



**NACIONES
UNIDAS**



Convención Marco sobre el Cambio Climático

Distr.
GENERAL

FCCC/SBSTA/2006/7
25 de agosto de 2006

ESPAÑOL
Original: INGLÉS

ÓRGANO SUBSIDIARIO DE ASESORAMIENTO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO

25º período de sesiones
Nairobi, 6 a 14 de noviembre de 2006

**Tema 11 del programa provisional
Informes sobre la labor realizada**

Informe del taller sobre la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono celebrado durante el 24º período de sesiones del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico

**Nota de la Presidencia del Órgano Subsidiario de
Asesoramiento Científico y Tecnológico**

Resumen

El 20 de mayo de 2006 se celebró en Bonn (Alemania) un taller del período de sesiones sobre la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono. Los participantes intercambiaron opiniones y experiencias sobre diversas actividades relacionadas con la captura y el almacenamiento de CO₂, con inclusión de las experiencias en proyectos experimentales y de demostración, las disposiciones pertinentes de las *Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero de 2006*, el fomento de la capacidad para el desarrollo de esta tecnología y otras cuestiones conexas. Los participantes determinaron las esferas de trabajo que podrían desarrollarse para promover la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono.

ÍNDICE

	<i>Párrafos</i>	<i>Página</i>
I. INTRODUCCIÓN.....	1 - 4	3
A. Mandato.....	1 - 2	3
B. Objeto de la nota.....	3	3
C. Medidas que podría adoptar el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico	4	3
II. ORGANIZACIÓN DEL TALLER.....	5 - 7	3
III. RESUMEN DE LAS PONENCIAS Y DELIBERACIONES.....	8 - 47	4
A. Presentación y reseña general de la tecnología de captura y almacenamiento de dióxido de carbono	8 - 17	4
B. Experiencias en los proyectos experimentales y de demostración y otros trabajos conexos	18 - 38	7
C. Fomento de la capacidad para el desarrollo de la tecnología de captura y almacenamiento de dióxido de carbono y otras cuestiones conexas	39 - 47	13
IV. DEBATE GENERAL.....	48 - 56	18
V. CUESTIONES QUE CONVIENE SEGUIR ESTUDIANDO	57	20

I. Introducción

A. Mandato

1. El Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico (OSACT), en su 23º período de sesiones, pidió a la secretaría que, bajo la orientación del Presidente del OSACT, organizara un taller sobre la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono durante su 24º período de sesiones, a fin de aumentar los conocimientos a este respecto mediante una reseña general del Informe especial sobre la captación y el almacenamiento de dióxido de carbono del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), y el intercambio de experiencias y de las enseñanzas extraídas.

2. En el mismo período de sesiones, el OSACT pidió a su Presidente que preparara un informe sobre dicho taller y se lo presentara, para su examen, en su 25º período de sesiones, que tendría lugar en Nairobi en noviembre de 2006, y solicitó asimismo que dicho informe y las ponencias del taller se pusieran a disposición en el sitio web de la secretaría (FCCC/SBSTA/2005/10, párr. 112).

B. Objeto de la nota

3. En este informe se ofrece un resumen de las 20 ponencias presentadas durante el taller por representantes de los países y por expertos representantes de organizaciones intergubernamentales, organizaciones no gubernamentales (ONG), las empresas y la industria, así como un resumen del debate general. Las ideas sobre las posibles actividades futuras de captura y almacenamiento de dióxido de carbono propuestas durante el taller podrían servir de punto de partida para un examen más a fondo de esta cuestión por el OSACT en su 25º período de sesiones.

C. Medidas que podría adoptar el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Tecnológico

4. El OSACT tal vez desee tomar nota de la información que figura en el presente documento y, en los casos necesarios, ofrecer orientación a las Partes sobre las medidas que podrían adoptarse a continuación para promover la labor relativa a las tecnologías de captura y almacenamiento de dióxido de carbono, teniendo en cuenta el trabajo que están realizando las organizaciones intergubernamentales pertinentes y el sector privado.

II. Organización del taller

5. El taller se celebró el 20 de mayo de 2006, durante el 24º período de sesiones del OSACT¹. Asistieron aproximadamente 300 participantes, entre ellos Partes y representantes de las empresas y la industria, ONG ambientales y organizaciones internacionales y regionales².

6. Los objetivos del taller eran:

- a) Promover un conocimiento más amplio de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono entre los principales interesados directos, las Partes, las organizaciones

¹ El 22 de mayo de 2006 tuvo lugar en Bonn (Alemania) un taller sobre la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono como actividades de proyectos del mecanismo para un desarrollo limpio, cuyo informe figura en el documento FCCC/KP/CMP/2006/3.

² El programa del taller y todas las ponencias pueden consultarse en <http://unfccc.int/meetings/sb24/in-session/items/3623.php>.

intergubernamentales y el sector privado mediante la presentación general del Informe especial del IPCC y el intercambio de experiencias y de las enseñanzas extraídas;

- b) Determinar las medidas prácticas que podrían adoptar las Partes y los interesados pertinentes para promover el desarrollo de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono.

7. En sus observaciones de apertura, el Sr. Kishan Kumarsingh, Presidente del OSACT, dijo que la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono constituían una opción tecnológica incipiente, con un altísimo potencial de mitigación, que podría convertirse en un componente fundamental de una cartera de estrategias y opciones tecnológicas complementarias para efectuar la transición hacia un futuro con bajas emisiones de carbono, y destacó el gran interés de las Partes en este campo. El Sr. Kumarsingh se refirió al Informe especial del IPCC sobre la captación y el almacenamiento de dióxido de carbono en el que se describen las posibilidades que ofrece esta tecnología para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Destacó la importancia de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono en el contexto de las deliberaciones de las Partes sobre las nuevas medidas relacionadas con el cambio climático en el Diálogo sobre la cooperación a largo plazo para hacer frente al cambio climático mediante una mejor aplicación de la Convención, así como en el contexto del Grupo de Trabajo especial sobre los nuevos compromisos de las Partes en el anexo I con arreglo al Protocolo de Kyoto.

III. Resumen de las ponencias y deliberaciones

A. Presentación y reseña general de la tecnología de captura y almacenamiento de dióxido de carbono

8. El Sr. Bert Metz, IPCC, señaló que una de las principales conclusiones del Informe especial del IPCC era que la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono formaban parte de una cartera de opciones que podían reducir los costos globales de la mitigación y aumentar la flexibilidad en la reducción de las emisiones de GEI. Observó que los componentes de los sistemas de captura y almacenamiento de dióxido de carbono se encontraban en diferentes etapas de desarrollo, que abarcaban desde un mercado maduro (la recuperación asistida del petróleo) hasta las fases de demostración (la recuperación asistida del metano en capas de carbón) y de investigación (el almacenamiento oceánico). Subrayó que existía una buena correlación entre los lugares de captura y de almacenamiento de dióxido de carbono en el mundo. Con respecto a los costos de estas actividades, el Sr. Metz señaló que el costo adicional sería del orden de 1 a 5 centavos por kWh, lo que equivalía a entre 20 y 270 dólares de los EE.UU. por tonelada de CO₂ no emitida. Los costos más altos correspondían a la captura del CO₂, pero se esperaba que en los diez años siguientes esos costos se redujeran en un 20 a 30%. El Sr. Metz subrayó asimismo el importante potencial económico de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono, que, en un escenario de estabilización, podía aportar entre el 15 y el 55% del esfuerzo de mitigación total en el mundo hasta 2100, reduciendo al mismo tiempo los costos de la mitigación en un 30% o más. Sin embargo, mientras el costo de la captura de CO₂ no se situara entre 25 y 30 dólares de los EE.UU. por tonelada de CO₂, no cabía esperar la aplicación generalizada de esta tecnología.

9. El Sr. Larry Myer, Estados Unidos de América, hizo una reseña de las opciones tecnológicas para la captura y el almacenamiento de CO₂, centrándose en el almacenamiento del dióxido de carbono en yacimientos de petróleo y gas, capas de carbón profundas no explotables y formaciones salinas. Señaló que los yacimientos de petróleo y gas eran los primeros objetivos para el almacenamiento, porque tenían una distribución amplia, un sellado intrínseco y características bien definidas; existían decenios de experiencia tecnológica pertinente; la despresurización provocada por la explotación proporcionaba capacidad de almacenamiento; y la recuperación asistida del petróleo y la recuperación asistida del gas ofrecían posibilidades de compensar los costos. Una de las desventajas de esta opción era la reducida capacidad de almacenamiento en los pozos abandonados y de larga duración. El Sr. Myer subrayó que,

mientras que la recuperación asistida del petróleo era una técnica ya disponible en el comercio³, la tecnología de la recuperación asistida del gas aún no se conocía a fondo.

