



CDB



Convenio sobre la Diversidad Biológica

Distr.
GENERAL

UNEP/CBD/SBSTTA/19/7
14 de septiembre de 2015

ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLÉS

ÓRGANO SUBSIDIARIO DE ASESORAMIENTO
CIENTÍFICO, TÉCNICO Y TECNOLÓGICO

Decimonovena reunión

Montreal, 2 al 5 de noviembre de 2015

Tema 4.2 del programa provisional*

GEOINGENIERÍA RELACIONADA CON EL CLIMA

Nota del Secretario Ejecutivo

INTRODUCCIÓN

1. Este documento trata una serie de cuestiones en cumplimiento de lo establecido en la decisión XI/20 sobre “Geoingeniería relacionada con el clima”.
2. En la decisión XI/20, párrafo 9, la Conferencia de las Partes invitaba a las Partes a informar sobre las medidas adoptadas de conformidad con las directrices sobre geoingeniería relacionada con el clima que figuraban en el párrafo 8 w) de la decisión X/33. Se pidió al Secretario Ejecutivo que recopilase la información presentada por las Partes y que la diese a conocer por conducto del mecanismo de facilitación (párrafo 15, decisión XI/20). La sección I del presente documento resume dicha información.
3. En el párrafo 16 b) de la decisión XI/20, la Conferencia de las Partes pidió al Secretario Ejecutivo que preparase un examen general de opiniones adicionales de las Partes, otros Gobiernos, comunidades indígenas y locales y otros interesados directos sobre los posibles efectos de la geoingeniería en la diversidad biológica, y los efectos sociales, económicos y culturales relacionados, teniendo en cuenta consideraciones de género y partiendo de la exposición general de las opiniones y experiencias de las comunidades indígenas y locales que figuran en el documento UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/30. La sección II del presente documento ofrece una visión general de las opiniones adicionales recibidas.
4. La Secretaría publicó, en 2012, la Serie Técnica del CDB Núm. 66, “La Geoingeniería en relación con el Convenio sobre la Diversidad Biológica: asuntos técnicos y normativos¹”. Esta publicación abarcaba dos estudios, uno sobre los efectos de la geoingeniería relacionada con el clima en la diversidad biológica, el otro sobre el marco normativo para la geoingeniería relacionada con el clima en lo pertinente al Convenio. Estos estudios se han preparado en cumplimiento del párrafo 9 l) y m) de la decisión X/33, y proporcionaron la base de referencia para el examen de esta cuestión en la decimosexta reunión del Órgano Subsidiario y para la decisión XI/20.
5. En la decisión XI/20, párrafo 16 a), la Conferencia de las Partes pidió al Secretario Ejecutivo que, sujeto a la disponibilidad de recursos financieros y en el momento apropiado, preparase, proporcionase para su examen entre pares y presentase para la consideración del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y

* UNEP/CBD/SBSTTA/19/1.

¹ <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-66-en.pdf>

Tecnológico en una reunión futura, un informe actualizado sobre los posibles efectos de las técnicas de geoingeniería en la diversidad biológica y sobre el marco normativo de geoingeniería relacionada con el clima en lo pertinente al Convenio sobre la Diversidad Biológica, basándose en todos los informes científicos pertinentes tales como el quinto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático y deliberaciones en el marco del Grupo de Gestión Ambiental.

6. En junio de 2014 se facilitó una actualización provisional de la información sobre los posibles efectos de la geoingeniería relacionada con el clima en la diversidad biológica y el marco normativo pertinente al Convenio sobre la Diversidad Biológica al Órgano Subsidiario en su decimoctava reunión (UNEP/CBD/SBSTTA/18/INF/5). El informe de síntesis del quinto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático ya se ha publicado y la actualización solicitada por la Conferencia de las Partes se ha preparado a fin de que sea examinada por el Órgano Subsidiario en su decimonovena reunión. Se finalizó tras la revisión de las Partes y los expertos durante el mes de agosto de 2015. La “Actualización sobre la geoingeniería relacionada con el clima en lo pertinente al Convenio sobre la Diversidad Biológica” se presenta en el documento UNEP/CBD/SBSTTA/19/INF/2, y se proporciona un resumen en la sección III de la presente nota.

7. En la sección IV se recogen las recomendaciones sugeridas.

I. INFORMACIÓN SOBRE LAS MEDIDAS ADOPTADAS DE CONFORMIDAD CON EL PÁRRAFO 8 W) DE LA DECISIÓN X/33

8. En la decisión XI/20, la Conferencia de las Partes invitaba a las Partes a informar sobre las medidas adoptadas de conformidad con el párrafo 8 w) de la decisión X/33, que contiene la siguiente directriz:

“Asegurar, de conformidad y en armonía con la decisión IX/16 C sobre fertilización de los océanos y diversidad biológica y cambio climático, a falta de mecanismos de control y mecanismos normativos con base científica, mundiales, transparentes y eficaces para geoingeniería, y de acuerdo con el enfoque de precaución y el artículo 14 del Convenio, que no se lleven a cabo actividades de geoingeniería relacionadas con el clima que puedan afectar a la diversidad biológica hasta que no haya una base científica adecuada que justifique dichas actividades y no se hayan considerado de manera apropiada los riesgos conexos para el medio ambiente y la diversidad biológica, y los impactos sociales, económicos y culturales relacionados, excepto estudios de investigación científica de pequeña escala que se realizarían en un entorno controlado de acuerdo con el artículo 3 del Convenio, y solamente si están justificados por la necesidad de recopilar datos científicos específicos y son sometidos a una minuciosa evaluación previa de los posibles impactos en el medio ambiente”.

9. En consecuencia, el Secretario Ejecutivo envió una primera notificación (2013-102)² el 12 de noviembre de 2013, y una segunda notificación (2015-015)³ el 12 de febrero de 2015, invitando a las Partes a proporcionar información sobre todas las medidas adoptadas de conformidad con el párrafo 8 w) de la decisión X/33. La Secretaría proporcionó un primer resumen de la información presentada en 2013 por tres Partes (Estonia, el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y Francia) para consideración del Órgano Subsidiario en su decimoctava reunión (véase UNEP/CBD/SBSTTA/18/13). En respuesta a la segunda notificación emitida en 2015, cuatro Partes presentaron información (Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, Francia, Canadá y el Estado Plurinacional de Bolivia). La recopilación de las presentaciones está disponible en: <http://www.cbd.int/climate/geoengineering/>.

10. En respuesta a la primera notificación, Estonia informó a la Secretaría que, en el momento de la presentación, no había ningún estudio científico a gran escala en curso en Estonia conforme al párrafo 8 w) de la decisión X/33. Todo proyecto de geoingeniería que pudiera potencialmente provocar efectos significativos en el medio ambiente deberá seguir las reglas establecidas en la Ley Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental de Estonia.

11. En su primera presentación, el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte brindó información sobre a) el marco normativo que regula las propuestas de geoingeniería en el Reino Unido; b) las medidas adoptadas por el Gobierno del Reino Unido pertinentes a la geoingeniería; y c) información suplementaria proporcionada por los

² <https://www.cbd.int/doc/notifications/2013/ntf-2013-102-geoeng-en.pdf>.

³ <https://www.cbd.int/doc/notifications/2015/ntf-2015-016-cc-geoeng-en.pdf>.

Consejos de Investigación del Reino Unido, incluida una lista de proyectos de investigación recientes y en curso del Reino Unido que contribuyen a la comprensión de la geoingeniería relacionada con el clima.⁴ En respuesta a la segunda notificación, el Reino Unido confirmó que el documento presentado en 2013 sigue representando su posición.

