

Indice

Presentación	1
Procesos Térmicos Asistidos por Microondas sobre Materiales Carbonosos	2
Reunión del Grupo Español del Carbón, Girona 2010.....	8

Junta Directiva del GEC

Presidente:
Rosa Menéndez López

Vicepresidente:
Diego Cazorla Amorós

Secretario:
José Rodríguez Mirasol

Tesorera:
M^a Jesús Lázaro Elorri

Vocales:
M Victoria López Ramón
Dolores Lozano Castelló
J. Ángel Menéndez Díaz
Francisco José Maldonado Hódar
Francisco García Labiano
Francisco Carrasco Marín

Editores:
J. Ángel Menéndez Díaz
Ana Arenillas de la Puente

Presentación

Este número cumple fundamentalmente con un fin divulgativo de los contenidos de lo que va a ser la décima reunión de nuestro grupo, queremos con ello invitar a aquellos lectores, que sin ser miembros, puedan estar interesados en acompañarnos en Gerona del 9 al 12 de Mayo, y por supuesto animar a los miembros indecisos. Los contenidos cubren un amplio abanico de procedimientos de preparación y caracterización de materiales de carbono para aplicaciones muy diversas y de gran actualidad. Mención especial a los autores de los tres trabajos seleccionados como finalistas para el Premio de Jóvenes Investigadores que convoca el Grupo: José Luís Pinilla Ibarz, Juan Antonio Macía Agulló y Laura Calvillo Lamana. La reunión promete ser interesante tanto por los contenidos como por el número de asistentes previsto, aprovecho esta oportunidad para agradecer a María Martín y a todo el personal de la Universidad de Gerona implicado, y a los miembros del grupo que le han dado apoyo directo, su esfuerzo que estoy convencida va a redundar en el éxito de la misma.

Se completan los contenidos con un artículo de sobre el extraordinario potencial de la aplicación de microondas en el campo de los materiales de carbono.

Es para mi un extraordinario placer hacer referencia al fallo del 2010 SGL Carbon Award de la American Carbon Society en la persona del Prof. Francisco Rodríguez Reinoso, primer presidente del GEC, compañero y amigo. Aunque el próximo número incluirá una reseña mas detallada, quiero desde estas líneas felicitar a Paco por tan prestigioso y merecido reconocimiento. Tendremos oportunidad de acompañarle en la entrega que tendrá lugar en el transcurso de la Conferencia Carbon

2010 en Clemson (USA), en Junio, en la que disertará sobre "The versatility of Carbon Materials". Es, sin lugar a duda, una buena noticia para la ciencia de materiales española y muy en particular para aquellos que trabajamos con materiales de carbono por tratarse de una temática que si bien es mas conocida desde el descubrimiento de las nuevas formas de carbono (fullerenos, nanotubos, grafenos), aún continúa siendo ignorada en muchos ámbitos. Existe un trabajo continuado, de años, en grupos de investigación, como el del Prof. Rodríguez Reinoso, distribuidos por la geografía española, tanto en Universidades como centros de investigación del CSIC y centros tecnológicos, que no sólo han adquirido un importante reconocimiento y visibilidad internacional por la calidad de los trabajos publicados en revistas de alto índice de impacto, sino también que han dado un importante apoyo al sector industrial en la mejora de procesos, en el diseño de nuevos materiales y por ende en la búsqueda de nuevas aplicaciones. Esto se debe fundamentalmente, como reza el título de la disertación del Prof. Reinoso, a la versatilidad de estos materiales que han sabido adaptarse con el paso del tiempo a las necesidades de nuestra sociedad.

Para terminar recordaros dos importantes eventos previstos para el 2011, la organización de los Congresos Clean Coal Technologies e International Conference on Coal Science and Technology a celebrar en Zaragoza (8-12 Mayo) y Oviedo (9-13 Octubre), respectivamente, bajo la responsabilidad del Instituto de Carboquímica y del Instituto Nacional del Carbón.

Rosa Menéndez
Presidenta del GEC

Procesos Térmicos Asistidos por Microondas sobre Materiales Carbonosos

Y. Fernández, B. Fidalgo, L. Zubizarreta, J.M. Bermúdez, E.G. Calvo
E. Ruisánchez, E.J. Juárez-Pérez, A. Arenillas, J.A. Menéndez.