10. El Sr. John Bradshaw, Australia, presentó una evaluación de la capacidad de almacenamiento de dióxido de carbono desde una perspectiva nacional y de intervención, incluido un estudio monográfico de evaluación geológica de las perspectivas para el almacenamiento de CO₂ en Australia, la zona de la Cooperación Económica Asia-Pacífico (CEAP), China y el mundo. Expuso un esquema de riesgos que permitía comparar y clasificar los posibles lugares de almacenamiento de Australia sobre la base de criterios de riesgo geológico y de la capacidad calculada en función del riesgo. La correlación de los posibles depósitos de almacenamiento con las fuentes de emisión de CO₂ en Australia indicaba que existían buenos depósitos con gran capacidad de almacenamiento en la plataforma del noroeste, que sin embargo se encontraban lejos de las principales fuentes; depósitos viables pero no óptimos cerca de las grandes fuentes de emisión; y buenos depósitos en el sudeste, que requerían sin embargo costosas obras submarinas. En cuanto a los aspectos económicos del almacenamiento en Australia, el volumen poroso de los mejores emplazamientos superaba las 4.100 Gt de CO₂, el volumen poroso ajustado en función del riesgo era de 740 Gt de CO₂, y si se tenían en cuenta únicamente los emplazamientos que presentaban una buena correspondencia con las fuentes, la capacidad era de tan sólo 100 a 115 Mt de CO₂ por año, a un ritmo sostenible, o de entre 40 y 180 Mt de CO₂ por año, según la tasa de la curva de costos. El Sr. Bradshaw presentó también un panorama general de las zonas muy prometedoras, prometedoras y poco prometedoras para el almacenamiento a nivel mundial y en China, que podía servir como punto de partida para buscar lugares de almacenamiento cuando se estableciera la correlación entre esos lugares y las fuentes de emisión.

11. Los expertos recalcaron que, aunque el potencial para el almacenamiento geológico tal vez fuera suficiente en general, podría no serlo en todas las regiones⁴, y ese potencial podría reducirse al tener en cuenta las consideraciones económicas. Las formaciones salinas que contienen yacimientos de petróleo y gas como subunidades⁵ proporcionarían las mejores posibilidades de almacenamiento; había datos disponibles sobre los yacimientos de petróleo y gas en relación con las formaciones salinas circundantes, y gran parte de la tecnología podía transferirse directamente⁶. Sin embargo, se requería una caracterización de los emplazamientos a fin de definir las características de las trampas, el sellado y los depósitos. Las vetas de carbón podían ofrecer posibilidades de almacenamiento adicionales, pero esta opción se encontraba en las primeras fases de estudio y la capacidad de almacenamiento era relativamente pequeña.

12. Con respecto al tiempo de retención del CO₂ almacenado en cuencas sedimentarias, los sistemas petrolíferos podrían servir de ejemplo. Los expertos señalaron que los sistemas petrolíferos almacenaban hidrocarburos de manera segura por cientos de millones de años, aunque podían producirse fugas naturales y había ejemplos de liberación catastrófica por causas naturales. Varios expertos observaron también que, sobre la base de las limitadas aplicaciones, el riesgo de fugas a partir de los depósitos

³ De las 70 a 80 instalaciones de recuperación asistida de petróleo, sólo unas cuantas, como la de Weyburn, utilizan CO₂ antropógeno.

⁴ En el Informe especial del IPCC sobre la captación y el almacenamiento de dióxido de carbono se considera probable que se puedan almacenar en emplazamientos geológicos 2.000 Gt de CO₂.

⁵ Por ejemplo, en California pueden almacenarse 5 Gt de CO₂ en yacimientos de petróleo y gas, pero entre 100 y 500 Gt de CO₂ en formaciones salinas.

⁶ Los proyectos de Sleipner e In Salah son ejemplos de almacenamiento en formaciones salinas. En In Salah la formación contiene en parte hidrocarburos y en parte aguas salinas, mientras que en Sleipner el CO₂ se inyecta en una unidad geológica diferente de la que produce hidrocarburos.

geológicos parecía ser pequeño si se llevaban a cabo una adecuada selección del emplazamiento y un buen programa de vigilancia y se establecían sistemas de reglamentación y métodos de reparación para frenar o controlar las emisiones de CO₂ cuando se produjeran. Las cuestiones de la permanencia en el lugar de almacenamiento dependerían menos de las características del emplazamiento que del operador, los reglamentos, las salvaguardias, el tipo de emisión y las tasas de inyección. El riesgo de fuga era comparable al de las fugas asociadas actualmente a la recuperación asistida del petróleo, el almacenamiento del gas natural o la remoción de gas ácido. Aunque podían producirse fugas, era sumamente probable que más del 99% del CO₂ permaneciera en el depósito por más de 100 años, e incumbía a las autoridades decisorias determinar si ello era suficiente.

13. Un experto subrayó que había mucha información técnica disponible procedente principalmente de los sistemas petrolíferos naturales, que podía ser útil para la aplicación de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono y que era muy instructiva en cuanto a lo que cabía esperar del almacenamiento del CO₂. Era necesario elaborar criterios técnicos aplicables en todo el mundo, para la evaluación de los riesgos.

14. Los participantes señalaron que la vigilancia era fundamental para evaluar el comportamiento de las formaciones salinas y demostrar la seguridad del almacenamiento en ellas, y que, debido a las semejanzas con los sistemas petrolíferos, se disponía de experiencia tecnológica pertinente sobre la selección, gestión, vigilancia y reparación de los emplazamientos. En la industria del petróleo y el gas existía una cartera sustancial de técnicas de vigilancia, que incluían la geofísica sísmica y eléctrica, la diagráfia de pozos, mediciones de la presión hidrológica y con trazadores, el muestreo geoquímico, la teleobservación, los sensores de CO₂ y las mediciones del flujo superficial. El costo de la vigilancia en las formaciones salinas se estimaba en 0,17 dólares de los EE.UU. por tonelada de CO₂ inyectada, cifra parecida al costo de la recuperación asistida del petróleo, y el costo del componente subsuperficial de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono, incluida la vigilancia, se situaba en un 10 a 20% del costo total de los proyectos.

15. Se señaló que era difícil predecir el período de tiempo que podría transcurrir entre las fases experimental y operacional de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono, ya que se necesitarían miles de proyectos. Para tener un efecto importante, habida cuenta del volumen de emisiones que había que reducir, la industria del almacenamiento de CO₂ debería alcanzar un tamaño varias veces superior al de la actual industria del gas.

16. En respuesta a las preguntas, los expertos indicaron que el reciente aumento de los precios del gas no se había incorporado en el análisis del Informe especial del IPCC sobre la captación y el almacenamiento de dióxido de carbono. El costo de la gasificación en el ciclo combinado con gasificación integrada (CCGI) se había tenido en cuenta en el análisis; resultaba más barato añadir la parte de la captura de CO₂ en esa tecnología que en el ciclo combinado con turbina de gas (CCTG) o en la técnica del carbón pulverizado. Por lo tanto, el CCGI podía presentar una ventaja con respecto al CCTG. Además, no existía ninguna forma sencilla de evaluar de qué manera los recientes aumentos de los precios del petróleo repercutirían en las conclusiones del Informe especial del IPCC en lo referente a los costos, el potencial económico, la oportunidad y la disponibilidad de las actividades de captura y almacenamiento de CO₂, porque había otros factores que considerar⁷.

17. En los debates se subrayó que las centrales eléctricas con captura y almacenamiento de CO₂ requerían entre un 15 y un 40% más de energía que las centrales sin esa tecnología⁸. En su mayor parte,

⁷ Los aumentos de los precios del petróleo afectarán a la recuperación asistida del petróleo, ya que los mayores costos serán un incentivo para la captura y el almacenamiento del CO₂, pero por otra parte el precio del CO₂ crece y podría ejercer el efecto opuesto.

⁸ Carbón pulverizado: 25 a 40%; CCTG: 20%; CCGI: 15 a 25%.

el gasto más alto de energía se debía a la captura, y el reto consistía en desarrollar una tecnología de captura que consumiera menos energía. Los participantes observaron que la captura y el almacenamiento de CO₂ constituían una tecnología de mitigación que se aplicaba a los combustibles fósiles y a la biomasa y que debía utilizarse en relación con grandes fuentes puntuales tales como las centrales eléctricas, las instalaciones petroquímicas y las plantas productoras de hidrógeno. Para las pequeñas unidades no conectadas a la red no se recomendaban las aplicaciones de captura y almacenamiento de CO₂, porque podrían no ser económicamente viables.