12. En respuesta a la primera notificación, Francia presentó una nota preparada por su Fundación para la investigación sobre la diversidad biológica (*Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité*). Según el grupo científico de expertos convocado por la fundación, a enero de 2014 no había estudios de investigación científica a pequeña escala en Francia. Con respecto a la fertilización de los océanos (principalmente con hierro), en el momento de la primera presentación, no había proyectos en curso en Francia que tuviesen como objetivo la geoingeniería. No obstante, desde hace unos diez años se han llevado a cabo investigaciones en Francia para comprender los mecanismos que vinculan la fertilización de los océanos con hierro y la bomba biológica de CO₂ en el océano. Estos estudios de investigación usan análogos naturales de fertilización, esto es, áreas que son fertilizadas de forma natural con hierro (por ejemplo, el proyecto KEOPs). Otras investigaciones incluían un informe sobre los temas y métodos de la ingeniería ambiental y estudios de generación de modelos.

13. En respuesta a la segunda notificación, Francia volvió a presentar la nota preparada por la *Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité*, y además, compartió información relativa a un informe elaborado por un consorcio de científicos sobre consideraciones de cuestiones y técnicas de geoingeniería, titulado “Réflexion systémique sur les enjeux et méthodes de la géo-ingénierie de l’environnement”.⁵ El informe examina diferentes técnicas de geoingeniería y analiza cuestiones relacionadas, como los aspectos sociales.

14. Canadá, en su presentación, mencionó que ha respaldado decisiones compatibles cuando participa en foros internacionales pertinentes, como la enmienda del Protocolo de Londres, para una mayor regulación de la fertilización de los océanos mediante la creación de un régimen de concesión de permisos para la investigación científica legítima, y para crear un mecanismo para regular otros tipos de geoingeniería marina en el futuro. Asimismo, Canadá informó que está colaborando en el Proyecto de intercomparación de modelos de geoingeniería (GeoMIP, por sus siglas en inglés) del Programa Mundial de Investigaciones Climáticas.

15. El Estado Plurinacional de Bolivia, en su presentación reafirmó su posición expresada cuando emitió una reserva a su aceptación del texto final del Resumen para los responsables de políticas del Grupo de trabajo II sobre Mitigación del cambio climático del Quinto informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), haciendo énfasis en que las tecnologías propuestas por el IPCC para promover medidas de mitigación se enmarcan principalmente mediante el uso de la geoingeniería basada en tecnologías de eliminación de dióxido de carbono, particularmente con el uso de biotecnologías y cultivos modificados genéticamente, y señalando que estas tecnologías vulneran los derechos de la Madre Tierra, y en particular, su derecho de adaptarse naturalmente al cambio climático, y tienen un efecto importante en los medios de subsistencia y los derechos fundamentales de las poblaciones indígenas y locales. Bolivia considera que las tecnologías de geoingeniería no deberían utilizarse, y aportó referencias de estudios que demuestran los posibles efectos de la geoingeniería.⁶

⁴ Se puede encontrar más información en UNEP/CBD/SBSTTA/18/13.

⁵ “Réflexion systémique sur les enjeux et méthodes de la géo-ingénierie de l’environnement”, disponible en <http://arp-reagir.fr>. Este informe se revisó en la elaboración de la Actualización.

⁶ Tilmes et al (2013); Ferraro et al (2014). Estos documentos se revisaron en la Actualización de 2015. Se proporcionan referencias completas en dicho documento.

II. OPINIONES ADICIONALES DE LAS PARTES, OTROS GOBIERNOS, COMUNIDADES INDÍGENAS Y LOCALES Y OTROS INTERESADOS DIRECTOS SOBRE LOS POSIBLES EFECTOS DE LA GEOINGENIERÍA EN LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA, Y LOS EFECTOS SOCIALES, ECONÓMICOS Y CULTURALES RELACIONADOS

16. En el párrafo 16 b) de la decisión XI/20, la Conferencia de las Partes pidió al Secretario Ejecutivo que preparase un examen general de opiniones adicionales de las Partes, otros Gobiernos, comunidades indígenas y locales y otros interesados directos sobre los posibles efectos de la geoingeniería en la diversidad biológica, y los efectos sociales, económicos y culturales relacionados, teniendo en cuenta consideraciones de género, y partiendo de la exposición general de las opiniones y experiencias de las comunidades indígenas y locales que figuran en el documento UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/30.

17. Conforme a esta solicitud, el Secretario Ejecutivo, en la notificación (2015-015)³ invitaba a las Partes a exponer opiniones adicionales sobre los posibles efectos de la geoingeniería en la diversidad biológica, y los efectos sociales, económicos y culturales relacionados.

18. En respuesta a esta notificación, Canadá reconoció la información sobre los posibles efectos de la geoingeniería proporcionada en el Informe de síntesis del Quinto informe de evaluación del IPCC, como la evaluación de los efectos secundarios y los impactos medioambientales de las técnicas de geoingeniería, incluidas la eliminación del dióxido de carbono y la gestión de la radiación solar.

19. En la presentación de Canadá también se hacía referencia a tres eventos de fertilización con hierro que ocurrieron en 2012, cerca de Haida Gwaii, Columbia Británica. La presentación ofrecía un resumen de las conclusiones de estudios sobre los efectos de dichos eventos. Canadá afirmó que el impacto total de esos eventos de fertilización con hierro para los ciclos del carbono y las respuestas del ecosistema, particularmente en niveles tróficos más elevados, todavía debe comprenderse. Asimismo, especificaba que estos eventos de fertilización con hierro no estaban autorizados por el Gobierno de Canadá y están siendo investigados actualmente.

20. El Estado Plurinacional de Bolivia, en su presentación señaló que los pueblos indígenas y las comunidades locales que viven en la región amazónica, la región andina y los ecosistemas de alta montaña, se ven directamente afectados por los efectos adversos del cambio climático en los medios de subsistencia, el acceso a los recursos naturales y cambios en las estructuras socioeconómicas y culturales, aumentando la brecha entre ricos y pobres.

21. Según el Estado Plurinacional de Bolivia, se debe usar la tecnología para mejorar la vida y proporcionar bienestar para el desarrollo que esté en equilibrio y armonía con la Madre Tierra.

III. RESUMEN DE LA ACTUALIZACIÓN SOBRE LA GEOINGENIERÍA RELACIONADA CON EL CLIMA EN LO PERTINENTE AL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA.

Introducción

22. En 2012, la Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica publicó la Serie Técnica del CDB Núm. 66: *Geoingeniería en relación con el Convenio sobre la Diversidad Biológica: Cuestiones técnicas y normativas* (“los estudios de 2012) que incluía dos estudios⁷: uno sobre los efectos de la geoingeniería relacionada con el clima en la diversidad biológica, y el otro sobre el marco normativo para la geoingeniería relacionada con el clima en lo pertinente al Convenio. Estos estudios se elaboraron según lo dispuesto en el párrafo 9 l) y m) de la decisión X/33, y proporcionaron la base de referencia para el examen de esta cuestión en la decimosexta reunión del Órgano

⁷ Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2012) *Geoingeniería en relación con el Convenio sobre la Diversidad Biológica: Cuestiones técnicas y normativas*, Montreal, Serie técnica Núm. 66, 152 páginas. <http://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-66-en.pdf>, que incluye la Parte I: Williamson, P., Watson, R.T., Mace, G., Artaxo, P., Bodle, R., Galaz, V., Parker, A., Santillo, D., Vivian, C., Cooper, D., Webbe, J., Cung, A. y E. Woods (2012). *Efectos de la geoingeniería relacionada con el clima en la diversidad biológica*, y la Parte II: Bodle, R., con Homan, G., Schiele, S. y E. Tedsen (2012). *El marco normativo para la geoingeniería relacionada con el clima en lo pertinente al Convenio sobre la Diversidad Biológica*.

Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico y la undécima reunión de la Conferencia de las Partes.

23. El cometido principal de la Actualización de 2015 es presentar información actualizada sobre los posibles efectos de las técnicas de geoingeniería en la diversidad biológica, junto con una exposición de los avances normativos⁸. Se proporcionó una actualización provisional al Órgano Subsidiario en su octava reunión en 2014. En los últimos tres años, ha habido numerosos artículos e informes científicos pertinentes a la geoingeniería relacionada con el clima, con aproximadamente 350 de dichas publicaciones citadas en la Actualización de 2015. Los tres Grupos de trabajo del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático en su Quinto informe de evaluación también han abordado la geoingeniería, así como en una serie de otros informes importantes. La Actualización de 2015 se proporciona en el documento UNEP/CBD/SBSTTA/19/INF/2. La presente nota incluye los mensajes principales de la Actualización de 2015. Estos mensajes principales complementan los de los Estudios de 2012 (Anexo), que siguen siendo válidos.

