

Presentación

la elucidación de mecanismos de reducción heterogénea de NO sobre materiales carbonosos”.

Finalmente se procedió a la asamblea general, en la que se hizo una revisión de las actividades en los dos últimos años, entre las que cabe destacar, aparte de la organización de la reunión de Baeza, la elaboración y puesta en funcionamiento de un portal de Internet del GEC, la creación del boletín del grupo, el premio de Jóvenes Investigadores, el concurso de logotipos y la organización del curso de “Energía y Medio Ambiente: Uso limpio de los combustibles fósiles”. Este último se desarrolló a continuación de la reunión del GEC con la colaboración de la UNIA. La eficiente actuación de este organismo ha potenciado la participación de 60 estudiantes

procedentes de toda la geografía española, estando muy bien representadas las universidades andaluzas. Hemos contado con un plantel de conferenciantes de lujo, cabe agradecer de un modo particular la participación de los ajenos al GEC, que a pesar de sus múltiples ocupaciones, hicieron un hueco en su agenda y nos transmitieron su saber en los correspondientes temas. Destacar la activa participación de los asistentes durante las discusiones.

Tras el informe del tesorero, se decidió la sede de la próxima reunión que será en el 2007 en Zaragoza. La asamblea terminó con la renovación de cargos de la Junta Directiva, completan su actuación y dejan la Junta, José Juan Pis, Andrés Cabanillas y Tomás Cordero, Diego Cazorla y José Rodríguez Mirasol, al haber sido elegidos

vicepresidente y secretario, respectivamente, continúan en la misma. Habiendo sido elegidos tres nuevos vocales: María Victoria López Ramón, María Jesús Lázaro Elorri y Francisco García Labiano. Quiero desde estas líneas agradecer a nuestros compañeros salientes su incondicional apoyo y disponibilidad para seguir colaborando, y a los entrantes darles la bienvenida y decirles que contamos con su entusiasmo para dar un mayor impulso a todas las actividades del GEC.

Aprovecho estas líneas para desearos a todos un 2006 con salud y cargado de éxitos profesionales.

*Rosa Menéndez
Presidenta GEC*

Carbón y Confinamiento de CO₂

Juan Carlos Abanades, Diego Álvarez
Instituto Nacional del Carbón (CSIC)

Introducción

Desde el siglo XIX se sabe que el vapor de agua, el CO₂, el metano y otros gases minoritarios en la atmósfera, frenan la salida del flujo de radiación infrarroja hacia el espacio y alteran la temperatura media en la superficie de la Tierra. Sin gases de efecto invernadero, la tierra sería un planeta de hielo y roca, con una temperatura media inferior en unos 30°C a la actual (14°C) y con pocas oportunidades para la vida.



Vista del claustro del Palacio de Jabalquinto, donde se celebró la sesión de Poster de la VIII Reunión del GEC

Carbón y Confinamiento de CO₂

Se emiten a la atmósfera casi 25000 millones de toneladas de CO₂ al año (casi 10 toneladas por Español y año). La concentración de CO₂ en la atmósfera ha aumentado en las últimas décadas de 285 a 370 ppmv. Paralelamente, se ha detectado un cambio climático sin precedentes (en su velocidad de cambio) en los registros fósiles de la tierra. Los científicos expertos en clima de todo el mundo, han sido capaces de establecer ya hoy (www.ipcc.ch) una relación causa-efecto entre las emisiones masivas de gases de efecto invernadero en el último siglo y el cambio climático. El sistema climático es muy complejo y con grandes inercias. Por tanto, discernir la intervención humana de los cambios naturales del clima ha sido objeto de intenso debate entre los expertos sobre clima. También entre los no expertos. El debate entre los expertos se centra ahora en reducir la incertidumbre en las predicciones futuras. Sorprendentemente, la incertidumbre más importante no proviene de los parámetros físico-químicos necesarios en los modelos climáticos (aunque éstos están en continua revisión y mejora) sino en los escenarios socio-económicos que determinaran las emisiones de CO₂ en el futuro. Es decir, lo más difícil es predecir el producto de los siguientes factores: ¿Cuánta gente vamos a ser? ¿Cómo de ricos? ¿Cuánta energía necesitamos por unidad de riqueza? ¿Cuánto CO₂ emitimos por unidad de energía útil?.