B. Experiencias en los proyectos experimentales y de demostración y otros trabajos conexos

1. Experiencias y enseñanzas extraídas en los proyectos experimentales y de demostración

18. El Sr. Tore Torp, de la Asociación de la Industria Petrolera Internacional para la Conservación del Medio Ambiente (Statoil), habló sobre las experiencias y las enseñanzas extraídas en el proyecto Sleipner y otros proyectos experimentales y de demostración. El Sr. Tore describió también la vasta experiencia industrial anterior con el CO₂ en relación con la recuperación asistida del petróleo, la depuración del gas natural, el transporte (gaseoductos y buques), la reinyección y el almacenamiento subterráneo⁹, las bebidas no alcohólicas, la limpieza en seco y el envasado de los alimentos. El proyecto Sleipner, que había comenzado a funcionar en 1996 en el acuífero salino de Utsira, podía almacenar todo el CO₂ producido por las centrales eléctricas de la Unión Europea (UE) durante 600 años. En este proyecto se habían desarrollado técnicas tales como el estudio sísmico tridimensional para vigilar la distribución del CO₂ inyectado y se habían ensayado parcialmente instrumentos de simulación de yacimientos. Otros proyectos de demostración eran el proyecto piloto K12-B de inyección de CO₂ en un yacimiento de gas agotado, el proyecto de In Salah, el proyecto Snohvit (que en 2007 comenzaría a inyectar CO₂ separado del gas natural), la central eléctrica de lignito Schwarze Pumpe con captura de CO₂, y la central eléctrica de Tjeldbergodden con una planta de metanol, recuperación asistida del petróleo y producción y exportación de gas.

19. La Sra. Carolyn Preston, Canadá, expuso las experiencias y las enseñanzas extraídas en el proyecto de Weyburn, en que el CO₂ capturado en Dakota se transportaba por 300 km en gaseoductos y se utilizaba para la recuperación asistida del petróleo, con una producción adicional de 155 millones de barriles de petróleo y el almacenamiento de 30 millones de toneladas de CO₂ a lo largo de todo el proyecto¹⁰. Los principales objetivos del proyecto eran predecir y verificar la capacidad de un yacimiento de petróleo de contener (geológicamente) CO₂ de manera segura y económica, y estudiar la migración y el destino final a largo plazo del CO₂ en un entorno específico. El proyecto había desarrollado un conjunto de datos amplio, que había sido examinado por expertos internacionales y que incluía un estudio de vigilancia de referencia (previo a la inyección); las presiones en los pozos y las tasas de inyección y producción deberían constituir los requisitos mínimos de registro en cualquier lugar de almacenamiento. Los resultados de la modelización de la fase 1 indicaban que el "contenedor" geológico de Weyburn era eficaz, ya que sólo el 27% salía de la zona de recuperación asistida del petróleo, e incluso ese porcentaje permanecía en la región por un período de 5.000 años después de la inyección, lo que resultaba adecuado para el almacenamiento geológico de CO₂ a largo plazo.

20. El Sr. Iain Wright, Asociación de la Industria Petrolera Internacional para la Conservación del Medio Ambiente (BP), expuso las experiencias y las enseñanzas extraídas del almacenamiento geológico

⁹ En 600 emplazamientos existentes en el mundo sólo se han registrado cuatro o cinco fugas en 60 años, y se les pudo poner remedio.

¹⁰ Lo que equivale a contrarrestar las emisiones de cinco millones de automóviles en un año a un costo de 42 millones de dólares.

de CO₂ en el proyecto de In Salah. In Salah, un depósito geológico de CO₂ de demostración a escala industrial, almacenaba alrededor de 1 millón de toneladas de CO₂ por año (un total de 17 millones de toneladas durante todo el proyecto) a un costo incremental de 100 millones de dólares de los EE.UU. (6 dólares por tonelada de CO₂ no emitida). El Sr. Wright destacó que no había lucro comercial y que el proyecto servía de banco de prueba para las tecnologías de vigilancia del CO₂. El proyecto conjunto de investigación y desarrollo industrial tenía los siguientes objetivos principales: dar garantías de que el almacenamiento geológico seguro del CO₂ podía verificarse de manera eficaz en relación con el costo y de que la vigilancia a corto plazo permitía dar seguridades a largo plazo; demostrar a las partes interesadas que el almacenamiento geológico a escala industrial del CO₂ era una opción viable de mitigación de los GEI; y sentar precedentes para la reglamentación y verificación del almacenamiento geológico del CO₂, a fin de permitir la asignación de créditos por los GEI. El sedimento geológico utilizado para almacenar el CO₂ presentaba una analogía satisfactoria con los depósitos de otras partes del mundo (por ejemplo de China, la India y ciertos países europeos) y la experiencia adquirida en el proyecto podía transferirse.

21. El Sr. Pascal Winthaegen, Países Bajos, expuso la experiencia adquirida en los proyectos de recuperación asistida del metano en capas de carbón. Señaló que la recuperación del metano en capas de carbón era una opción para el almacenamiento de CO₂ en vetas de carbón que de lo contrario no se explotarían. Estaba demostrado que el CO₂ podía permanecer almacenado en esas vetas por muchos años, pero la capacidad de almacenamiento estimada de esta opción era mucho menor que la de otras opciones, como los acuíferos. Se estaban llevando a cabo proyectos de demostración de la recuperación asistida del metano en capas de carbón en el Canadá, China, el Japón y Polonia, pero a escala limitada (25.000 t de CO₂ por año, con el objetivo de decuplicar el almacenamiento). Al cabo de cierto tiempo, debido a la inyección de CO₂, la permeabilidad del carbón se reducía, con lo cual disminuían las tasas de inyección de CO₂; a este respecto se necesitaban nuevas investigaciones sobre la absorción y desorción del CO₂ en las vetas de carbón.

22. La Sra. Malti Goel, India, examinó las oportunidades y los retos a corto plazo para la captura y el almacenamiento de CO₂ en el sector de los combustibles fósiles y expuso la situación de estas actividades en la India. Señaló que la captura y el almacenamiento de CO₂ eran una de las opciones tecnológicas para la gestión del carbono que se estaban examinando en su país. La Sra. Goel distinguió tres generaciones en las técnicas no contaminantes de uso del carbón. Las tecnologías de la primera generación (por ejemplo, la preparación del carbón, el combustible pulverizado, la combustión en lecho fluido, la desulfuración de los gases de combustión, las calderas supercríticas) estaban en la fase de plena comercialización y utilización. Las tecnologías de la segunda generación (el aprovechamiento del carbón fino, la eliminación de óxidos de nitrógeno, las calderas ultrasupercríticas, la combustión en lecho fluido circulante, la combustión de carbón pulverizado a presión, el CCGI, la combustión en lecho fluido a presión, las pilas de combustible de carbonato fundido) se encontraban en la fase de demostración a escala comercial; en estos campos el país necesitaría transferencia de tecnología. Por último, las tecnologías de la tercera generación (por ejemplo, la oxicomustión, la gasificación del carbón *in situ*, la recuperación del metano en capas de carbón, la captura del metano de las minas de carbón, el combustible pulverizado integrado, el CCGI y la tecnología de emisión cero, la pila de combustible con gasificación integrada y la captura y el almacenamiento de carbono) se encontraban en las primeras fases de demostración y a este respecto el país necesitaría asociados para realizar investigaciones en colaboración.

23. Se examinaron diversos logros de los proyectos experimentales y de demostración, entre ellos el ensayo de una serie de técnicas de vigilancia, la elaboración de un conjunto de datos completo, amplio y revisado por expertos sobre el almacenamiento geológico del CO₂, la contribución al establecimiento de equipos internacionales eficaces de investigadores de alta calidad y la preparación de manuales de prácticas óptimas. Varios participantes señalaron que estos proyectos estimularían el uso generalizado de las tecnologías requeridas para el diseño, la ejecución, la vigilancia y la verificación de un número importante de proyectos de almacenamiento geológico del CO₂. Aunque los proyectos de demostración

se centraban en el desarrollo de instrumentos técnicos, también era necesario elaborar instrumentos de política pública.

24. Con respecto a la vigilancia, se insistió en la necesidad de herramientas más eficaces y económicas para demostrar la integridad del almacenamiento a largo plazo, y de incentivos a la industria del petróleo y el gas para que siguiera desarrollando los instrumentos de que ya disponía. Los participantes señalaron que, como las formaciones geológicas diferían mucho entre sí, la tecnología de la vigilancia que funcionaba en un lugar podía no funcionar en otro, y era preciso desarrollar un acervo de conocimientos sobre la vigilancia y establecer normas para la certificación de los emplazamientos. La vigilancia era necesaria no sólo por motivos de seguridad sino también para comprender el proceso de inyección. Los participantes dijeron que los resultados del rastreo de los movimientos del CO₂ mediante estudios sísmicos mostraban una buena correspondencia con las simulaciones de yacimientos realizadas para cuantificar el CO₂ presente en ellos. Se elaborarían o actualizarían manuales de prácticas óptimas a fin de establecer protocolos para actividades tales como la selección del emplazamiento, la vigilancia y verificación del CO₂ almacenado, la vigilancia de la integridad de los pozos entubados y su reparación, la evaluación y gestión del riesgo a largo plazo y la maximización de la capacidad de almacenamiento económico del CO₂.

