
- La Agencia de Investigación e Innovación Avanzada del Reino Unido (ARIA) ha concedido financiación a dos proyectos de geoingeniería espacial, uno que examina la viabilidad de una misión para probar reflectores solares en el espacio y el otro que se encarga de diseñar y modelar seis enfoques diferentes para los reflectores espaciales.
- Investigadores israelíes afirman que están listos para construir una sombra espacial a escala real del tamaño de Argentina y pretenden construir y lanzar un prototipo en un plazo de tres años.
- Otras propuestas incluyen el uso de burbujas y nubes de polvo como sombras espaciales, la fijación de estructuras de sombra a asteroides y la construcción de un ascensor espacial para bombear dióxido de carbono fuera de la atmósfera.

Resultados impredecibles, costes exorbitantes: la geoingeniería espacial aún está muy lejos de ser una realidad

La geoingeniería espacial tiene como objetivo controlar la radiación solar entrante para reducir los efectos del cambio climático. Todas las propuestas espaciales implican bloquear o reflejar dicha radiación mediante la

construcción de una estructura entre el Sol y la Tierra. Las propuestas van desde la creación de nubes de polvo compuestas de material lunar o de asteroides hasta la instalación de parasoles o reflectores en el espacio, pasando por la colocación de grandes espejos en satélites. Los modelos de geoingeniería espacial sugieren que reducir la radiación solar entrante en torno a un 2 % contrarrestaría los efectos del calentamiento provocados por la duplicación de los niveles de CO₂ en la atmósfera.

Aunque las estructuras cercanas a la Tierra se consideran más rentables, suscitan más escepticismo. Existe el riesgo de colisiones con satélites y de desechos espaciales. Además, proyectarían una sombra visible que podría afectar negativamente a la fotosíntesis y a los seres vivos. Por ello, la mayoría de las propuestas tienen como objetivo colocar una estructura en el punto de Lagrange (L1), situado aproximadamente a 1,5 millones de kilómetros de la Tierra, donde las fuerzas gravitatorias de la Tierra y el Sol prácticamente se anulan entre sí. No obstante, el impacto de los parasoles espaciales en las temperaturas de la superficie terrestre seguiría siendo impredecible, incluso si se colocaran en L1.

La geoingeniería espacial también resultaría extremadamente costosa. Actualmente, lanzar un kilogramo de carga útil a la órbita terrestre baja cuesta entre 1500 y 2000 dólares estadounidenses, y el costo aumenta significativamente para órbitas más altas. Incluso con costes de lanzamiento optimistas de 50 dólares por kilogramo, el coste estimado de una vela solar diseñada para reducir la radiación solar entrante en un 1 % sería de entre 5 y 10 billones de dólares. Por lo tanto, este enfoque de la geoingeniería sería demasiado costoso para la mayoría de los países, salvo unos pocos.

Uno de los principales costes sería el combustible. Según la NASA, un cohete de 2,5 millones de kilogramos necesita 2 millones de litros de propelente líquido en el momento del lanzamiento para superar la gravedad terrestre. Dado que la cantidad de carga útil que se puede transportar en cada lanzamiento es extremadamente pequeña en comparación con la necesaria para construir una estructura espacial, serían necesarios varios millones de lanzamientos, lo que supondría costes exorbitantes y contribuiría a agravar la crisis climática. Asimismo, alterar los niveles de radiación entrante a escala planetaria conllevaría riesgos e incertidumbres considerables, en particular respecto al posible impacto en los ecosistemas, los patrones de precipitación y los rendimientos agrícolas. También existe la preocupación de que un parasol espacial pueda desencadenar conflictos militares, lo que supondría retos insuperables en materia de gobernanza. Al igual que todas las propuestas de gestión de la radiación solar, la geoingeniería espacial no aborda las causas fundamentales del cambio climático. Esto significa que las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera seguirían aumentando de forma independiente.

Reino Unido: La Agencia de Investigación e Innovación Avanzadas (ARIA) financia proyectos de geoingeniería espacial

El programa de investigación "Climate Cooling" (enfriamiento climático) de ARIA, dotado con 57 millones de libras esterlinas, financia la investigación de una serie de tecnologías de geoingeniería, incluidas iniciativas espaciales y planes de geoingeniería solar en la atmósfera inferior, como los proyectos de blanqueamiento de nubes marinas e inyección estratosférica de aerosoles.

En 2025, ARIA concedió financiación a un proyecto dirigido por la Universidad de Glasgow, Reino Unido, cuyo objetivo es evaluar la viabilidad técnica de un reflector solar espacial. En este proyecto también participan investigadores de la Universidad Tecnológica de Delft (Países Bajos) y de la empresa espacial privada sueca AAC Clyde Space. Aunque el proyecto no implicará una misión espacial, examinará los retos de ingeniería asociados a una misión a pequeña escala para probar la viabilidad de un reflector de luz solar espacial. También proporcionará información para futuras investigaciones sobre este enfoque. Anteriormente, los investigadores de la Universidad de Glasgow han explorado y modelado diversas propuestas de geoingeniería espacial, como la colocación de una nube de polvo, de asteroides cercanos a la Tierra y de un gran escudo solar en L1.