El problema de la energía primaria

Seguimos necesitando carbón, gas y petróleo para la generación masiva de energía útil. La razón es que no hay alternativa, debe estar también claro que si alguien propone hacer el mismo trabajo sin emitir CO₂ a un coste superior, no sería lógico, ni justo, elegir dicha opción.

A pesar de un ingente esfuerzo de investigación en fuentes de energía primaria alternativas a los combustibles fósiles, seguimos necesitando carbón, gas y petróleo para la generación masiva de energía útil. La razón es que no hay alternativa. La fisión nuclear tiene costes de generación bajos, pero también limitaciones que la hacen mucho más cara en la práctica (gestión de residuos a muy largo plazo, costes de desmantelamiento, pólizas de seguros, etc) o inaceptable políticamente (proliferación

nuclear, riesgo de ataques, etc.). Las energías renovables son la mejor opción y los flujos naturales de energía renovable son enormes, cubriendo con creces nuestras necesidades presentes y futuras. Sin embargo, excepto en el caso de la hidráulica, las renovables suelen ser fuentes de energía dispersa y/o intermitente. La dispersión de la energía renovable hace que sus colectores tengan que ser de gran tamaño (y coste) si se aplican a gran escala, y su intermitencia choca con la necesidad de un flujo continuo de consumo energético. Este es un problema sin resolver, ya que todavía no sabemos almacenar energía a gran escala.

En un mundo sin restricciones en las emisiones de CO₂, el carbón y otros combustibles fósiles siguen siendo la fuente preferida de producir energía "útil" de forma masiva y barata, incluso bajo las más estrictas restricciones medioambientales. Por tanto, el problema principal cuando se imponen reducciones drásticas a las emisiones de CO₂ es un problema de costes de energía primaria. Elegir el distribuidor de energía más adecuado (hidrógeno, electricidad, etc) y saber manejarlo de forma satisfactoria, es también un desafío. Pero el problema principal sigue siendo de dónde sacar la energía primaria necesaria, al mínimo coste, para producir dichos transportadores de energía limpios.

En este sentido, los grandes números son ya reveladores. Pensemos por ejemplo que para el caso de la electricidad (un transportador de energía ya muy maduro), la producción de un kWh en España está en torno a 0.03 €. El consumo en el 2003 fue de unos 260000 millones de kWh. Imaginemos que, para cumplir compromisos internacionales presentes y futuros, debemos pasar a generar electricidad con una fuente de energía que no emita CO₂, a un coste de unos 0.06 € por kWh. Dicha sustitución le costaría al país

Carbón y Confinamiento de CO₂

casi 7800 millones de Euros al año. Esta cantidad se cubriría con un nuevo impuesto y/o con una reducción en los presupuestos para otras necesidades relacionadas con el bienestar de una sociedad desarrollada. Esta claro que hay que asumir el sacrificio, porque los costes de no hacer nada son todavía mayores. Pero debe estar también claro que si alguien propone hacer el mismo trabajo (es decir: generar la misma cantidad de energía sin emitir CO₂) a un coste superior, no sería lógico, ni justo, elegir dicha opción más cara. La mejor opción es sin duda la menos cara. Pero ¿cuánto cuesta producir una gran cantidad de energía útil de forma fiable y continua sin emitir CO₂? Es decir, una vez definidos claramente los contornos y sus condiciones (gran escala, seguridad en el suministro, fiabilidad, bajo coste, emisiones “casi cero”, etc) ¿cuáles son las opciones realmente disponibles para hacerlo?.

La captura y el confinamiento de CO₂

Existe un número creciente de estudios independientes que apuntan a que la forma más barata de producir energía limpia sin CO₂ (en forma de calor, hidrógeno, electricidad o combustibles líquidos de bajo contenido en carbono), es aquella que se basa en combustibles fósiles, pero capturando y confinando el CO₂ generado en el proceso de conversión del combustible. Volviendo al ejemplo de la electricidad, y con tecnologías conocidas hoy, el coste se sitúa entre 0.04-0.06 €/Kwh, compitiendo con el resto de alternativas de “emisiones cero”.

La forma más barata de producir energía limpia sin CO₂ se basa en combustibles fósiles, pero capturando y confinando el CO₂. Están ya en marcha grandes proyectos de investigación y desarrollo en todo el mundo para optimizar estos sistemas y adaptar tecnologías ya existentes a gran escala.