25. Se observó que la Unión Europea estaba gastando 140 millones de euros en un período de cuatro a cinco años en diversos proyectos de investigación que contribuían a preparar la aplicación en gran escala de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono, por ejemplo la iniciativa ULCOS (proyecto de fabricación de acero con emisión ultrabaja de CO₂) de la industria siderúrgica, que podía conducir a una reducción de los costos de la captura a niveles inferiores a los de las centrales eléctricas. Varios participantes mencionaron las actividades de colaboración internacional en relación con la captura y el almacenamiento de CO₂, como el Foro de promoción de la retención del carbono, Future Gen¹¹, la asociación para el secuestro del carbono BIG SKY y la Alianza de Asia y el Pacífico para el Desarrollo Limpio y el Clima. Entre las actividades figuraban la colaboración en estudios de rocas basálticas en el marco de un proyecto del Foro de promoción de la retención del carbono lanzado por los Estados Unidos de América¹² y estudios de viabilidad en los yacimientos de petróleo para la recuperación asistida y en los acuíferos salinos. Un participante de un país en desarrollo dijo que los altos costos de la captura y el almacenamiento hacían necesario el establecimiento de un mecanismo financiero.

26. Se examinaron también los principales requisitos relacionados con la captura y el almacenamiento de CO₂ desde los puntos de vista de las autoridades y el público. Mientras que las autoridades tendrían que imponer requisitos parecidos a los que regulaban los yacimientos de petróleo y de gas (por ejemplo, derechos de acceso y licencias, caracterizaciones y planes de los emplazamientos, vigilancia y verificación, reparación, clausura y vigilancia hasta la estabilidad), además de requisitos de presentación de informes (a la Convención Marco y el régimen de comercio de derechos de emisión), el público exigiría seguridad (por ejemplo, un funcionamiento seguro, la ausencia de fugas, mecanismos transparentes de vigilancia y verificación, la aceptación por la Convención Marco y por el régimen de comercio de derechos de emisión, y estabilidad a largo plazo).

27. Varios participantes definieron las principales tareas que debían cumplir los proyectos de demostración, entre los que figuraban elaborar manuales de prácticas óptimas, influir en la elaboración de reglamentos claros y viables para el almacenamiento del CO₂, aprovechar los marcos reglamentarios eficaces ya existentes, e influir en el establecimiento de un proceso de consulta pública eficaz y de una

¹¹ Una iniciativa encaminada a construir la primera central eléctrica de investigación integrada, con secuestro de carbono y producción de hidrógeno, del mundo (con una potencia de 275 MW y emisión cero).

¹² Los resultados de los estudios sobre la retención mineral serían útiles para otros países que tuvieron formaciones parecidas.

política pública efectiva para impulsar el desarrollo de un suministro de CO₂ y una infraestructura económicos y de gran envergadura, así como de un mecanismo de monetización de los créditos por el almacenamiento de CO₂.

28. Con respecto al trabajo futuro, era necesario reducir el costo de capital de la captura de CO₂ y aumentar su eficiencia (por ejemplo, alcanzar un costo de 20 a 30 dólares de los EE.UU. por tonelada de CO₂) y generar confianza en el almacenamiento abordando la cuestión de la permanencia e intercambiando las experiencias, los métodos y los instrumentos desarrollados por la industria del petróleo y el gas para la recuperación asistida del petróleo. Algunos participantes subrayaron también la necesidad de poner en marcha proyectos de demostración en gran escala y de elaborar marcos reglamentarios y de política, con inclusión de incentivos para aumentar el atractivo de esta opción (por ejemplo, la posibilidad de participar en iniciativas tales como el mecanismo para un desarrollo limpio (MDL) y el régimen de comercio de derechos de emisión de la UE).

29. En los debates generales que siguieron se trataron cuestiones tales como los obstáculos derivados de los costos adicionales que imponía esta tecnología, la incertidumbre en cuanto a los límites máximos en las Partes incluidas en el anexo I de la Convención (las Partes del anexo I) y la falta de límites máximos en las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención (las Partes no incluidas en el anexo I). Con respecto a los costos adicionales se expresaron varias opiniones: los costos deberían reflejarse en los productos finales¹³; los costos de la captura y el almacenamiento de CO₂ eran bajos en comparación con los de otras formas de hacer frente a los efectos del cambio climático, y la tecnología estaba disponible ya; y la recuperación asistida del petróleo podía ser rentable, también en muchos países en desarrollo en que existían oportunidades para practicarla. Se observó que los costos por tonelada de CO₂ no emitida mencionados en relación con los proyectos de demostración presentados en el taller eran relativamente bajos y que esos proyectos podían beneficiarse de los incentivos ofrecidos por el MDL (In Salah) y la aplicación conjunta (Weyburn).

30. Con respecto a la vigilancia a largo plazo, los criterios de selección del emplazamiento y las tasas de fuga proyectadas para el futuro, los expertos mostraron que la tasa de fugas estimada en Sleipner era de cero por algunos miles de años. Sin embargo, en vista de que los sistemas humanos pueden sufrir disfunciones y debido a la incertidumbre geológica, se necesitaba algún tipo de plan para situaciones imprevistas. Se pidió que se elaboraran normas para la certificación de los emplazamientos y se observó que la industria estaba trabajando en ello. En el caso de Weyburn, el emplazamiento se había seleccionado, entre otras cosas, por su buen historial relativo a las intervenciones humanas en el yacimiento y por el buen conocimiento de la geología de la zona. Sobre la base de los resultados del proyecto, que arrojaban una buena integridad del depósito, no se preveía que las fugas pudieran ser un problema. Hasta la fecha no se había registrado ninguna fuga y, aunque la vigilancia no debería necesariamente continuar, aún se llevaba a cabo para tranquilizar al público.

31. Varios participantes preguntaron a cuánto ascendían los costos de la vigilancia, en comparación con el costo total de la captura y el almacenamiento de CO₂. En el caso de Sleipner, se requerían 17 dólares de los EE.UU. por tonelada de CO₂ no emitida (sin incluir la captura practicada de todos modos para vender el gas)¹⁴, y los costos de la vigilancia ascendían a 0,1 dólares de los EE.UU. por tonelada de CO₂ no emitida. Un estudio reciente indicaba que en las operaciones en gran escala estos

¹³ Como se había hecho en la industria siderúrgica, donde los costos de reducción de la contaminación se habían incluido en los costos de los productos finales, o en la generación de electricidad, donde los costos de reducción de las emisiones de óxidos de azufre se reflejaban en las tarifas.

¹⁴ Cabe señalar que estos costos son en general tres veces más altos en el caso de los proyectos en el mar que en los que se realizan en tierra.

costos serían de 0,5 dólares de los EE.UU. por tonelada de CO₂ no emitida aun en los casos en que la vigilancia se prolongara por muchos años después de terminada la inyección.

2. Perspectivas de las organizaciones no gubernamentales

32. El Sr. Haroon Kheshgi, ONG de las empresas y la industria (Asociación de la Industria Petrolera Internacional para la Conservación del Medio Ambiente), expuso en líneas generales la perspectiva de la industria con respecto a la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono. Las principales ventajas de esta tecnología eran la distribución mundial de los lugares de almacenamiento geológico, que hacía que fuera potencialmente aplicable en todo el mundo, las posibilidades que ofrecía en relación con las grandes fuentes de emisión de CO₂ -principalmente en el sector de la energía- y el hecho de que permitiría que el carbón siguiera contribuyendo a la producción de energía en un mundo condicionado por el exceso de GEI. Para que cumpliera su promesa, la captura y el almacenamiento de CO₂ debería utilizarse no sólo en la recuperación asistida del petróleo sino también en otros campos del sector de la energía, y para que pudiera difundirse comercialmente se requerían una política que abordara el problema de los costos adicionales a fin de asegurar su viabilidad económica y un marco jurídico y reglamentario adecuado. Un variado conjunto de iniciativas de los círculos académicos, los gobiernos y la industria -en particular la industria del petróleo- estaba mejorando el rendimiento y las perspectivas de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono mediante la acumulación de experiencia comercial en la inyección del gas, iniciativas de investigación para encontrar tecnologías de menor costo y mejorar la comprensión de los riesgos, y la evaluación de las ventajas de la captura y almacenamiento de CO₂, así como de otras opciones tecnológicas, con el fin de proporcionar información valiosa para la adopción de decisiones y una base para la aceptación pública.

33. La Sra. Gabriela von Goerne, Greenpeace, presentó la perspectiva de una ONG ambiental respecto de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono. Expuso la visión de un mundo con bajas emisiones de carbono, donde todos tuvieran acceso a suministros limpios de agua, alimentos y energía, que funcionara con nuevas formas de energía renovable y una eficiencia energética que redujera la demanda. La captura y el almacenamiento de dióxido de carbono suponían seguir quemando carbón y, en lugar de evitar producir las emisiones dañinas, enterrarlas. La Sra. von Goerne expuso las cuestiones ambientales que suscitaba el almacenamiento de CO₂, como la responsabilidad, los asuntos de reglamentación y contabilización, la vigilancia, el riesgo de fugas¹⁵ y la contribución al desarrollo sostenible. Con respecto a esto último, las centrales eléctricas con instalaciones de captura de CO₂ quemaban más carbón y producían más CO₂ que las centrales convencionales, aumentando así la degradación de las tierras en los lugares de extracción minera. Las futuras generaciones pagarían el precio de ello al quedar atrapadas en la opción de los combustibles fósiles, sin más alternativa que seguir almacenando millones de toneladas de CO₂ bajo tierra. Por lo tanto, se requerían cambios estructurales a largo plazo para reducir la dependencia de los combustibles fósiles y aumentar la utilización de la energía renovable. Además, en el Informe especial del IPCC se había señalado que la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono no desempeñarían un papel importante hasta la segunda mitad del siglo, y por lo tanto no podían ayudar a atender la necesidad urgente de reducir las emisiones ahora.