24. Al igual que en el informe original, **la geoingeniería relacionada con el clima se define como una intervención intencional que se realiza en el medio ambiente planetario de naturaleza y escala deseadas para contrarrestar el cambio climático antropogénico y sus efectos**. Esta definición se utiliza a efectos de la Actualización de 2015, sin perjuicio de las definiciones que pudieran acordarse posteriormente con arreglo al Convenio. “Ingeniería climática” e “intervención climática” pueden considerarse equivalentes a la “geoingeniería relacionada con el clima”, en lo sucesivo geoingeniería. Generalmente, la geoingeniería relacionada con el clima se divide en dos grupos principales a nivel de técnicas: i) técnicas que implican la eliminación de gases de efecto invernadero (EGI) (conocidas también como “técnicas de emisiones negativas”; la mayoría de las técnicas existentes y propuestas se incluyen en el término “eliminación del dióxido de carbono”); y ii) técnicas conocidas como métodos de reflexión de la luz solar (SRM, por sus siglas en inglés; alternativamente “gestión de la radiación solar” o “gestión del albedo”). Existen además otras técnicas propuestas que podrían aumentar directamente la pérdida de calor o redistribuir la energía en el sistema de la Tierra. Las características fundamentales de la definición son que las intervenciones son intencionales y a una escala suficientemente grande para tener un importante efecto contrarrestante para las consecuencias del calentamiento por los gases de efecto invernadero. Así pues, son diferentes de las medidas para reducir las emisiones. No obstante, algunas de las técnicas que implican la eliminación de los gases de efecto invernadero, como la forestación, la reforestación, las técnicas de gestión de suelos para aumentar el secuestro de carbono y el uso de bioenergía, combinada con la captura y el almacenamiento de carbono, también se consideran técnicas de mitigación del cambio climático. Todos los interesados directos no consideran que todas estas últimas técnicas sean geoingeniería. En cualquier caso, las intervenciones (tanto EGI como SRM) que se desarrollan a pequeña escala (p. ej.: proyectos de planificación de árboles locales; blanqueamiento de tejados) normalmente no se consideran como geoingeniería. En consonancia con la decisión X/33, la definición excluye también la captura de carbono en origen de combustibles fósiles (es decir, evitando la liberación de CO₂ en la atmósfera), aunque reconoce que los componentes del almacenamiento del carbono de ese proceso también pueden compartirse con otras técnicas que sean consideradas como geoingeniería.

25. **La evaluación de los efectos de la geoingeniería en la diversidad biológica no resulta sencilla y está sujeta a muchas incertidumbres**. Relativamente pocas investigaciones han abordado *directamente* la cuestión de los “efectos en la diversidad biológica”, ni siquiera las repercusiones medioambientales más amplias: en cambio, el esfuerzo de los naturalistas se ha centrado principalmente en las cuestiones climáticas (físicoquímicas) o los efectos en los sistemas agrícolas, mientras que los sociólogos han abordado la gobernanza, estructuración y consideraciones éticas. Esta actualización de 2015, al igual que los Estudios de 2012 originales, considera los efectos de la geoingeniería en los desencadenantes de la pérdida de diversidad biológica, incluida la posible disminución en el desencadenante del cambio climático a raíz de técnicas de geoingeniería eficaces, cambios en otros desencadenantes, incluido el cambio del uso de la tierra, que se asocian inevitablemente con algunos enfoques de geoingeniería, así como los otros efectos secundarios positivos y negativos de técnicas específicas. Por lo tanto, las consecuencias para la diversidad biológica se analizan sobre todo desde el punto de vista de la eficacia climática, el cambio del uso de la tierra u otros efectos indirectos; p. ej. aplicación de fertilizantes o extracción de agua. Es importante remarcar que tanto la disminución como el incremento de la productividad tienden a ser desaconsejables desde una perspectiva de ecosistema natural, aunque es probable que este último sea beneficioso para los sistemas agrícolas.

⁸ UNEP/CBD/SBSTTA/18/INF/5

Cambio climático

26. El cambio climático ya está teniendo repercusiones en la diversidad biológica y los efectos adicionales son inevitables. Tal vez todavía sea posible que una descarbonización profunda y muy rápida por parte de todos los países pueda permitir que el cambio climático se mantenga dentro de un límite de 2 °C solo mediante la reducción de emisiones. Sin embargo, las oportunidades disminuyen rápidamente. Aun así, el cambio climático asociado con un calentamiento de 2 °C tendrá graves repercusiones en la diversidad biológica. Las emisiones en vista de las trayectorias actuales, que coinciden en líneas generales con la trayectoria de concentración representativa RCP 8.0 (el más elevado de los cuatro escenarios principales usados en el quinto informe de evaluación del IPCC) ocasionarían una pérdida de diversidad biológica extremadamente elevada. Los compromisos actuales asumidos por las Partes en la CMNUCC reduciría significativamente el cambio climático y sus efectos (probablemente a una trayectoria de entre RCP 6 y RCP 4.5), pero son insuficientes para mantener el calentamiento dentro del límite de 2 °C. Podría esperarse que las técnicas de geoingeniería redujeran los efectos del cambio climático en la diversidad biológica, si fuesen viables y eficaces. No obstante, algunas técnicas ocasionarían la pérdida de diversidad biológica a través de otros desencadenantes, como el cambio del uso de la tierra.

Eliminación del dióxido de carbono (eliminación de gases de efecto invernadero)

27. Los escenarios del futuro cambio climático hasta el año 2100, que probablemente mantengan aumentos de la temperatura media mundial dentro de un límite de 2 grados centígrados por encima de los niveles preindustriales, dependen principalmente de tecnologías para la eliminación del dióxido de carbono, así como de las reducciones de emisiones, con trayectorias que presentan emisiones netas negativas en la segunda mitad del siglo. No obstante, el potencial para desplegar la eliminación del dióxido de carbono a esta escala es sumamente incierto. El despliegue de la eliminación del dióxido de carbono previsto por los escenarios sobre los que se informa en el Quinto informe de evaluación del IPCC en el período 2050-2100 permitiría emisiones antropogénicas adicionales de gases de efecto invernadero en el período hasta 2050, ampliando el período de uso de combustibles fósiles y reduciendo potencialmente el coste de su eliminación gradual. Para la RCP 2.6, aproximadamente el 90 por ciento de las trayectorias consideradas en el Quinto informe de evaluación del IPCC asumen el despliegue de técnicas de eliminación del dióxido de carbono. La bioenergía con la captura y el almacenamiento de carbono y/o la forestación/reforestación son consideradas como las formas más viables económicamente de proporcionar dichas emisiones netas negativas. Los requisitos de uso de tierra y agua de la bioenergía con la captura y el almacenamiento de carbono y la forestación y reforestación son factores limitadores, pero dichos requisitos y sus implicaciones, no están bien considerados en los modelos existentes. Para la bioenergía con la captura y el almacenamiento de carbono, la capacidad de almacenamiento de CO₂ también puede resultar restrictiva.

28. La eliminación de una cantidad determinada de un gas de efecto invernadero no compensaría completamente un rebasamiento de emisiones previo. La ocurrencia de un rebasamiento en la mayoría de escenarios RCP 2.6 permite que las emisiones actuales se compensen con las futuras “emisiones negativas”. Se parte de la hipótesis de que la eliminación del dióxido de carbono será alcanzable a la escala necesaria, sin que dichas medidas tengan consecuencias importantes no deseadas; parece improbable que esta suposición sea válida. En particular, no todas las consecuencias climáticas y medioambientales del rebasamiento quedarán canceladas directamente mediante la eliminación futura de CO₂. El efecto neto de añadir y posteriormente eliminar una cantidad de CO₂ determinada solo es igual a cero cuando no existe una diferencia de tiempo significativa entre los procesos de adición y sustracción; un retraso de aproximadamente 50 años ocasionaría consecuencias significativas y potencialmente irreversibles para la diversidad biológica y el sistema de la Tierra. Por esas razones, la evaluación del posible papel de las técnicas de eliminación del dióxido de carbono, deberían centrarse en su eficacia para ayudar a reducir las emisiones netas a cero en un plazo de tiempo más corto que el previsto en la mayoría de los escenarios actuales, complementando las estrictas reducciones de emisiones.