ARIA ha concedido financiación a la Fundación Planetary Sunshade, con sede en Estados Unidos, para llevar a cabo un estudio de 15 meses en el que se diseñarán y modelarán seis enfoques diferentes de reflectores espaciales. Desde su fundación en 2021, esta organización ha propuesto instalar un parasol en L1 en forma de vela solar gigante de un millón de kilómetros cuadrados. Afirman que esto enfriaría el planeta en un grado. El proyecto de la fundación financiado por ARIA se está llevando a cabo en colaboración con investigadores de la Universidad de Cornell (EE. UU.), la Universidad de Nottingham (Reino Unido), Ethos Space (una empresa espacial privada estadounidense vinculada a SpaceX) y el Laboratorio de Propulsión a Chorro de la NASA en el California Institute of

Technology. El equipo, compuesto por ingenieros espaciales y modeladores climáticos, simulará los posibles impactos climáticos de los seis enfoques y evaluará cuáles merecen un estudio más detallado, teniendo en cuenta factores como la eficiencia, la escalabilidad y los posibles efectos secundarios.

Israel: Los investigadores planean lanzar un prototipo de parasol espacial

En 2024, un equipo de investigadores del Instituto de Investigación Espacial Asher del Instituto Tecnológico de Israel, dirigido por Yoram Rozen, puso en marcha el proyecto Cool Earth. El objetivo del proyecto es demostrar la viabilidad de la geoingeniería espacial mediante la construcción y colocación de un prototipo de sombra espacial en L1. El equipo afirma que está listo para construir una sombra a escala real que se extenderá aproximadamente un millón de millas cuadradas, un área del tamaño de Argentina. Dicho parasol estaría compuesto por sombras más pequeñas dispuestas en forma de mosaico. Según el equipo, esto podría lograrse en un plazo de tres años. El equipo de Cool Earth busca financiación para lanzar un prototipo de parasol en L1 con una pequeña nave espacial y calcula que la construcción del prototipo costará entre 10 y 20 millones de dólares estadounidenses. No obstante, los investigadores aún no han reconocido públicamente los riesgos potenciales, como las tormentas solares o las colisiones con objetos cósmicos, que podrían dañar las sombrillas espaciales si se desplegaran por completo. Una consecuencia probable de esto sería desencadenar un “choque de terminación”. Esto tendría un impacto significativo en los ecosistemas, ya que supondría un cese repentino de la gestión de la radiación solar, seguido de rápidos aumentos de temperatura y cambios en las precipitaciones.

Italia: Un equipo internacional debate sobre una misión precursora de un parasol espacial

Un equipo internacional de científicos del Politecnico di Torino (Italia), junto con investigadores de instituciones del Reino Unido, Estados Unidos, Suecia y Alemania, ha publicado un artículo en el que evalúa la viabilidad técnica y económica de una misión precursora para instalar un Sistema Parasol Planetario (PSS). El PSS tiene por objeto reducir la cantidad de radiación solar que llega a la Tierra mediante un escudo situado en el espacio. Los investigadores prevén que el sistema esté compuesto por un gran número de naves espaciales más pequeñas que operen en enjambre y puedan combinarse para formar unidades más grandes. Durante la misión precursora, se probarían y demostrarían las tecnologías clave del PSS y se observaría el comportamiento de los materiales. La misión precursora estaría compuesta por una vela solar de 400 metros y un CubeSat 12U, un satélite con forma de cubo de aproximadamente 20 x 20 x 30 centímetros y un peso máximo de 24 kilogramos. Inicialmente, la nave entraría en órbita geoestacionaria, a unos 35 800 kilómetros sobre el ecuador terrestre, antes de llegar a L1. Se estima que el coste de la misión precursora será de 10 millones de dólares estadounidenses, aunque no está claro si los investigadores buscan financiación.

EE. UU.: Propuesta para amarrar un escudo solar a un asteroide capturado con el fin de reducir costes

En 2023, el investigador del Instituto de Astronomía de la Universidad de Hawái, István Szapudi, publicó una propuesta para reducir los costos de instalación de un escudo solar espacial. Para garantizar que el escudo solar se mantenga en su sitio en L1, debe ser lo suficientemente pesado. Para ahorrar peso —y, por lo tanto, costes— al transportar el escudo a L1, la propuesta consiste en capturar un asteroide y anclarlo al escudo con amarras. De este modo, se proporciona la masa necesaria. Según la universidad, el mayor obstáculo tecnológico es la disponibilidad de amarras lo suficientemente resistentes. El escudo estaría orientado hacia la Tierra y el contrapeso hacia el Sol. Gracias a este diseño, se podrían utilizar materiales más ligeros para el escudo, ya que solo el 1 % del peso total tendría que proceder de la Tierra.