34. Los debates y las ponencias de esta sesión pusieron de relieve la experiencia de la industria en el almacenamiento geológico seguro del CO₂, mediante sistemas de selección del emplazamiento y de gestión de riesgos que utilizaban la información aportada por la caracterización del emplazamiento, la vigilancia operacional, los conocimientos científicos y la experiencia de ingeniería. Los participantes hablaron de la importante función que incumbiría a las políticas en relación con los costos adicionales a fin de que la tecnología fuera competitiva, lo que incluía incentivos a nivel nacional e internacional, la

¹⁵ La seguridad del almacenamiento de CO₂ en depósitos geológicos por períodos prolongados aún no está demostrada.

necesidad de que la industria hiciera el esfuerzo de estudiar un modelo comercial para la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono, y la necesidad de ensayar esta tecnología a escala comercial para la generación de energía.

3. Innovación, implantación, difusión y transferencia de tecnologías de captura y almacenamiento de dióxido de carbono

35. La Sra. Trude Sundset, Noruega, dijo que el objetivo del Foro de promoción de la retención del carbono era lograr que la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono se convirtieran en un instrumento viable para la estabilización a largo plazo de los gases de efecto invernadero en la atmósfera. El método utilizado por el Foro consistía en coordinar la labor de investigación y desarrollo con asociados internacionales y con la industria privada; las aplicaciones de la captura y el almacenamiento de CO₂ dependerían de una amplia gama de factores técnicos, geológicos, económicos e institucionales, y sólo podría crearse una tecnología mundial sólida si se atendían esas diversas necesidades y se hacía participar a países con diferentes perspectivas. La iniciativa había reunido a ingenieros, científicos y políticos en grupos de trabajo técnico y normativo. La Sra. Sundset señaló que la colaboración tenía ventajas sustanciales, entre ellas las de resolver los problemas más rápidamente, reducir los costos para cada participante, estimular la creatividad y aprender de los demás y utilizar las aptitudes complementarias para resolver los problemas.

36. El Sr. Xuedu Lu, China, dijo que las experiencias de China en la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono se limitaban a varios proyectos experimentales de recuperación asistida del petróleo y la investigación sobre tecnologías de captura del carbono antes y después de la combustión realizadas en instituciones académicas. Una estimación inicial había indicado que China tenía potencial para el almacenamiento de CO₂ en 46 yacimientos de petróleo y gas (7.200 millones de toneladas de CO₂) y 68 capas de carbón no explotables (12.000 millones de toneladas de CO₂). Con respecto a las actividades de cooperación, China y el Reino Unido habían firmado un memorando de entendimiento sobre la cooperación en una central eléctrica con emisiones casi nulas mediante la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono, que comprendía el desarrollo de conocimientos y competencia técnica en la tecnología, la evaluación del potencial para la captura y el almacenamiento de CO₂, la determinación de las oportunidades de demostración e implantación en China, el examen de los costos y los aspectos económicos de esas actividades en China y opciones para financiar la labor de investigación y desarrollo. China y la Comisión Europea habían firmado otro memorando de entendimiento sobre la generación de electricidad con emisiones casi nulas mediante la captura y el almacenamiento del dióxido de carbono, que incluía el estudio de las opciones de la tecnología del carbón con emisión cero gracias a la captura y el almacenamiento del CO₂ en China, la definición y el diseño de un proyecto de demostración, y la construcción y el funcionamiento de un proyecto de ese tipo. Otras actividades de cooperación eran Geo-Capacity¹⁶ y COACH¹⁷. El Sr. Lu subrayó que se requería apoyo financiero y normativo nacional e internacional para desarrollar la tecnología, y que para hacer posible la participación efectiva en ese desarrollo debía fortalecerse la capacidad endógena.

37. El Sr. John Gale, Agencia Internacional de Energía (AIE), Programa de investigación y desarrollo sobre los gases de efecto invernadero, destacó dos retos en relación con el uso generalizado de la captura y el almacenamiento de CO₂: el desarrollo de la captura del CO₂ posterior a la combustión para la generación de energía (proyectos de demostración de tres a cinco millones de toneladas de CO₂ por año) y la expansión de la infraestructura de gaseoductos hasta un tamaño comparable a la del gas natural.

¹⁶ Proyecto de la Unión Europea coordinado por el Servicio Geológico de Dinamarca y Groenlandia. En total participan 26 asociados, pero la Universidad de Tsinghua es el único participante chino.

¹⁷ Cooperación China-Unión Europea sobre la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono. Coordinador: Instituto Francés del Petróleo. Veintiún asociados en total, incluidos los asociados chinos.

Ninguno de estos retos planteaba problemas técnicos importantes. Con respecto a la contención, el Sr. Gale señaló que en ninguno de los proyectos en gran escala¹⁸ se había demostrado la existencia de filtraciones¹⁹, pero la vigilancia se había llevado a cabo por períodos breves (de 3 a 25 años) y era necesario demostrar que no se producirían filtraciones en cientos de años (el período de predominio de los combustibles fósiles). Los estudios de evaluación del comportamiento, que podían utilizarse para investigar más a fondo este asunto, indicaban una filtración insignificante²⁰. Sin embargo, faltaba una base técnica para poder aducir una tasa de filtración en el almacenamiento geológico o estudiar la filtración genérica a partir de los lugares de almacenamiento. Estos lugares podían diseñarse de modo que la filtración fuera nula, y debería garantizarse que así se hiciera²¹ y que pusiera remedio a las filtraciones, en caso de producirse. La inversión en la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono en el sector del petróleo y el gas, podría verse estimulada por los altos precios del petróleo y el gas, y los costos de la captura y el almacenamiento de CO₂ se reducirían en un 20 a un 40% con la replicación. El Sr. Gale señaló también que muchas fuentes de emisión de CO₂ se encontraban en países en desarrollo y que según las proyecciones el número de fuentes en esos países aumentaría. Por lo tanto, era necesario transferir tecnología a los países en desarrollo y llevarla a la práctica, y estudiar medidas para eliminar los obstáculos a la transferencia y difusión de tecnología. El Sr. Gale dijo que la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono deberían incorporarse al MDL para estimular su entrada al mercado.

38. En el debate general que siguió se señaló que las fuentes de energía renovable y la captura y el almacenamiento de CO₂ se complementaban, ya que esta última haría posible la penetración en el mercado de las fuentes de energía más intermitentes, como las renovables, y se indicó también que la Comisión Europea estaba facilitando fondos para realizar investigaciones sobre el almacenamiento de la energía renovable a fin de resolver la cuestión de la intermitencia.

C. Fomento de la capacidad para el desarrollo de la tecnología de captura y almacenamiento de dióxido de carbono y otras cuestiones conexas

1. Fomento de la capacidad mediante la educación y la divulgación

39. El Sr. Bill Reynen, Canadá, describió actividades de desarrollo y distribución de módulos de capacitación y cursos relativos a la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono a fin de crear conciencia y capacidad, que se basaban en la labor realizada por el Grupo Delphi, en particular en el marco de un proyecto establecido por el Grupo de Trabajo sobre Energía de la CEAP. El proyecto, de tres fases, se había concebido para ayudar a los Estados miembros no industrializados a determinar, evaluar y elaborar buenos proyectos de captura y almacenamiento geológico de CO₂ en sus países. En la fase I se habían hecho un inventario y una evaluación de los posibles emplazamientos geológicos para el almacenamiento de CO₂, con inclusión de un panorama general de las emisiones de CO₂ y la opción sobre el tipo de almacenamiento disponible, y de un Sistema de Información Geográfica²².

¹⁸ Sleipner, Weyburn y Rangeley.

¹⁹ El término "fuga" tiene un significado diferente en el MDL, por lo que se propone que se utilice "filtración".

²⁰ Las simulaciones de Weyburn arrojan un período teórico de 5.000 años hasta la filtración a la superficie. La modelización de Sleipner indica que todo el CO₂ se habrá disuelto después de 3.000 años.

²¹ Por ejemplo, mediante un proceso de reglamentación que incluyera: la caracterización efectiva del emplazamiento (la geología, la hidrogeología, las fallas y los pozos), la evaluación del riesgo, un programa de vigilancia (antes y después de la inyección) y la planificación de la reparación.