29. Parece probable que el despliegue a gran escala de la bioenergía con la captura y el almacenamiento de carbono tenga importantes efectos negativos en la diversidad biológica mediante el cambio del uso de la tierra. Si la bioenergía con la captura y el almacenamiento de carbono se desplegara a una escala hipotética en la mayoría de escenarios RCP 2.6, abundantes extensiones de tierra (varios cientos de millones de hectáreas), agua (posiblemente duplicando la demanda de agua para la producción agrícola) y fertilizante serían necesarios para mantener los cultivos bioenergéticos. Limitar la irrigación para reducir el uso de agua, o no reponer los nutrientes, aumentaría las necesidades de la tierra. Incluso contemplando escenarios optimistas, menos de la mitad de los requisitos para las emisiones negativas probablemente podrían cumplirse gracias a las tierras agrícolas abandonadas.

El cambio del uso de la tierra previsto en el escenario central RCP 2.6 se traduciría en grandes pérdidas de diversidad biológica terrestre.

30. La restauración de los ecosistemas, incluidas la reforestación y la forestación adecuadas, puede contribuir a eliminar el dióxido de carbono y propiciar beneficios colaterales sustanciales para la diversidad biológica. No obstante, estas actividades por sí solas serían insuficientes para eliminar el carbono a la escala necesaria en la mayoría de los escenarios actuales. Evitar la deforestación y la pérdida de otra vegetación natural con alto contenido de carbono es más efectivo que la restauración o la forestación para contribuir a la mitigación del cambio climático y tiene mayores beneficios colaterales para la diversidad biológica. La forestación de los ecosistemas actualmente bajo vegetación nativa no forestal supondría la pérdida de la diversidad biológica única para dichos hábitats, y desde una perspectiva ecológica, debería evitarse⁹. Además, los efectos invernadero del N₂O que surgen de los fertilizantes nitrogenados pueden superar las ganancias de CO₂; la forestación de las zonas boreales y desérticas aumentaría el calentamiento global mediante efectos albedo; y el futuro cambio climático puede poner en peligro los sumideros de carbono forestales, por una mayor frecuencia de incendios, plagas, enfermedades y fenómenos meteorológicos extremos.

31. El biocarbón puede contribuir potencialmente a la eliminación del dióxido de carbono en determinadas circunstancias, y la técnica aplicada a los suelos agrícolas puede ofrecer beneficios colaterales en la productividad. La aplicación de biocarbón (carbón vegetal) a los suelos puede tener efectos positivos o negativos en la diversidad biológica y productividad del suelo, pero existe una mayor evidencia de efectos positivos, sobre todo en los suelos ácidos. Además, la aplicación de biocarbón en los suelos también puede reducir las emisiones de carbono del suelo. Se está desarrollando una comprensión cuantitativa de los factores que afectan a la permanencia del secuestro de carbono del biocarbón. No obstante, hasta que el uso de carbón y otros combustibles fósiles de emisiones elevadas se haya ido eliminado gradualmente, el uso alternativo del carbón vegetal como combustible puede tener un mayor potencial para la mitigación del cambio climático. Son necesarias evaluaciones de los beneficios climáticos, beneficios colaterales y costes de los distintos procesos y productos de biocarbón para evaluar plenamente el potencial de esta técnica. Los escenarios actuales prevén la producción de biocarbón a partir de residuos de cultivos y desechos de alimentos. Sin embargo, el despliegue de esta técnica a gran escala tendría importantes repercusiones directas e indirectas en el uso de la tierra, el agua y los fertilizantes para generar la biomasa necesaria.

32. La viabilidad de técnicas alternativas de emisiones negativas, como la captura directa del aire (DAC, por sus siglas en inglés), el aumento de alteración por agentes atmosféricos y la fertilización de los océanos sigue sin comprobarse. Se han realizado importantes trabajos de investigación desde los Estudios de 2012, pero sin embargo, las conclusiones siguen siendo las mismas en líneas generales. Los posibles costes y los requisitos energéticos de la captura directa del aire para el CO₂ todavía son muy altos, aunque considerablemente inferiores a los que se habían informado en los Estudios de 2012. Puesto que puede haber perspectivas complementarias en cuanto a las reducciones de costes, la investigación adicional sobre las técnicas de captura directa del aire para el CO₂, así como el metano, merece especial atención. La posible contribución del aumento de alteración por agentes atmosféricos, en tierra o en el océano, a las emisiones negativas no está clara, pero los factores logísticos probablemente podrían limitar el despliegue a grandes escalas. La aplicación marina local podría ser efectiva a la hora de frenar o reducir la acidificación de los océanos, con los consiguientes beneficios para la diversidad biológica marina, aunque también podría tener efectos negativos; p. ej. de la sedimentación. Aumentar la productividad de los océanos estimulando el crecimiento de fitoplancton en alta mar y mediante la incorporación de nutrientes (“fertilización de los océanos”) o la modificación de las corrientes ascendentes, es probable que solo aisle cantidades relativamente modestas de CO₂, y los riesgos medioambientales y las incertidumbres asociadas con el despliegue a gran escala siguen siendo elevados.

33. El dióxido de carbono (u otros gases de efecto invernadero) capturado de la atmósfera se debe almacenar de alguna forma. Las opciones incluyen vegetación, suelos, carbón vegetal o dióxido de carbono en formaciones geológicas. La vegetación, los suelos y el carbón vegetal demuestran diversos niveles de (im)permanencia. Recientemente se han revisado consideraciones técnicas relativas al almacenamiento seguro del carbono en formaciones geológicas, que principalmente se prevé que estén bajo el lecho marino. Los principales

⁹ El término “forestación” en virtud de la CMNUCC hace referencia a la forestación de la tierra en la que no haya habido árboles durante al menos 50 años. Por tanto, el término puede incluir la reforestación de algunas tierras que anteriormente eran boscosas, así como la forestación de ecosistemas que no están bajo vegetación nativa no forestal.

efectos de las fugas marinas serían la acidificación local del océano, con estudios experimentales que indican que (al menos para tasas de liberación lenta) los efectos medioambientales estarían relativamente localizados. La extensa literatura sobre la acidificación de los océanos, incluidos los cambios en la diversidad biológica observados en los respiraderos naturales de CO₂, es pertinente en este caso. Sin embargo, relativamente pocos estudios experimentales sobre los efectos de un CO₂ elevado en los organismos marinos abarcan toda la gama de valores que podrían ocurrir en condiciones de fuga. Se considera que otras formas de almacenamiento en el océano tienen riesgos inaceptables y no están permitidas, en virtud del Convenio de Londres/Protocolo de Londres.

Métodos de reflexión de la luz solar / Gestión de la radiación solar

34. Estudios y evaluaciones recientes han confirmado que las técnicas de gestión de la radiación solar, en teoría, podrían reducir, detener o revertir los aumentos en la temperatura global. De esta manera, si son eficaces, pueden reducir los efectos en la diversidad biológica a causa del calentamiento, pero existen altos niveles de incertidumbre sobre los efectos de las técnicas de gestión de la radiación solar, que podrían suponer importantes riesgos nuevos para la diversidad biológica. La labor de elaborar modelos demuestra sistemáticamente que la reducción en la temperatura media global (o la prevención de un mayor aumento) y, hasta cierto punto, los cambios asociados con las precipitaciones, serían posibles, pero no recuperarían plenamente las futuras condiciones climáticas a su estado actual. La distribución regional de la temperatura y los efectos de las precipitaciones también son diferentes para las distintas técnicas de gestión de la radiación solar; se han elaborado modelos de las mismas, pero son aún muchas las incertidumbres. Incluso si por término medio las perturbaciones causadas en los climas regionales por los métodos de reflexión de la luz solar fuesen inferiores que aquellas por cambio climático en ausencia de la gestión de la radiación solar, esto no se puede saber con certeza: la posibilidad de que algunas regiones se beneficien mientras que otras podrían sufrir incluso pérdidas mayores, tendría consecuencias complejas para la gobernanza. Las consecuencias para la diversidad biológica no se han examinado en la mayoría de los modelos. No obstante, si se iniciase los métodos de reflexión de la luz solar, pero posteriormente fuesen interrumpidos abruptamente, los efectos de la interrupción (que supondrían cambios climáticos muy rápidos) probablemente causarían graves pérdidas de diversidad biológica. El uso de la eliminación del dióxido de carbono además de métodos de reflexión de la luz solar “moderados” podrían reducir dichos riesgos, y la literatura científica hace cada vez más hincapié en la posible complementariedad de los dos enfoques.