EE. UU.: El Instituto Tecnológico de Massachusetts está probando un escudo espacial hecho de burbujas (EE. UU.)

El Senseable City Lab del MIT está explorando un enfoque de geoingeniería espacial que consiste en colocar burbujas en L1. Este enfoque se inspira en el trabajo de Roger Angel, de la Universidad de Arizona, quien propuso crear una nube de billones de pequeñas aeronaves en L1 para dar sombra a la Tierra desde el espacio. Sin embargo, el MIT buscaba una solución más ligera y económica. Las burbujas se fabricarían directamente en L1 y

ya se han probado en condiciones espaciales en los laboratorios del MIT. Estas se producirían a partir de una solución líquida fundida comprimida. No obstante, el MIT supone que las esferas serían destruidas por los desechos espaciales y, por lo tanto, no serían duraderas.

Portugal: Eliminación de los gases de efecto invernadero de la atmósfera mediante un ascensor espacial

El concepto de elevador espacial se remonta al siglo XIX. En 2019, la Academia Internacional de Astronáutica publicó un informe en el que evaluaba el estado actual de la tecnología y concluía que la construcción del elevador era factible. Según el Consorcio Internacional del Elevador Espacial (ISEC, por sus siglas en inglés), todos los componentes del elevador espacial pueden fabricarse con las tecnologías existentes, excepto el cable. Dicho cable debería alcanzar la órbita geoestacionaria, por lo que se necesitaría un material lo suficientemente resistente y ligero como para soportar su propio peso y la carga útil. Actualmente se están probando tres materiales potenciales: nanotubos de carbono, nitruro de boro hexagonal y grafeno monocristalino. El ISEC, que cuenta con Microsoft Corporation entre sus principales patrocinadores, considera que el grafeno es el material más prometedor.

En 2023, el físico Orfeu Bertolami, de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Oporto (Portugal), examinó la viabilidad de utilizar un ascensor espacial para liberar gases de efecto invernadero en la atmósfera. El concepto básico consiste en colocar un satélite en la órbita terrestre y desplegar un cable o un tubo hasta la superficie del planeta. A continuación, los materiales podrían transportarse al espacio por este cable o dentro del tubo, lo que eliminaría la necesidad de cohetes. Para evitar que el CO₂ vuelva a caer a la Tierra, el satélite debe colocarse en órbita geoestacionaria, a unos 35 800 kilómetros sobre el ecuador terrestre. En 2024, Bertolami y Clovis Jacinto de Matos, de la Agencia Espacial Europea, propusieron recoger el CO₂ emitido por el ascensor espacial y colocarlo en contenedores reflectantes o transparentes. El objetivo sería reflejar o filtrar la radiación solar entrante a través de estos contenedores para reducir la cantidad de radiación solar en la atmósfera terrestre. Los contenedores podrían fabricarse con materiales de la industria aeroespacial y conectarse entre sí para proporcionar refrigeración mediante la creación de sombra en lugares como los polos. Los autores sugieren las órbitas L1 o geoestacionaria como posibles ubicaciones para los contenedores.

EE. UU.: Uso del polvo lunar para reducir la luz solar entrante

Un equipo de investigadores del Departamento de Física y Astronomía de la Universidad de Utah en el suroeste de los EE. UU. ha propuesto utilizar polvo lunar para enfriar el clima de la Tierra mediante la dispersión de la luz solar. Calculan que serían necesarias alrededor de 10 millones de toneladas de polvo lunar para lograr un impacto significativo. El polvo se recogería en la Luna y se propulsaría hacia la Tierra con un cañón electromagnético. Sin embargo, los investigadores reconocen que la gran cantidad de polvo necesaria plantea un problema, ya que habría que reponerlo cada pocos días para mantener el efecto deseado.

Reino Unido: Uso de aeronaves gigantes para desplegar una sombrilla solar

Martin Morrey fundó la empresa británica SkyScroll en 2023 con el objetivo de seguir desarrollando y comercializando su aeronave de gran altitud patentada. Se trata de una aeronave no tripulada y llena de gas que está diseñada para operar a una altitud de unos 20 kilómetros. La empresa describe SkyScroll como un parasol volador que consiste en una envoltura plana, similar a una vela horizontal, sostenida por dos aeronaves cilíndricas. Estas giran, lo que hace que la envoltura se despliegue e infla con gas elevador. SkyScroll está diseñado para dar sombra a una superficie de hasta dos kilómetros cuadrados en la superficie terrestre y su envoltura está provista de un revestimiento albedo que refleja la luz solar entrante. La empresa tiene previsto desplegar el SkyScroll en regiones como el Ártico, con la esperanza de ralentizar el deshielo o fomentar la recongelación. Actualmente busca inversores y socios para desarrollar un prototipo.