²² Contiene datos sobre la zona del proyecto, los límites políticos/provinciales, datos de las emisiones de fuentes puntuales por nodo, las principales provincias geológicas, las principales cuencas petrolíferas (productivas y no

La fase II se había centrado en el aumento de la capacidad de las economías de la CEAP mediante el empleo de materiales de capacitación y talleres²³, la creación de conciencia y de capacidad respecto del potencial para la captura y el almacenamiento geológico de CO₂ y la contribución a los objetivos del desarrollo sostenible. La fase III se estaba dedicando a aumentar la capacidad y a mejorar el material didáctico existente, determinar las oportunidades que la captura y el almacenamiento geológico de CO₂ representaban para las economías de la región y aumentar la capacidad para evaluar las opciones y poner en práctica las iniciativas logradas de captura y almacenamiento de dióxido de carbono.

40. El Sr. Arthur Lee, Asociación de la Industria Petrolera Internacional para la Conservación del Medio Ambiente (Chevron), expuso las experiencias de la industria en el fomento de la capacidad para la demostración y utilización de la captura y almacenamiento de dióxido de carbono y para la transferencia de conocimientos a ese respecto a las instancias decisorias. Tras observar que la captura y el almacenamiento de CO₂ se estaban promoviendo mediante diversas iniciativas y que se estaba acumulando experiencia comercial, a la vez que se reducían los costos y mejoraban la definición y gestión de los riesgos, el Sr. Lee declaró que la inversión continuada y a largo plazo en investigación y desarrollo sería fundamental para mejorar la capacidad de la tecnología de captura y almacenamiento de dióxido de carbono de proporcionar energía para el desarrollo y controlar al mismo tiempo el riesgo de las emisiones de carbono. El orador definió como prioritarias para la labor de la industria en la captura y almacenamiento de dióxido de carbono las siguientes cuestiones:

- a) Cuestiones legales y de reglamentación: posible clasificación del CO₂ como desecho en los reglamentos preexistentes, responsabilidad a largo plazo y vigilancia;
- b) Estrategias de la industria: relación con las fuentes de CO₂ en la industria de la energía, elaboración de un posible modelo comercial, la función de la Asociación de la Industria Petrolera Internacional para la Conservación del Medio Ambiente (por ejemplo, prácticas óptimas, facilitación de la interacción con el gobierno) y efectos en las operaciones actuales;
- c) Desarrollo de incentivos: importancia de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono en el MDL y la acreditación, incentivos de investigación y desarrollo;
- d) Transferencia de conocimientos sobre la captura y almacenamiento de dióxido de carbono a los responsables de las políticas relativas al cambio climático: comunicación de los objetivos de la industria, evaluación de la manera en que la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono se integra en una cartera de operaciones, la función de la recuperación asistida del petróleo mediante el CO₂ y primeras oportunidades;
- e) Aceptación pública y divulgación de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono.

41. El Sr. Lee también mencionó un posible problema entre la industria y los gobiernos: la industria estaba esperando que se elaboraran reglamentos para empezar a realizar actividades de captura y almacenamiento de CO₂, mientras que los gobiernos estaban esperando contar con la experiencia y las prácticas óptimas de la industria para preparar reglamentos. El Sr. Lee sugirió que la solución era avanzar hacia la comercialización y la amplia distribución, y señaló la necesidad de que se estableciera un entorno comercial favorable. Debía crearse una infraestructura para el CO₂ que incluyera redes regionales integradas de transporte de este gas. La función de las empresas y los gobiernos en la creación y funcionamiento de esas redes exigiría nuevas políticas.

productivas), las cuencas sedimentarias con posibilidades altas, bajas o nulas para el almacenamiento de CO₂, la distribución del carbón y el tipo de carbón en Asia oriental y sudoriental.

²³ El módulo de capacitación de la CEAP figura en <http://www.delphi.ca/apec/>.

2. Inventarios, y cuestiones reglamentarias y jurídicas

42. El Sr. Simon Eggleston, (IPCC), manifestó el parecer de que las *Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero de 2006* ofrecían una metodología completa para la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono, coherente con el resto de las directrices de 2006. Las Directrices de 2006 proporcionaban orientaciones para la captura y el transporte de CO₂ y para el almacenamiento geológico²⁴. Si bien las emisiones asociadas a la captura de CO₂ debían notificarse bajo el sector del IPCC en el que hubiera tenido lugar la captura, las emisiones del transporte, la inyección y el almacenamiento de CO₂ se enmarcaban en la categoría de fuentes 1C. Para la captura se utilizaba el método del "Nivel 3", ya que la determinación podía efectuarse sea midiendo las emisiones residuales a la atmósfera, sea estimando las emisiones sobre la base del contenido de carbono combustible y restando la cantidad capturada que se hubiese medido. En cuanto al transporte de CO₂, el Sr. Eggleston mencionó los gaseoductos y el transporte marítimo, por ferrocarril y por carretera. En las directrices relativas a la canalización se proporcionaban factores de emisión por defecto para el "Nivel 1" y un método más detallado para derivar los factores de emisión de los factores de las emisiones fugitivas de metano de los ductos y equipo conexo. En cuanto a la inyección, se incluía todo el equipo de la boca de pozo, y las mediciones del fluido inyectado en la boca de pozo abarcaban el caudal, la temperatura y la presión. Respecto de la estimación, la verificación y la notificación de las emisiones de los lugares de almacenamiento de CO₂, las directrices no proporcionaban factores de emisión y se basaban en las características del emplazamiento²⁵, la evaluación de riesgos y fugas, la vigilancia y la notificación. La notificación nacional completa incluía lo siguiente: el CO₂ procedente de la captura en el país; las fugas de CO₂ de todo el transporte y la inyección en el país; las fugas de CO₂ de todos los lugares de almacenamiento en el país; y las importaciones y exportaciones de CO₂ capturado. Las cantidades de CO₂ para uso posterior y almacenamiento a corto plazo no debían deducirse de las emisiones de CO₂. Las fugas desde el almacenamiento y los ductos debían notificarse en el país en que se produjeran, y en el caso de los lugares de almacenamiento que atraviesan fronteras, en el país que administrara el depósito²⁶.

43. El Sr. Jürgen Lefevere, Comisión Europea, se refirió a las investigaciones en la UE sobre la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono, las recientes iniciativas de la industria en la UE y las actividades encaminadas a elaborar un marco normativo de la UE favorable a la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono. En cuanto a las investigaciones en la UE, el Sr. Lefevere dijo que en los Programas Marco de Investigación quinto y sexto de la UE figuraba una cartera de proyectos sobre la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono por valor de más de 170 millones de euros; también se estaban proporcionando fondos de investigación para otras fuentes de energía y las cantidades destinadas a la captura y almacenamiento de dióxido de carbono eran una parte equilibrada del total. El Sr. Lefevere destacó las iniciativas de captura y almacenamiento de dióxido de carbono anunciadas recientemente por la industria en la UE, entre ellas una central eléctrica térmica de óxido de carbono de carbón, de carácter experimental, con captura de CO₂, una central eléctrica alimentada con H₂, una central eléctrica de gas natural con captura y transporte de CO₂ para su inyección en la corteza suboceánica y la recuperación asistida de petróleo, y una central eléctrica con CCGI y captura y almacenamiento de CO₂. La Comisión estaba trabajando activamente para vincular su labor interna a las iniciativas internacionales; entre los ejemplos cabía mencionar la participación en el Foro de promoción de la retención del carbono, la iniciativa UE-China y la colaboración con la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP). En cuanto al marco normativo favorable, se había constituido un grupo de trabajo sobre la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono al amparo del Programa europeo sobre el cambio climático

²⁴ No se presentan métodos para la estimación de las emisiones respecto de ningún otro tipo de opción de almacenamiento, como el almacenamiento oceánico o la conversión de CO₂ en carbonatos inorgánicos inertes.

²⁵ Se ha evaluado la geología del almacenamiento y se han definido la hidrología regional local y las rutas de fuga.

²⁶ En principio: Captura + importaciones = cantidad inyectada + exportaciones + fugas.

para estudiar la captura y el almacenamiento geológico del carbono como opción de mitigación. Ello entrañaba el examen del potencial, la economía y los riesgos de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono, la determinación de las necesidades y obstáculos de carácter reglamentario, el estudio de los elementos de un marco normativo favorable para el desarrollo de esa tecnología y la identificación de otras barreras que pudieran impedir la elaboración de políticas apropiadas para promover la captura y el almacenamiento de CO₂. El informe final del grupo de trabajo, que se examinaría en la comunicación de la Comisión en 2007, podría incluir la propuesta de una legislación para toda la UE sobre la captura y almacenamiento de dióxido de carbono. Este Marco Normativo y Reglamentario de la UE podría abarcar la evaluación de los riesgos y los impactos ambientales, la concesión de permisos para realizar actividades de captura y almacenamiento de CO₂, la responsabilidad a corto y largo plazo y los incentivos para aplicar esta tecnología, incluida su función en el marco del régimen de comercio de derechos de emisión de la UE.