INCAR-CSIC, Apdo. 73, 33080- Oviedo, Spain. Grupo de Materiales Carbonosos para Aplicaciones Tecnológicas: <http://www.mcat.es.tt>

1 Introducción al calentamiento de materiales carbonosos mediante microondas

El calentamiento dieléctrico es un calentamiento a través de radiación electromagnética de una longitud de onda de entre 0.001 y 1 m (correspondiente a unas frecuencias entre 300 and 0.3 GHz), es decir, ondas de radio y microondas. La interacción de las partículas cargadas de ciertos materiales con el campo eléctrico que forma parte de la radiación electromagnética provoca que estos materiales se calienten. Por ejemplo, en el caso de moléculas polares, como el agua, el campo eléctrico de las microondas provoca que tanto los dipolos permanentes como los inducidos roten al intentar alinearse con el campo oscilante, si se están empleando microondas en la frecuencia de 2.45 GHz, la molécula rotaría 2450 millones de veces por segundo siguiendo el campo eléctrico. Este movimiento molecular genera fricción entre las moléculas en rotación y se disipa energía en forma de calor (Polarización Dipolar). En el caso de materiales dieléctricos sólidos con partículas cargadas que tienen libertad de movimiento en una región delimitada del material, como por ejemplo los electrones π en carbones, las microondas inducen una corriente en fase con el campo electromagnético en el material. Como los electrones encuentran resistencia al libre desplazamiento por el material, cierta cantidad de energía se disipará en forma de calor debido al llamado efecto Maxwell-Wagner (Polarización Interfacial o de Maxwell-Wagner) [1, 2].

Los materiales que interactúan con las microondas para generar calor se denominan absorbentes de microondas. La capacidad de un material para calentarse en presencia de un campo de microondas está definida por su tangente de pérdidas dieléctricas: $\tan \delta = \epsilon''/\epsilon'$. La tangente de pérdidas dieléctricas está compuesta de dos parámetros, la constante dieléctrica (o permitividad real), ϵ' , y el factor de pérdidas dieléctricas (o permitividad imaginaria), ϵ'' ; es decir, $\epsilon = \epsilon' - i \epsilon''$, donde ϵ sería la permitividad compleja. La constante dieléctrica (ϵ') determina qué cantidad de la energía incidente es reflejada y qué cantidad absorbida, mientras que el factor de pérdidas dieléctricas (ϵ'') mide la disipación, en forma de calor, de energía eléctrica en el interior del material [1, 2]. Para un aprovechamiento óptimo de la energía de las microondas, se debe combinar un valor moderado de ϵ' con valores elevados de ϵ'' (y por lo tanto valores elevados de $\tan \delta$), permitiendo convertir la energía de las microondas en energía térmica. Así, mientras que algunos materiales poseen un factor de pérdidas dieléctricas (ϵ'') poco elevado para permitir el calentamiento dieléctrico (transparentes a las microondas), otros materiales, como algunos óxidos inorgánicos y la mayoría de los materiales de carbono, son excelentes absorbentes de microondas. Por otro lado, los materiales que son conductores eléctricos reflejan las microondas. Así, los grafitos y los carbones muy grafitizados pueden reflejar una fracción importante de la radiación de microondas. En el caso de los carbones, en los que los electrones π deslocalizados

tienen libertad de movimiento en regiones relativamente amplias, puede tener lugar un interesante fenómeno adicional. La energía cinética de algunos electrones puede llegar a ser suficiente para que estos salten fuera del material provocando la ionización de la atmósfera de su alrededor. A nivel macroscópico, este fenómeno se percibe por la formación de chispas o arcos eléctricos. Pero, a nivel microscópico, estos puntos calientes son plasmas, que en la mayoría de las ocasiones pueden considerarse microplasmas tanto desde el punto de vista del tiempo como del espacio, ya que tienen lugar en una minúscula región del espacio y durante una fracción de segundo. Una generación intensa de tales microplasmas puede tener importantes implicaciones para los procesos involucrados.

El calentamiento en microondas de un material dieléctrico ofrece múltiples ventajas sobre el calentamiento convencional, como: calentamiento sin contacto, transferencia de energía en lugar de transmisión de calor, calentamiento rápido, calentamiento selectivo del material, calentamiento volumétrico, rápido arranque y parada, calentamiento desde el interior del material, alto nivel de seguridad y automatización [3].

