

# GLOSARIO DE TECNOLOGÍAS Y ACRÓNIMOS DE GEOINGENIERÍA

July 1, 2015

La ingeniería del clima es la más prominente forma de geoingeniería y es también el centro de la actual controversia sobre el tema. Este glosario se centra exclusivamente en los enfoques principales de la geoingeniería.

Actualmente existen cuatro principales enfoques sobre la ingeniería de los sistemas climáticos, que se describen a continuación:

1. Manejo de la Radiación Solar (SRM)
2. Manejo de la Radiación Terrestre (ERM)
3. Remoción de los Gases de Invernadero
4. Modificación del Clima
5. Otros términos

Los acrónimos de los términos específicos se mantienen con las siglas correspondientes al término en idioma inglés.

## **Manejo de la Radiación Solar (*Solar Radiation Management*, SRM)**

Describe una serie de tecnologías que tienen como objetivo reflejar la luz solar hacia el espacio antes de que entre en la atmósfera terrestre, aumentando la temperatura. Estas técnicas propuestas presuntamente lograrían detener la radiación solar de varias maneras: por ejemplo, lanzando dióxido de azufre o sulfato de hidrógeno hacia la estratósfera (los niveles superiores de la atmósfera terrestre), por medio del lanzamiento de una "barrera" de 300 kilómetros cuadrados en órbita heliosincrónica, por medio de la creación o elevación del albedo (la reflectividad) de las nubes, o mediante el lanzamiento de miles de millones de globos reflectores en la estratósfera.

## **Inyección Estratosférica de Aerosoles (SAI)**

Una propuesta de manejo de la radiación solar consiste en esparcir, al modo de los aerosoles, grandes cantidades de partículas de azufre (por ejemplo, dióxido de azufre) en la estratósfera (esto es, la capa superior de la atmósfera) para que éstas actúen como una barrera reflejante contra la luz solar, e impedir su ingreso en la Tierra. Las propuestas para su emplazamiento varían desde el dispararlas con cañones de artillería hasta el empleo de gigantescas mangueras en el cielo,

pasando por la propuesta de rociarlas desde aviones a grandes alturas. También se han considerado las posibilidades de diseñar partículas autolevitantes, así como de su producción a partir de otros materiales reflejantes, como el aluminio o el titanio.

### **Cultivos de alto albedo y el desmonte de bosques nevados**

Varias propuestas sugieren que la siembra de cultivos que reflejan más luz –ya sean nuevos cultivos o variedades de cultivos existentes con albedo superior (es decir, el porcentaje de radiación que cualquier superficie refleja respecto a la radiación que incide sobre la misma)– podrían enfriar la atmósfera reflejando más luz solar de vuelta al espacio. Otros sugieren el desmonte de los bosques que existen en áreas cubiertas de nieve la mayor parte del año, para incrementar la cantidad de luz que se reflejaría hacia el espacio por la nieve en superficies más planas.

### **Blanqueado de nubes marinas (MCB) o Amplificación de la Reflectividad de las Nubes**

Las propuestas de MCB buscan incrementar la blancura de las nubes para así reflejar más luz solar de vuelta al espacio. Una propuesta incluye rociar una fina bruma (por ejemplo de agua de mar) hacia las nubes marinas de baja altura que generaría mayores núcleos de condensación nubosa (las partículas que proporcionan una superficie sobre la cual se condense el vapor), para (potencialmente) volver las nubes más blancas. Otros proponen sembrar nubes con núcleos biológicos o de otro tipo.

### **Microburbujas**

Estas propuestas sugieren que por medio de la generación de millones de minúsculas burbujas de aire en el océano podría lograrse que grandes extensiones de los océanos reflejaran grandes cantidades de luz de vuelta al espacio.

### **Manejo de la radiación de la Tierra (ERM) – Earth Radiation Management (ERM)**

Las técnicas de ERM se refieren a la posibilidad de incrementar el flujo de aire caliente de la Tierra hacia el espacio.

### **Adelgazamiento de los cirroestratos – Cirrus cloud Thinning**

Al adelgazar las nubes cirrus (girones de nubes a gran altitud) algunos investigadores han propuesto que se permitiría mayor escape de calor

hacia el espacio exterior, creando un sistema de enfriamiento del clima.

## **Remoción de gases de efecto invernadero (GGR) / Remoción de dióxido de carbono (CDR)**

La remoción de gases de efecto invernadero hace referencia a la técnica empleada para remover los gases de efecto invernadero de la atmósfera por medios mecánicos. Un término más común que abarca muchas de las técnicas de este tipo es el de *Remoción de dióxido de carbono*, el cual no incluye los métodos para remover otros gases de efecto invernadero, como el metano.