44. La Sra. Elizabeth Hattan, Reino Unido, hizo una reseña de las últimas novedades en los tratados marítimos internacionales relativas a la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono. Señaló que esta tecnología planteaba cuestiones ambientales más amplias, en particular sobre las posibles repercusiones en el medio marino. Con respecto al Convenio sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias (Convenio de Londres) y su Protocolo, en la 27ª reunión consultiva (2005) se había reconocido que la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono eran parte de una serie de medidas para abordar el cambio climático y la acidificación de los océanos. La Sra. Hattan observó que, si se aceptaba que el Convenio de Londres abarcaba el subsuelo marino, la inyección de CO₂ no se permitiría. Si bien las Partes habían admitido que sus interpretaciones del Convenio y su Protocolo diferían, habían decidido que era necesario aclarar esas interpretaciones para facilitar y reglamentar la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono, y se habían establecido grupos de trabajo sobre cuestiones jurídicas y técnicas entre períodos de sesiones. El grupo de cuestiones jurídicas se había reunido y había acordado que era necesario incorporar en el Protocolo la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono, y reglamentar y facilitar esa tecnología, y había propuesto una enmienda, para su examen en la siguiente Reunión consultiva, por la que se añadiría el CO₂ a un anexo del Protocolo, permitiendo así su vertimiento con sujeción a determinadas condiciones, entre ellas que su destino fueran formaciones geológicas del subsuelo marino, que la corriente de CO₂ constara fundamentalmente de CO₂ y que no hubiera desechos añadidos. La Sra. Hattan dijo que ya había comenzado el proceso para enmendar el Convenio de Londres y su Protocolo, además de la elaboración de directrices sobre el funcionamiento de los proyectos de captura y almacenamiento de dióxido de carbono. Si se adoptaran esas enmiendas y directrices se dispondría de un sólido marco marítimo internacional que no constituiría un obstáculo a los proyectos de captura y almacenamiento de dióxido de carbono.

3. Conocimiento de los riesgos asociados a la captura, el transporte y el almacenamiento de CO₂

45. El Sr. Wolfgang Heidug, Asociación de la Industria Petrolera Internacional para la Conservación del Medio Ambiente (Shell), hizo una reseña de alto nivel de la tecnología y otras cuestiones relativas al almacenamiento. Destacó dos tipos de riesgos del almacenamiento geológico²⁷: un riesgo global (el retorno del CO₂ a la atmósfera) y riesgos locales (elevadas concentraciones en fase gaseosa cerca de la superficie; los efectos del CO₂ disuelto en la química de las aguas subterráneas; los efectos causados por el desplazamiento de fluidos debido al CO₂ inyectado). Tras observar que el comportamiento del almacenamiento geológico dependía de una combinación de mecanismos de retención físicos y

²⁷ Los riesgos son proporcionales a la magnitud del posible peligro y la probabilidad de que ese peligro se haga realidad.

geoquímicos, el Sr. Heidug describió cuatro de esos mecanismos²⁸ y expuso diversas maneras en que podían producirse fugas de CO₂, entre ellas el escape a través de una grieta en la roca de cubierta hacia un acuífero superior, y el escape a través de pozos abandonados mal sellados (corrosión del cemento). A fin de mitigar las fugas de CO₂, se utilizaba la gestión de riesgos en relación con la selección del emplazamiento, la evaluación de los riesgos, la vigilancia y verificación, y la planificación de la reparación. En lo que se refiere al horizonte temporal, la gestión de riesgos tenía en cuenta la fase previa a la inyección (caracterización del emplazamiento, evaluación del riesgo a largo plazo, vigilancia, y medidas de reparación); la ejecución (predicción a corto plazo, vigilancia del emplazamiento para verificar la predicción); el abandono (actualización de la evaluación a largo plazo, decisión sobre la duración de la vigilancia específica del emplazamiento); y fase posterior al abandono (actualización de la evaluación y transferencia de la vigilancia específica del emplazamiento y de la responsabilidad, si fuera necesario). Existían diversas tecnologías de vigilancia y debían seleccionarse técnicas específicas para los escenarios de fuga elaborados. La vigilancia debía adaptarse a las condiciones y riesgos específicos de los lugares de almacenamiento; las técnicas incluían sensores para medir el CO₂ en el aire, el muestreo geoquímico de los pozos, los perfiles geológicos de los pozos y las técnicas geofísicas (sísmica, electromagnética, gravimétrica).

46. La Sra. Preston abordó cuestiones relativas a la vigilancia del almacenamiento geológico en Weyburn. Expuso los principales componentes del proceso de gestión del riesgo, incluidos los subprocesos de análisis y evaluación de los riesgos. Los objetivos de las actividades de evaluación del riesgo en Weyburn eran los siguientes: aplicar las técnicas de evaluación de riesgos para predecir el destino a largo plazo del CO₂ dentro del sistema de almacenamiento; determinar los riesgos asociados al almacenamiento geológico; evaluar la idoneidad de los yacimientos de petróleo para almacenar CO₂ en condiciones de seguridad; calcular la cantidad de CO₂ que se estaba almacenando en el depósito de Weyburn en función del tiempo; estudiar las consecuencias de las posibles fugas; y proporcionar los resultados de la evaluación principalmente en términos de flujo de CO₂ de la geosfera en función del tiempo. La Sra. Preston destacó que en la fase final de la evaluación del riesgo en Weyburn se adoptaría un enfoque equilibrado que podría ser objeto de examen. Esta fase podría comprender la realización de una evaluación por otros expertos de los escenarios de base y alternativos, la actualización y el perfeccionamiento del modelo de geosfera, la realización de una evaluación de riesgos semicuantitativa en Weyburn y Midale, la obtención de opiniones de expertos y de partes interesadas sobre la probabilidad y las consecuencias de diversos impactos provocados por fugas en Weyburn, y la realización de una evaluación de riesgos completa en Weyburn y Midale.

47. Durante los debates y ponencias se destacó que los riesgos asociados a la captura y el transporte de CO₂ se conocían bastante bien. En cuanto a la captura, esos riesgos eran similares a los que planteaban las operaciones industriales normales en lo referente a la salud, la seguridad y el medio ambiente, mientras que los riesgos que entrañaba el transporte eran comparables a los de los ductos de hidrocarburos, o menores. Se especificaron varios elementos que deberían darse en un buen lugar de almacenamiento. Primero, factores estratigráficos: el emplazamiento debería tener una roca cubierta de baja permeabilidad, gran espesor, continuidad lateral y ausencia de fallas y debería ser una formación de almacenamiento de alta permeabilidad, gran espesor y gran extensión superficial. Segundo, factores geomecánicos: el emplazamiento debería ser tectónicamente estable, con condiciones favorables de tensión en relación con las fallas y fracturas. Tercero, factores geoquímicos: el emplazamiento debería tener características mineralógicas que amortiguaran el aumento de la acidez y favorecieran la retención como fase sólida inmóvil. Por último, factores antropógenos: si en el emplazamiento había pozos abandonados deberían conocerse su ubicación y estado. En cuanto a la evaluación de riesgos a largo

²⁸ La retención estructural y estratigráfica; la retención del CO₂ residual (bloques debidos a fuerzas capilares); la retención por solubilidad (en el agua, que pasa a ser más pesada) y la retención mineral. Con el paso del tiempo, la retención de CO₂ residual, la retención de solubilidad y la retención mineral aumentan.

plazo, los expertos dijeron que uno de los métodos más pertinentes se basaba en la recopilación sistemática de las características, sucesos y procesos en el emplazamiento. Las "características" se referían a cualquier rasgo de los componentes del sistema, pozos de perforación, litografía o comunidades cercanas. Los "sucesos" eran hechos particulares, como fractura del ducto, un terremoto en las cercanías o el impacto de un meteorito. Los "procesos" eran fenómenos naturales tales como la corrosión del revestimiento, la disolución del material de recubrimiento o la convección de aguas subterráneas. En la evaluación de riesgos, después de la identificación de las características, los sucesos y los procesos, se procedía a la clasificación, el establecimiento de un orden de prioridades, el cribado y la interacción, el agrupamiento y la selección, y la elaboración de un posible escenario de fuga. Se definían medidas correctivas para cada escenario de fuga.

IV. Debate general

48. Se mencionó que el Reino Unido tenía seis proyectos de captura y almacenamiento de dióxido de carbono, con una capacidad de aproximadamente 4.000 MW, lo que podía considerarse un acto de buena fe en previsión de las sólidas medidas reglamentarias que implantarían no sólo el Gobierno del Reino Unido sino también la UE. En cuanto a la responsabilidad a largo plazo por el almacenamiento, la transferencia de la responsabilidad al Gobierno dificultaría la aceptación de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono, y una opción sería crear un órgano que funcionara con carácter comercial. Este operador podría tener acceso a incentivos a través del MDL o del régimen de comercio de derechos de emisión de la UE y sería el responsable durante un período de tiempo. Sin embargo, en última instancia la responsabilidad tendría que volver al dominio público, principalmente porque la longevidad de las instituciones comerciales en cuestión podía ser inferior al tiempo necesario para asegurar la integridad del depósito. Puesto que había una recompensa para el operador, tendría que existir un proceso reglamentado para transferir la responsabilidad de la esfera privada a la pública (por ejemplo, habría que demostrar que se había producido la retención, que el comportamiento del CO₂ en la subsuperficie respondía a las predicciones de los modelos y que la evaluación de riesgos se había hecho y no se preveían fugas en los siglos venideros).