35. Los modelos sugieren que los métodos de reflexión de la luz solar podrían frenar la pérdida del hielo marino del Ártico. Sin embargo, evitar la pérdida del hielo marino del Ártico mediante métodos de reflexión de la luz solar es improbable que sea alcanzable sin que se produzcan efectos climáticos inaceptables en otros lugares. Los modelos sugieren que incluso si se desplegasen a nivel mundial métodos de reflexión de la luz solar a una escala que devolviesen las temperaturas medias mundiales a los niveles preindustriales, la pérdida del hielo marino del Ártico continuaría, aunque a un ritmo más lento. La pérdida adicional del hielo marino del Ártico se podría evitar mediante métodos de reflexión de la luz solar localmente fuertes (usando la aplicación asimétrica de aerosoles estratosféricos), pero esto estaría asociado con efectos extremadamente negativos en otros lugares, debido a grandes cambios en las circulaciones atmosféricas y oceánicas. En teoría, la reducción de cirros, puede estabilizar el hielo marino del Ártico, pero sigue habiendo muchas incertidumbres en relación con esa técnica.

36. Los métodos de reflexión de la luz solar podrían beneficiar a los arrecifes de coral al disminuir la decoloración inducida por la temperatura, pero, en condiciones de altas concentraciones de CO₂, también podrían aumentar, indirectamente, los efectos de la acidificación del océano. A pesar de las incertidumbres en cuanto a la distribución regional, las temperaturas medias mundiales reducidas por los métodos de reflexión de la luz solar probablemente reducirían la incidencia futura de la decoloración de los corales de aguas cálidas (en comparación con las condiciones de RCP 4.5 o RCP 6.0). Las interacciones entre la acidificación de los océanos, la temperatura y los impactos sobre los corales (y otros organismos marinos) son complejas y gran parte dependerá de la escala de medidas adicionales adoptadas para reducir el aumento del CO₂ atmosférico. Si el calentamiento se previene mediante métodos de reflexión de la luz solar, habrá menos emisiones adicionales de CO₂ de los ciclos biogeoquímicos; no obstante, un enfriamiento relativo reduciría el estado de saturación del carbonato, que puede reducir la calcificación o incluso disolver estructuras existentes (para los corales de aguas frías) si no se reducen las emisiones de CO₂.

37. El uso de aerosoles de sulfuro para los métodos de reflexión de la luz solar estarían asociados con un riesgo de pérdida de ozono estratosférico; también habría más efectos secundarios genéricos implicados en la inyección de aerosoles estratosféricos. Aunque los efectos del agotamiento del ozono se pueden evitar si se utilizan aerosoles alternativos, su idoneidad y seguridad están aún por demostrar. Todas las técnicas de inyección de

aerosoles estratosféricos, si son eficaces, cambiarían la calidad y cantidad de la luz que llega a la superficie de la Tierra; se espera que los efectos netos en la productividad sean pequeños, pero podría haber repercusiones en la diversidad biológica (estructura y composición de la comunidad).

38. La eficacia climática del aumento del brillo de las nubes marinas depende de los supuestos formulados con respecto a la microfísica y el comportamiento de las nubes. Muchos asuntos asociados siguen siendo sumamente inciertos. El potencial para las aplicaciones a escala regional se ha identificado; sus repercusiones medioambientales, que incluyen daños por salinidad en la vegetación terrestre, no han sido investigadas en detalle.

39. Los cambios a gran escala en el albedo de la superficie terrestre y oceánica no parecen ser viables ni rentables. Es muy poco probable que se pueda alterar el albedo de los cultivos a una escala climáticamente significativa. Cambiar el albedo de las praderas o de los desiertos a zonas lo suficientemente grandes requeriría muchos recursos, causando daños en la diversidad biológica y los ecosistemas, y probablemente causaría perturbaciones a escala regional en la temperatura y las precipitaciones. Los cambios en el albedo de los océanos (mediante espumas duraderas), en teoría, podrían ser efectivos desde el punto de vista climático, pero también irían acompañados de muchos cambios biogeoquímicos y medioambientales, y es probable que tengan repercusiones ecológicas y socioeconómicas inaceptablemente elevadas.

Técnicas destinadas a aumentar la pérdida de calor

40. La reducción de cirros puede tener potencial para contrarrestar el cambio climático, pero la viabilidad y los posibles efectos de la técnica han recibido poca atención. Esta técnica permitiría que más calor (radiación de onda larga) abandonase la Tierra, a diferencia de los métodos de reflexión de la luz solar (cuyo objetivo es reflejar la energía entrante de onda corta).

Consideraciones socioeconómicas y culturales

41. La literatura reciente en el ámbito de ciencias sociales se ha centrado en la estructuración, gobernanza y cuestiones éticas relacionadas con los métodos atmosféricos de reflexión de la luz solar. Las investigaciones también han abarcado las relaciones internacionales, derecho nacional e internacional y economía, siendo la mayoría de los artículos obra de autores norteamericanos y europeos. Aunque los aspectos socioeconómicos de las técnicas de eliminación de CO₂ basadas en la tierra y a gran escala se han abordado en cierta medida en los debates sobre biocombustibles y sus repercusiones en la seguridad alimentaria, existen lagunas importantes con respecto a la viabilidad comercial de las técnicas de eliminación del dióxido de carbono, como la bioenergía con captura y almacenamiento de carbono, sus marcos institucionales asociados relativos al comercio del carbono o los incentivos fiscales, y las evaluaciones de los impactos ambientales (en el contexto de los servicios de los ecosistemas) y las consecuencias para los pueblos indígenas y las comunidades locales. Se han considerado numerosos marcos diferentes para los métodos de reflexión de la luz solar, siendo los basados en las “emergencias climáticas” o los “puntos de inflexión” los que atrajeron especial interés y críticas. Existe una tendencia creciente hacia programas multidisciplinarios y transdisciplinarios sobre la geoingeniería climática, y los mismos ya están empezando a ofrecer análisis más integrados, con un papel de colaboración para los sociólogos.

42. Cuando se somete a encuestas, la aceptabilidad pública de la geoingeniería es generalmente baja, particularmente la de los métodos de reflexión de la luz solar. Sin embargo, estudios realizados en varios países han logrado una amplia aprobación para investigaciones sobre técnicas de eliminación del dióxido de carbono y métodos de reflexión de la luz solar, siempre que la seguridad de dichas investigaciones se pueda demostrar.

Marco normativo

43. Las Partes Contratantes en el Protocolo de Londres han aprobado una enmienda al Protocolo de Londres para regular la colocación de materias para la fertilización oceánica y otras actividades de geoingeniería marina. Esto se refiere al Protocolo de 1996 al Convenio sobre la Prevención de la Contaminación Marina debida al vertimiento de desechos y otras materias, 1972, administrado por la Organización Marítima Internacional. La enmienda, adoptada en 2013, está estructurada para permitir que se consideren y se incluyan otras actividades de geoingeniería marina en un nuevo anexo en el futuro, si las mismas entran en el ámbito del Protocolo y tienen el potencial de dañar el entorno marino. La enmienda entrará en vigor tras la ratificación por dos tercios de las Partes Contratantes en el Protocolo de Londres. Esta enmienda, una vez que entre en vigor, reforzará el marco normativo para las actividades de fertilización oceánica y proporcionará un marco para una mayor regulación de otras actividades de geoingeniería marina. La Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica, en

la decisión XII/20, tomó nota de la resolución LP.4(8) e invitó a las Partes en el Protocolo de Londres a ratificar esta enmienda y a otros Gobiernos a aplicar medidas acordes con esta enmienda, según proceda.