## **Captura y almacenamiento de carbono (CCS)**

Por lo general, CCS hace referencia a la captura mecánica de las emisiones de CO<sub>2</sub> de plantas generadoras de energía u otro tipo de fuentes industriales. Usualmente, el CO<sub>2</sub> es capturado antes de que las emisiones salgan por la chimenea, mediante un adsorbente químico. El CO<sub>2</sub> licuado es después bombeado hacia el subsuelo para su almacenamiento de largo plazo. Según la definición de la Convención sobre Diversidad Biológica de la ONU, la técnica de CCS no es considerada como georingeniería.

## **Captura directa de aire (DAC)**

Esta técnica hace referencia a la extracción de CO<sub>2</sub> u otros gases de efecto invernadero de la atmósfera por medios químicos y mecánicos, generalmente usando una sustancia química adsorbente y enormes ventiladores para mover el aire a través de filtros. El CO<sub>2</sub> capturado por estos medios quedaría entonces disponible para ser almacenado por medio de CCS, para su uso en EOR (Recuperación optimizada de petróleo) u otros.

## **Captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS)**

La idea consiste en que el CO<sub>2</sub> capturado de la industria o la atmósfera puede ser usado como materia prima para la manufactura, resultando en CO<sub>2</sub> almacenado en productos. Un ejemplo hipotético supone la alimentación de algas marinas con ese CO<sub>2</sub> para producir biocombustibles; otra propuesta sugiere hacer reaccionar el CO<sub>2</sub> con minerales calcificantes para producir concreto para la construcción.

## **Bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS)**

Esta propuesta supone la captura de CO<sub>2</sub> proveniente de aplicaciones

bioenergéticas (por ejemplo el derivado de la producción de etanol o de la quema de biomasa para generar electricidad) y su posterior almacenamiento por medio de CCS o CCUS. En teoría, esta técnica es “negativa en emisiones de carbono” porque supuestamente la bioenergía tiene “emisiones de carbono neutrales”, a partir de la idea de que las plantas volverán a crecer para fijar el carbono que ha sido emitido. Muchos críticos dicen que esta interpretación omite mencionar (y contabilizar) las emisiones derivadas del cambio de uso de suelo y las emisiones del ciclo de vida de los productos.

### **Fertilización oceánica**

La fertilización oceánica hace referencia al vertimiento de hierro (en la forma de sulfato de hierro) u otros nutrientes (por ejemplo, urea) al océano en áreas de baja productividad biológica marina para estimular el crecimiento del fitoplancton. En teoría, el fitoplancton resultante atraería el CO<sub>2</sub> atmosférico y después moriría, precipitándose al fondo del océano con el CO<sub>2</sub> almacenado.

### **Meteorización optimizada (Enhanced Weathering)**

Las técnicas de EW proponen disolver minerales triturados (especialmente silicatos) en tierra y mar para que reaccionen y fijen el dióxido de carbono atmosférico en los océanos y los suelos.

### **Biochar**

Las técnicas de biochar proponen quemar biomasa y residuos sólidos en ausencia de oxígeno para producir carbón. Éste sería después mezclado en los suelos como aditivo, mediante su entierro directo en la tierra. Este enfoque –aunque muy distinto– está inspirado en la técnica indígena amazónica llamada *Terra preta* para incrementar la fertilidad de los suelos.

### **Modificación climática**

La modificación del clima se refiere a varias técnicas para cambiar el clima y los patrones de precipitación pluvial sin pretender cambiar los patrones generales del clima. Las técnicas dentro de este rubro incluyen el sembrado de nubes y otras similares.

### **Otros términos**

#### **Bio-geoingeniería**

La bio-geoingeniería hace referencia a los esfuerzos por enfriar el

clima empleando vida vegetal. Las técnicas propuestas incluyen la elevación del albedo (la reflectividad) de grandes áreas mediante la siembra de plantas que absorban el CO<sub>2</sub>. Técnicas como BECCS, la fertilización oceánica o la ingeniería genética de algas para la conversión del CO<sub>2</sub> en biocombustibles pueden también ser consideradas como bio-geoingeniería.

### **Recuperación optimizada de petróleo (EOR)**

La EOR no es una técnica de geoingeniería, pero sí es una actividad posiblemente destinataria de grandes cantidades de dióxido de carbono licuado obtenido mediante técnicas de CDR. La EOR consiste en bombear CO<sub>2</sub> licuado en depósitos subterráneos de petróleo para forzar un flujo mayor de petróleo y otros hidrocarburos. Muchas empresas de CDR buscan vender su CO<sub>2</sub> licuado a la industria petrolera en los mercados de EOR.