49. Los participantes intercambiaron opiniones sobre la manera de aprovechar la labor realizada por la UE para establecer sus marcos nacionales. Se habían examinado varias cuestiones relativas al marco de reglamentación y de políticas, entre ellas las preocupaciones de la industria de que esos marcos pudieran obstaculizar el desarrollo de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono; cómo armonizar con los marcos de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono la legislación nacional e internacional existente sobre el almacenamiento de gas natural, la legislación minera, la concesión de licencias existente y las normas sobre la evaluación de los impactos ambientales; de qué manera identificar los obstáculos a los proyectos de captura y almacenamiento de dióxido de carbono, y la necesidad de crear nuevos incentivos para esos proyectos.

50. En respuesta a la pregunta de si la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono entraría en fase II del régimen de comercio de derechos de emisión de la UE, un experto dijo que si hacía falta una nueva legislación a ese respecto, se pasaría al proceso reglamentario de la UE para evaluar sus efectos, lo que podría llevar hasta dos años. Algunos participantes preguntaron hasta qué punto el fomento de la capacidad de la CEAP abordaba cuestiones complejas tales como los inventarios nacionales, la evaluación y gestión de riesgos, y el MDL y otros incentivos. En la respuesta se indicó que la labor realizada era un primer paso para ampliar la base de información en los países en desarrollo, ayudando a sensibilizar acerca de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono al personal clave de las economías emergentes. Sin embargo, habría que trabajar más para mejorar y seguir desarrollando este material de capacitación.

51. Después de subrayar la alta calidad del Informe especial del IPCC sobre la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono y las Directrices del IPCC de 2006, un participante de la UE dijo que la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono eran una opción de mitigación en una cartera de opciones que podían contribuir a lograr el objetivo de la Convención en la medida en que los proyectos se elaboraran y ejecutaran de manera segura y razonable. Las emisiones, incluida cualquier fuga física en relación con la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono, deberían contabilizarse adecuadamente según lo dispuesto en la Convención Marco y el Protocolo de Kyoto. La UE no apoyaba el almacenamiento de dióxido de carbono en el océano porque de las ponencias y del Informe especial del IPCC se desprendía que ese almacenamiento no era permanente y tenía repercusiones inciertas en el ecosistema marino.
52. En cuanto a la complementariedad de las diferentes opciones de mitigación y la relación entre la inversión en la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono y otras tecnologías de mitigación, los participantes estimaron que la inversión en otras tecnologías de mitigación, en particular las de aumento de la eficiencia y las relativas a la energía renovable, no debía ciertamente reducirse a causa de la inversión en la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono; ésta última suponía pagar un cierto precio por la reducción de CO₂ y era importante crear incentivos para que esta tecnología entrara en el mercado. Varios participantes observaron que los capítulos de las Directrices del IPCC de 2006 sobre la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono presentados en el taller tenían por objeto los inventarios nacionales y que a nivel de los emplazamientos podían aplicarse orientaciones específicas. También observaron que las Directrices abordaban las cuestiones de la notificación pero no las de la contabilidad, en particular la transferencia transfronteriza del CO₂ en asociación con su captura y el almacenamiento.
53. Los participantes señalaron la función clave que desempeñaban la selección del emplazamiento y la adecuada planificación y gestión de los proyectos, así como la importancia de las normas para la selección y gestión del emplazamiento, y plantearon la cuestión de estudiar la necesidad de una colaboración internacional respecto de tales normas y directrices. Además, era importante que la tasa de fuga potencial fuera previsible para conseguir la aceptación pública de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono.
54. Se señaló que, según el artículo 6 del Protocolo de Londres, no era posible exportar desechos u otros materiales a otros países para su vertimiento o incineración en el mar y que la repercusión de esas disposiciones en la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono no se examinaría en esta fase, ya que exigía la enmienda del Protocolo mismo. Los participantes debatieron cuestiones relativas a la notificación de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono en las comunicaciones nacionales y mencionaron el modelo de la comunicación de Noruega. Un participante dijo que el Canadá estaba todavía elaborando una estrategia de notificación para el proyecto de Weyburn. Un experto de la UE subrayó que la legislación nacional tenía prioridad (régimen de autorización, evaluaciones del impacto ambiental, actividades de sensibilización del público, acceso a la información, incentivos y cumplimiento de los requisitos del régimen de comercio de derechos de emisión de la UE) y que ello significaba estudiar si había algún obstáculo en la legislación de la UE que pudiera poner trabas a los proyectos de captura y almacenamiento de dióxido de carbono. Otro participante recomendó que la AIE preparara listas de expertos que pudieran ayudar a los países a abordar cuestiones relativas a la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono en sus inventarios nacionales y que la secretaría de la Convención Marco actualizara su lista de expertos para incluir a esas personas.
55. Varios participantes agradecieron a los expertos sus ponencias, destacaron la variada participación en el taller, la competencia técnica y el valor del diálogo, y afirmaron que el taller había proporcionado una gran oportunidad de aprendizaje en que las Partes habían podido intercambiar opiniones sobre la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono.

56. En su resumen, el Sr. Kumarsingh comentó la buena calidad de las ponencias, que habían abarcado desde las experiencias en los países, las necesidades de capacidad para la captura y el almacenamiento de CO₂, los inventarios y la reglamentación hasta la gestión de los riesgos y la vigilancia. Observó la experiencia limitada respecto de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono en los países en desarrollo y subrayó la necesidad de difundir esa tecnología y la necesidad conexas de elaborar marcos de reglamentación apropiados. Si bien la industria estaba trabajando en la elaboración de prácticas óptimas y normas para la selección de los depósitos de almacenamiento geológico, había que colaborar con los gobiernos para establecer normas y códigos realistas. El Sr. Kumarsingh señaló que todavía quedaba mucho por hacer para lograr que el aumento de escala, potencialmente grande y rápido, en la difusión de esa tecnología, pudiera llevarse a efecto en condiciones de seguridad. A este respecto, destacó que los próximos cinco a diez años constituirían un período crítico para la investigación y la experimentación sobre el terreno antes de que comenzara la adopción comercial en gran escala de la tecnología de captura y almacenamiento de CO₂. Dijo que se habían mencionado varias preocupaciones acerca de la relación entre la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono y el MDL, que se abordarían en un taller sobre la captura y el almacenamiento de carbono como actividades de proyectos del MDL el 22 de mayo y agradeció a los expertos y a los participantes su fructífera labor.

V. Cuestiones que conviene seguir estudiando

57. En las ponencias y debates del taller del período de sesiones se plantearon varias cuestiones que conviene seguir examinando y que a continuación se presentan sin orden de prioridad:

- a) Iniciar nuevos proyectos de demostración experimentales y a gran escala, también para el sector eléctrico (por ejemplo, la gasificación del carbón combinada con la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono), con lugares de almacenamiento en diferentes entornos geológicos para definir mejor los costos, adquirir experiencia a nivel regional y ganar confianza en la seguridad del almacenamiento geológico. Elaborar manuales de prácticas óptimas como guía práctica y técnica para el diseño y realización del almacenamiento de CO₂ asociado a la recuperación asistida del petróleo.
- b) Realizar actividades de investigación y desarrollo para reducir los costos, en particular los asociados a la captura de CO₂, y aumentar la eficiencia de la captura y la eficiencia general (por ejemplo, intentar llegar a un costo de 20 a 30 dólares de los EE.UU. por tonelada de CO₂).
- c) Crear confianza en el almacenamiento abordando la cuestión de la permanencia, mediante el intercambio de las experiencias, los métodos y los instrumentos desarrollados por la industria del petróleo y el gas para la recuperación asistida del petróleo y mediante el establecimiento de normas y directrices para la selección y la gestión del emplazamiento (industria y gobiernos).
- d) Elaborar marcos de reglamentación para la selección del emplazamiento, la evaluación de riesgos y la vigilancia a largo plazo. Preparar reglamentos para el almacenamiento de CO₂ sobre la base de los marcos de reglamentación eficaces ya existentes que puedan promover enfoques coherentes y ambientalmente inocuos de la captura y el almacenamiento de dióxido de carbono en todo el mundo.
- e) Promover una política pública eficaz para impulsar el desarrollo de un suministro de CO₂ y una infraestructura económicas y de gran envergadura, así como mecanismos de monetización de los créditos por el almacenamiento de CO₂.

- f) Definir y promover incentivos para que esta opción sea atractiva (por ejemplo, marcos normativos, la posibilidad de participar en mecanismos tales como el MDL y el régimen de comercio de derechos de emisión de la UE) y eliminar los obstáculos a la transferencia y difusión de tecnología.