44. La enmienda de 2007 al Convenio sobre protección del medio marino del Atlántico Nordeste (OSPAR, por sus siglas en inglés), que permite el almacenamiento del dióxido de carbono en formaciones geológicas debajo del lecho marino del Atlántico Nordeste, entró en vigor en julio de 2011 y está actualmente en vigor para 11 de las 16 Partes en el OSPAR.

45. Como se indicaba en el informe original, **la necesidad de mecanismos de control y normativos de base científica, mundiales, transparentes y eficaces podría ser más relevante para aquellas técnicas de geoingeniería que tienen potencial para causar efectos transfronterizos adversos importantes, y para los desplegados en áreas que están fuera de la jurisdicción nacional y en la atmósfera.** Estas constan de un subconjunto de técnicas incluidas en la amplia definición de geoingeniería relacionada con el clima (párrafo 24, *supra*). Muchos enfoques de geoingeniería potenciales basados en los océanos ya se tratan en el CL/PL, como se ha señalado anteriormente. No obstante, la bioenergía con captura y almacenamiento de carbono y la forestación a gran escala propuestas en numerosos escenarios **del Quinto informe de evaluación del IPCC pueden** plantear nuevas cuestiones normativas a nivel internacional sobre la escala asociada del uso de la tierra y del cambio del uso de la tierra. Las posibles consecuencias para la gobernanza internacional de dicha bioenergía con captura y almacenamiento de carbono a gran escala no han sido abordadas de forma específica hasta ahora por el marco normativo o la literatura internacionales.

46. La falta de mecanismos de regulación para los métodos de reflexión de la luz solar sigue siendo una laguna importante. En lo que se refiere a los **métodos de reflexión de la luz solar**, el Quinto informe de evaluación del IPCC señala que “las consecuencias para la gobernanza...resultan particularmente difíciles”, concretamente en materia de las implicaciones políticas de una posible acción unilateral. La redistribución espacial y temporal de los riesgos plantea cuestiones adicionales de justicia intra e intergeneracional¹⁰, que tiene implicaciones para el diseño de mecanismos de control y regulación internacionales. Las cuestiones éticas y políticas planteadas por los métodos de reflexión de la luz solar requieren el compromiso del público y la cooperación internacional para que se puedan abordar adecuadamente. Otros enfoques que implican modificaciones en el ambiente atmosférico incluyen la reducción de cirros tampoco se han abordado.

47. Una cuestión recurrente es cómo debería y podría abordar un marco normativo las actividades de investigación (a diferencia del posible despliegue). Sin embargo, una vez que la etapa de modelación y laboratorio queda atrás, la distinción entre investigación y desarrollo puede resultar difícil de establecer a efectos reglamentarios. Se ha sostenido que la gobernanza puede tener una función facilitadora para las investigaciones “seguras y útiles”; el concepto del Protocolo de Londres de “investigaciones científicas legítimas” que subyace en la enmienda de 2013 se puede observar en este contexto.

48. Estos avances no han cambiado la validez de los mensajes clave de la Parte II de los Estudios de 2012, incluso que “los mecanismos de regulación actuales que podrían aplicar a la geoingeniería relacionada con el clima relativos al Convenio no constituyen un marco para la geoingeniería en su conjunto que cumple los criterios de ser de base científica, globales, transparentes y efectivos” y que “con las posibles excepciones de los experimentos de fertilización de los océanos y el almacenamiento de CO₂ en formaciones geológicas, el marco jurídico y normativo existente no se corresponde actualmente con la escala y el alcance potenciales de la geoingeniería relacionada con el clima, incluidos los efectos transfronterizos”.

Conclusiones

49. La diversidad biológica se ve afectada por una serie de impulsores del cambio que sufrirán efectos por las técnicas propuestas de geoingeniería de eliminación del dióxido de carbono y gestión de la radiación solar. Si es efectiva, la geoingeniería reducirá las repercusiones del cambio climático en la diversidad biológica a nivel mundial. No obstante, en el caso de la gestión de la radiación solar en condiciones de altas concentraciones de CO₂ esto no será necesariamente el caso a niveles locales, debido a una distribución intrínsecamente impredecible de los efectos de la temperatura y las precipitaciones. Por otro lado, los beneficios para la diversidad biológica al reducir los efectos del cambio climático mediante una eliminación de CO₂ basado en la biomasa a gran escala podrían verse compensados, al menos en parte, y posiblemente superados, por el cambio del uso de la tierra. Los cambios en la

¹⁰ Informe de síntesis del Quinto informe de evaluación del IPCC, p. 89; Grupo de trabajo III, pág. 488.

productividad oceánica mediante la fertilización a gran escala entrañarán necesariamente cambios importantes en los ecosistemas marinos, con riesgos asociados para la diversidad biológica. En general, los efectos secundarios específicos de las técnicas que pueden ser perjudiciales para la diversidad biológica no se comprenden muy bien.

50. La evaluación de las repercusiones directas e indirectas (cada una de las cuales puede ser positiva o negativa) de la geoingeniería relacionada con el clima no es sencilla. Dichas consideraciones implican necesariamente incertidumbres relativas a la viabilidad y eficacia técnicas; dependencias de la escala; y comparaciones complejas con condiciones no inducidas mediante geoingeniería, así como juicios de valor y consideraciones éticas. Las consideraciones específicas de las técnicas importantes para la evaluación de las técnicas de geoingeniería relacionada con el clima incluyen la eficacia, la seguridad y los riesgos; los beneficios colaterales; la disposición; la gobernanza y la ética; y el coste y la accesibilidad económica. Muchos de estos factores todavía no se pueden cuantificar de forma fiable, y es importante que el “coste” incluya tanto los valores del mercado como los ajenos al mercado. Seguir investigando, con las salvaguardias adecuadas, podría contribuir a reducir algunas de estas lagunas en los conocimientos y las incertidumbres.

IV. RECOMENDACIÓN SUGERIDA.

El Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico tal vez desee:

- a) *Tomar nota* del informe actualizado sobre geoingeniería relacionada con el clima en relación con el Convenio sobre la Diversidad Biológica (UNEP/CBD/SBSTTA/19/INF/2) y sus mensajes clave (UNEP/CBD/SBSTTA/19/7);
- b) *Recomendar* que la Conferencia de las Partes *tome nota* de que muy pocas Partes han presentado información sobre las medidas que han adoptado de conformidad con el párrafo 8 w) de la decisión X/33, e *insta a* otras Partes, según proceda, a proporcionar dicha información.

ANEXO

Los siguientes mensajes clave se identificaron en la Serie Técnica del CDB Núm. 66 (CDB, 2012) (Las partes destacadas en negrita en los estudios originales se reproducen aquí; el texto íntegro está disponible en los estudios completos).

Mensajes clave de la Serie Técnica del CDB Núm. 66 Parte I: Efectos de la geoingeniería relacionada con el clima en la Diversidad Biológica (Williamson et al, 2012)

1. La diversidad biológica, los ecosistemas y sus servicios son críticos para el bienestar humano. La protección de la diversidad biológica y de los ecosistemas requiere que los impulsores de la pérdida de diversidad biológica se reduzcan.

Técnicas propuestas de la geoingeniería relacionada con el clima

2. En este informe, la geoingeniería relacionada con el clima se define como una intervención intencional que se realiza en el medio ambiente planetario de naturaleza y escala deseadas para contrarrestar el cambio climático antropogénico y sus efectos.

3. Las técnicas de gestión de radiación solar tienen por fin contrarrestar el calentamiento y los cambios climáticos asociados reduciendo la incidencia y la posterior absorción de la radiación solar de onda corta, reflejando una pequeña proporción para que vuelva al espacio.