Existen formaciones geológicas adecuadas (acuíferos salinos profundos o yacimientos agotados de petróleo y gas) en las que se puede almacenar un gas o un líquido durante miles o millones de años. Aunque se requiere saber mucho más sobre el tema, los expertos aseguran que existe suficiente volumen de almacenamiento en el subsuelo para confinar una gran parte del CO₂ que se espera generar durante el siglo XXI. La actividad en investigación y desarrollo en este campo es ya muy intensa en todo el mundo. La Agencia

Internacional de la Energía tiene un programa especial de captura y almacenamiento de CO₂ (www.ieagreen.org.uk), existe una Red Temática Europea (www.co2net.com) agrupando a todos los proyectos de investigación en marcha en Europa, los principales países desarrollados y sus empresas energéticas (www.cslforum.org) se han lanzado ya a demostrar a gran escala las tecnologías clave, el IPCC de la ONU ha publicado un Informe Especial sobre esta opción de mitigación de cambio climático (su última reunión de autores se celebró en Oviedo en Abril del 2005).

Existen ya opciones tecnológicas para la separación a gran escala de CO₂ en los gases resultantes del procesamiento de carbón, que están basadas en una combinación de unidades de operación bien conocidas en la industria química y energética. Estos sistemas de captura se suelen clasificar dependiendo del punto donde se realiza la separación de un gas principal (CO₂, H₂ o O₂) que permite la obtención de una corriente muy concentrada de CO₂:

- Sistemas de postcombustión. Estos sistemas son parecidos a los actuales en todos sus componentes, pero los gases de salida del proceso de combustión se ponen en contacto con un sorbente de CO₂ (normalmente una disolución de aminas) que se encarga de “capturar” al CO₂ para llevarlo a una torre de regeneración del sorbente donde se libera el CO₂ altamente concentrado.

- Sistemas de precombustión. En el caso de carbón, estos sistemas incluyen siempre un gasificador, una unidad de reformado con vapor (hacia H₂ y CO₂) y una etapa de separación de H₂ o CO₂ para generar corrientes concentradas de H₂ y CO₂. A estos sistemas se les suele reconocer una gran importancia estratégica porque podrían alimentar la llamada economía de hidrógeno, con los costes más bajos de generación de H₂ cuando se incluye el confinamiento de CO₂.

- Sistemas de combustión en Oxígeno. En el caso del

Carbón y Confinamiento de CO₂

carbón, se trata de sustituir el aire en el proceso de combustión por una mezcla O₂/CO₂. El oxígeno se obtiene por destilación criogénica del aire y el CO₂ proviene del reciclaje de parte del gas producto del proceso de combustión.

Están ya en marcha grandes proyectos de investigación y desarrollo en todo el mundo para optimizar estos sistemas y adaptar tecnologías ya existentes a gran escala, a la nueva aplicación (de escala todavía mayor). También existen muchos proyectos desarrollando procesos nuevos, basados en nuevas configuraciones de reactores o en nuevos materiales funcionales (membranas de H₂, O₂, CO₂; sorbentes de CO₂, O₂) para conseguir la separación de los gases claves en estos procesos con mayores rendimientos energéticos y menor coste. Solo el tiempo decidirá cual de estas opciones es realmente la más aceptable (es decir la más barata y eficaz energéticamente) para seguir generando energía útil a partir de carbón, produciendo CO₂ en condiciones adecuadas para su confinamiento.

El 10 de Marzo de 2005, el Consejo de Ministros de Medio Ambiente de la UE acordó los porcentajes aproximados de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a partir de 2012 (fin de

la primera fase de aplicación del Protocolo de Kioto). Las horquillas van del 15 al 30% para 2020 y del 60 al 80% para 2050. Estos niveles de reducción, que son necesarios para estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, requerirán un amplio abanico de opciones de generación de energía sin emitir CO₂. Ahorro, sistemas más eficaces de transformación de la energía y fuentes renovables deben ser la prioridad. Pero estas opciones no van a ser suficientes para alcanzar niveles tan ambiciosos de reducción de emisiones, en una escala de tiempos tan corta, y en un mundo con una población mayoritaria en vías desarrollo.

El carbón es el combustible fósil que más CO₂ emite por unidad de energía útil producida. Pero sus reservas constituyen en torno a 2/3 partes de las reservas de energía fósil en el mundo. El carbón, con captura y confinamiento de CO₂, puede acabar siendo parte de la solución, y no el problema, en la lucha por mitigar el cambio climático. El carbón, puede darnos el tiempo que necesitamos hasta que otras fuentes primarias de energía sustitutivas se desarrollen plenamente y nuestras sociedades puedan asumir su coste.