4. La eliminación del dióxido de carbono implica técnicas destinadas a quitar el CO₂, un gas de efecto invernadero importante, de la atmósfera.

5. No hay un solo enfoque de geoingeniería que actualmente cumpla los tres criterios básicos de ser eficaz, seguro y asequible. Cada técnica está en una etapa diferente de desarrollo, la mayoría están en etapa teórica, y la eficacia de muchas es dudosa.

Cambio climático y acidificación de los océanos, y sus efectos sobre la diversidad biológica

6. El aumento continuo de CO₂ y otros gases de efecto invernadero atmosféricos no solo tienen consecuencias profundas en las temperaturas medias mundiales y regionales, sino también en las precipitaciones, la humedad del terreno, la dinámica del manto de hielo, el ascenso del nivel del mar, la acidificación de los océanos y la frecuencia y la magnitud de acontecimientos extremos como inundaciones, sequías e incendios incontrolados.

7. Desde 2000, el ritmo medio de aumento de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero ha sido de aproximadamente un 3,1% por año. Las emisiones de otros gases de efecto invernadero también están aumentando. Como consecuencia, va a resultar mucho más difícil limitar el calentamiento global a 2 °C, que es la meta que se ha propuesto.

8. Incluso con sólidas políticas de mitigación del clima, es inevitable que haya más cambios climáticos propiciados por los humanos debido a las respuestas retardadas en el sistema climático de la Tierra.

9. El cambio climático inducido por el ser humano supone una gama cada vez más grave de amenazas para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, lo que aumenta enormemente el riesgo de extinción de especies y de desapariciones locales de especies.

10. Los efectos terrestres del cambio climático proyectado posiblemente serán más grandes para los hábitats de montaña y polares, las áreas costeras afectadas por el cambio del nivel del mar y donde haya cambios importantes en la disponibilidad del agua dulce.

11. Las especies y los ecosistemas marinos dependen cada vez más de la acidificación de los océanos y de los cambios de temperatura.

12. La biosfera desempeña un papel clave en los procesos climáticos, especialmente como parte de los ciclos del carbono y del agua.

Efectos potenciales en la diversidad biológica de las técnicas de geoingeniería de la gestión de la radiación solar

13. La gestión de la radiación solar, si es eficaz en disminuir la magnitud del calentamiento, podría reducir algunos de los efectos relacionados con el cambio climático en la diversidad biológica. También es posible que dichas técnicas tengan otros efectos no intencionales en la diversidad biológica.

14. Una serie de análisis basados en modelos y muestras recogidas tras erupciones volcánicas indican que el oscurecimiento uniforme de la luz solar entre un 1% y un 2% mediante una técnica atmosférica no especificada de reflexión de la luz solar podría reducir, en la mayor parte del planeta, los futuros cambios de temperatura previstos si no se mitigan las emisiones de gases de efecto invernadero.

15. La gestión de la radiación solar introduciría una nueva dinámica entre los efectos térmicos de los gases de efecto invernadero y los efectos de enfriamiento debido a la reducción de la luz solar.

16. Los métodos de reflexión de la luz solar no afectan a la cantidad de CO₂ antropogénico que hay en la atmósfera. Por lo tanto estos métodos tendrían poco efecto en la acidificación de los océanos y sus correspondientes efectos en la diversidad biológica marina, así como en los efectos (positivos o negativos) de altas concentraciones de CO₂ atmosférico en los ecosistemas terrestres.

17. La rápida conclusión de la gestión de la radiación solar, que se había utilizado durante un tiempo y enmascara un alto grado de calentamiento, debido a las continuas emisiones de gases de efecto invernadero, casi con seguridad tendría efectos negativos muy grandes en la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas.

18. La inyección de aerosoles estratosféricos, utilizando partículas de sulfato, afectaría la cantidad y calidad total de la luz que alcanza la biosfera, tendría efectos relativamente menores en la acidez atmosférica y también afectaría el agotamiento del ozono estratosférico.

19. El aumento del brillo de las nubes es un método propuesto de reflexión de la luz solar más localizado, cuya aplicación probablemente se limite a zonas oceánicas concretas. Actualmente la previsibilidad de sus efectos climáticos es incierta.

20. Los cambios del albedo superficial tendrían que ser desplegados por zonas terrestres muy grandes (escala subcontinental) o por gran parte de la masa oceánica total para que tuvieran efectos apreciables en el clima global, y también afectarían a los ecosistemas. Un intenso enfriamiento localizado podría perturbar los regímenes meteorológicos regionales.

Posibles efectos en la diversidad biológica de la geoingeniería destinada a eliminar el dióxido de carbono

21. Se esperaría que técnicas de eliminación del dióxido de carbono, si son eficaces y factibles, reduzcan los efectos negativos en la diversidad biológica del cambio climático y, en la mayoría de los casos, de la acidificación de los océanos.

22. Las técnicas individuales de eliminación del dióxido de carbono pueden tener importantes efectos no intencionados en los ecosistemas terrestres y/o oceánicos, dependiendo de la naturaleza, escala y ubicación de la captura y almacenamiento del carbono.

23. La fertilización de los océanos implica un aumento de la producción primaria biológica con cambios asociados en la estructura de la comunidad fitoplanctónica y diversidad de las especies y consecuencias para una red alimentaria más amplia.

24. El aumento de la alteración por agentes atmosféricos implicaría la explotación minera a gran escala y el transporte de carbonatos y silicatos, así como la dispersión de materiales sólidos o líquidos en la tierra o el mar. La gravedad de los efectos (que pueden ser tanto positivos como negativos) en los ecosistemas terrestres y costeros dependerá del método y la escala de aplicación.

25. Los efectos del almacenamiento del carbono de los ecosistemas en la diversidad biológica mediante la forestación, la reforestación o el aumento del carbono en los suelos y humedales dependen del método y de la escala con que se aplican.

26. Es probable que la producción de la biomasa para el secuestro de carbono a una escala lo suficientemente grande para ser importante desde el punto de vista climático compita por la tierra con cultivos para alimentos y otros fines, o que conlleve un cambio a gran escala en el uso de la tierra, con efectos importantes en la diversidad biológica y las emisiones de gases de efecto invernadero que podrían contrarrestar parcialmente (o incluso exceder) el carbono secuestrado como biomasa.

27. Los efectos que tiene almacenar biocarbón (carbón vegetal) a largo plazo en diferentes tipos de suelo y en diferentes condiciones ambientales no se conocen bien.

28. Cabe esperar que el almacenamiento de biomasa terrestre en los océanos (p. ej. los residuos agrícolas) tenga un efecto negativo en la diversidad biológica.

29. La captura del CO₂ del aire ambiente requeriría una mayor cantidad de energía. Algunos de los procesos propuestos también podrían conllevar una elevada demanda de agua dulce, y un posible riesgo de contaminación química derivado de la fabricación de sorbentes; de lo contrario tendrían efectos directos relativamente pequeños en la diversidad biológica.

30. El almacenamiento de CO₂ en los océanos alterará sin duda el medio ambiente químico local, con una alta probabilidad de efectos biológicos.

31. Las fugas del CO₂ almacenado en los depósitos geológicos bajo el lecho marino, aunque se consideran improbables si se seleccionan bien los emplazamientos, tendrían implicaciones para la fauna bentónica local.

Consideraciones sociales, económicas, culturales y éticas de la geoingeniería relacionada con el clima

32. La consideración de la geoingeniería como posible opción plantea muchas cuestiones socioeconómicas, culturales y éticas, independientemente del enfoque específico.

33. Actualmente la humanidad es la fuerza más importante que está alterando el medio ambiente del planeta.

34. La “pega moral” de la geoingeniería es que es percibida como solución tecnológica alternativa, que además posiblemente reduzca el esfuerzo de mitigación.

35. Además de limitar los efectos indeseables del cambio climático, es prácticamente seguro que la aplicación a gran escala de técnicas de geoingeniería conlleve efectos secundarios imprevistos y que aumente las tensiones sociopolíticas.

36. Una cuestión adicional es la posibilidad de un “encajonamiento” tecnológico, político y social.

37. La geoingeniería plantea una serie de cuestiones con respecto a la distribución de los recursos y los efectos dentro de y entre las sociedades y a través del tiempo.

38. En los casos en que la experimentación o intervenciones de la geoingeniería puedan tener efectos transfronterizos o repercusión en áreas que están fuera de la jurisdicción nacional, podrían surgir tensiones geopolíticas.

Síntesis

39. La utilización de algunas técnicas de geoingeniería, si es factible y eficaz, podría reducir la magnitud del cambio climático y sus efectos en la diversidad biológica. Al mismo tiempo, es probable que la mayoría de las técnicas de geoingeniería tengan efectos imprevistos en la diversidad biológica, sobre todo cuando se utilizan a una escala significativa para el clima, junto con riesgos e incertidumbres importantes.

40. Hay numerosas áreas donde los conocimientos son todavía muy limitados.

41. Las partes interesadas tienen una comprensión muy limitada de los conceptos y técnicas de geoingeniería y sus efectos potenciales, tanto positivos como negativos, en la diversidad biológica.

Mensaje clave de la Serie Técnica del CDB Núm. 66 Parte II: El marco normativo para la geoingeniería relacionada con el clima en lo pertinente al Convenio sobre la Diversidad Biológica (Bodley et al, 2012)

42. La Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica, teniendo en cuenta *la posible necesidad de contar con mecanismos de control y normativos de base científica, mundiales, transparentes y*

eficaces, pidió que se llevase a cabo un estudio sobre las deficiencias en los mecanismos existentes para la geoingeniería relacionada con el clima en lo pertinente al Convenio sobre la Diversidad Biológica.

43. “Geoingeniería relacionada con el clima” es un término general que engloba varios conceptos, técnicas o tecnologías de geoingeniería diferentes.

44. Posiblemente para lo que más pertinente es la necesidad de mecanismos de control y normativos de base científica, mundiales, transparentes y eficaces es para los conceptos de geoingeniería que tienen potencial para causar efectos transfronterizos adversos importantes, y para los desplegados en áreas que están fuera de la jurisdicción nacional y en la atmósfera.

45. El marco normativo existente incluye reglas consuetudinarias generales del derecho internacional y de tratados internacionales concretos.

Reglas generales del derecho internacional consuetudinario

46. La responsabilidad estatal describe las reglas que gobiernan las condiciones generales en las que un estado es responsable de acciones u omisiones ilícitas, y las consecuencias jurídicas resultantes.

47. Todos los estados tienen la obligación general de asegurarse de que las actividades que se lleven a cabo dentro de su jurisdicción o control respeten el medio ambiente de otros estados o de zonas que queden fuera de la jurisdicción o control nacional.

48. Los estados tienen el deber de llevar a cabo una evaluación del impacto ambiental de actividades que puedan tener un efecto adverso importante en un contexto transfronterizo, en concreto, en un recurso compartido.

49. El principio o enfoque de precaución es pertinente, pero su condición jurídica y su contenido en el derecho internacional consuetudinario aún no han sido claramente establecidos, y las implicaciones de su aplicación a la geoingeniería no están claras.

50. Otros conceptos generales pertinentes son el desarrollo sostenible, las responsabilidades comunes pero diferenciadas y conceptos que abordan el interés internacional en la protección de zonas que quedan fuera de la jurisdicción nacional y de recursos compartidos, así como cuestiones de interés común como la diversidad biológica.

Regímenes e instituciones de tratados específicos

51. El Convenio sobre la Diversidad Biológica ha adoptado una decisión sobre geoingeniería que cubre todas las tecnologías que puedan afectar a la diversidad biológica.

52. La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CNUDM) dispone el marco jurídico en el que deben realizarse todas las actividades en los océanos y los mares, incluidas las actividades de geoingeniería.

53. El Convenio de Londres y su Protocolo (CL/PL) han proporcionado orientación detallada sobre la fertilización de los océanos y sobre el almacenamiento de carbono, y están considerando una aplicación más amplia a otras actividades de geoingeniería marina cubiertas por su mandato. El Protocolo de Londres prohíbe verter CO₂ en la columna de agua y el lecho del mar.

54. La CMNUCC y el Protocolo de Kioto no han abordado conceptos de geoingeniería como tales ni su gobernanza.

55. El Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono exige que las Partes, entre otras cosas, tomen medidas para proteger la salud humana y el medio ambiente frente a los probables efectos adversos de las actividades humanas que modifiquen o probablemente modifiquen la capa de ozono. El Protocolo de Montreal exige que las Partes reduzcan progresivamente ciertas sustancias que agotan la capa de ozono.

56. La Convención sobre la prohibición de utilizar técnicas de modificación ambiental con fines militares u otros fines hostiles (ENMOD por sus siglas en inglés) solo sería directamente aplicable a la geoingeniería si fuese utilizada como instrumento bélico.

57. El despliegue de escudos o espejos en el espacio exterior para bloquear o reflejar la radiación solar dependería del derecho espacial.

58. El Convenio sobre protección del medio marino del Nordeste Atlántico (Convenio OSPAR por sus siglas en inglés) prohíbe el almacenamiento de CO₂ en la columna de agua o el lecho marino y ha creado reglas y orientación para el almacenamiento de CO₂ en formaciones geológicas debajo del lecho marino.

59. El Convenio sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia (LRTAP por sus siglas en inglés) podría ser pertinente para conceptos de geoingeniería como la inyección de aerosoles, que introduce azufre u otras sustancias en la atmósfera.

60. Las normas internacionales de derechos humanos serían pertinentes si una determinada actividad de geoingeniería violara derechos humanos concretos.

61. Instituciones internacionales como la Asamblea General de las Naciones Unidas, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO son pertinentes a la gobernanza de la geoingeniería.

62. Generalmente el derecho internacional no aborda la investigación específicamente como algo distinto del despliegue de tecnología con efectos o riesgos conocidos, aparte de reglas especiales en ciertas áreas.

Lagunas del marco normativo actual

63. Los mecanismos normativos existentes que se podrían aplicar a la geoingeniería relacionada con el clima pertinentes al Convenio sobre la Diversidad Biológica no constituyen un marco para la geoingeniería en su conjunto que cumpla los criterios de tener una base científica, ser mundial, transparente y eficaz.

64. Algunos principios generales del derecho internacional, como el deber de evitar daños transfronterizos y la necesidad de llevar a cabo una evaluación del impacto ambiental (EIA), junto con las reglas de responsabilidad de los estados proporcionan cierta orientación pertinente a la geoingeniería.

65. Algunas técnicas de geoingeniería están reguladas por los regímenes de tratados existentes, mientras que otras están prohibidas:

- a) El Protocolo de Londres prohíbe verter CO₂ en la columna de agua y el lecho del mar.
- b) Los experimentos de fertilización de los océanos están regulados por la disposición del CL/PL sobre los vertidos y orientación no vinculante adicional, incluido un marco de evaluación de los riesgos.
- c) El almacenamiento de CO₂ en formaciones geológicas subsuperficiales está regulado por el CL/PL y el Convenio OSPAR.

66. Otras técnicas de geoingeniería estarían sujetas a las obligaciones generales de procedimiento que imponen los regímenes de los tratados existentes, pero hasta la fecha no se ha elaborado ninguna regla específica para gobernar estas técnicas particulares.

67. La mayoría de los tratados, no todos, podrían proporcionar mecanismos, procedimientos o instituciones que podrían determinar si el tratado en cuestión es aplicable a una actividad de geoingeniería concreta y abordar tales actividades.

68. La falta de mecanismos normativos para los métodos de reflexión de la luz solar es una laguna importante, especialmente si se tienen en cuenta los graves efectos transfronterizos deletéreos.

69. La mayoría de los mecanismos normativos mencionados en el informe fueron creados antes de que la geoingeniería fuera un asunto importante y, como tales, actualmente no contienen referencias explícitas a enfoques de geoingeniería.