Gracias a estas ventajas, las microondas se utilizan en diversos campos científicos y tecnológicos para calentar diferentes materiales [2-4]. La mayoría de las aplicaciones industriales del calentamiento con microondas (industria alimentaria, esterilización y pasteurización, procesos de secado, vulcanizado del caucho, polimerización o curado de resinas y polímeros por eliminación de disolventes polares, etc) se basan en el calentamiento de sustancias que contienen moléculas polares. Pero también materiales sólidos con factores de pérdidas dieléctricas elevadas se pueden someter a procesos basados en el calentamiento con microondas. Entre estos últimos, los materiales de carbono son, generalmente, muy buenos absorbentes de microondas, por lo que se pueden producir y transformar fácilmente empleando esta forma de transmisión de energía. Además se pueden utilizar como receptores de microondas para calentar indirectamente materiales transparentes a las mismas, por lo que se han utilizado como receptores de microondas en procesos de remediación del suelo, pirólisis de biomasa y residuos orgánicos, reacciones catalíticas heterogéneas, etc.

La elevada capacidad de los materiales de carbono para absorber la energía de las microondas y convertirla en calor se ilustra en la Tabla 1, donde se muestran las tangentes de pérdidas dieléctricas de algunos de ellos. Como se puede observar, las tangentes de pérdidas dieléctricas de la mayoría de los carbones, excepto la hulla, son mayores que la del agua (0,118 a 2,45 GHz y 298 K). La obtención de estos datos es complicada, ya que, aunque este parámetro es muy útil para el estudio del calentamiento con microondas, pocos grupos de investigación han determinado las tangentes de pérdidas dieléctricas de carbones y los datos se encuentran dispersos en la bibliografía.

Tabla 1. Tangente de pérdidas dieléctricas de diferentes materiales de carbono a una frecuencia de 2.45 GHz y una temperatura de 298 K. Datos extraídos de Menéndez *et al.* [5] y referencias.

Material de Carbono	$\tan \delta = \epsilon''/\epsilon'$
Hulla	0.02-0.08
Esponjas de Carbono	0.05-0.20
Carbón vegetal	0.11-0.29
Negro de humo	0.35-0.83
Carbón activado	0.57-0.80
Carbón activado ¹	0.22-2.95
Nanotubo de Carbono	0.25-1.14
Nanofibras de CSi	0.58-1.00

¹ Carbón activado a una temperatura media de 398K

En los últimos años, el número de procesos que combinan el uso de carbones y el calentamiento en microondas para aprovechar sus beneficios, ha incrementado enormemente. Como se observa en la Figura 1, el número de publicaciones científicas relacionadas con estos temas fue muy bajo hasta finales de los 90, pero el interés ha aumentado drásticamente en la última década y especialmente en los últimos cinco años.

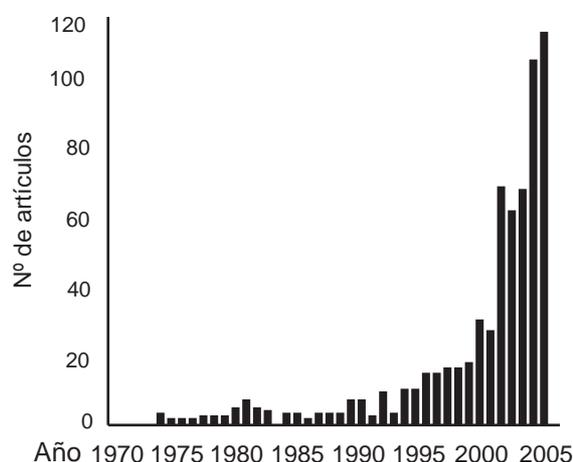


Figura 1. Evolución del número de publicaciones científicas sobre procesos asistidos con microondas que involucran materiales de carbono (Fuente: Scopus®).

En este trabajo se revisan ejemplos de procesos asistidos con microondas aplicados a materiales carbonosos que han sido o están siendo desarrollados en nuestro grupo de investigación [6]. Una revisión más amplia publicada recientemente se puede encontrar en [5].

2 Síntesis de materiales de carbono

A pesar de que pocos trabajos han descrito la síntesis de nanocarbones mediante irradiación directa con microondas de partículas catalíticas sobre un soporte sólido [5], ésta es otra posibilidad para producir nanofilamentos de carbono [7, 8]. Se ha logrado la formación de nanofilamentos de carbono por descomposición de CH_4 asistida con microondas sobre carbón activado (actuando éste como catalizador y receptor de microondas) introduciendo una combinación de CH_4/N_2 . El mismo método se empleó para hacer crecer nanofilamentos sobre fibras de carbono dopadas con Fe y Ni [8], dando lugar a estructuras similares a la mostrada en la Figura 2. También se utilizaron mezclas de CH_4/CO_2 para producir nanofilamentos usando un *char* como catalizador y receptor de microondas [7]. Al no observarse nanofilamentos tras realizar pruebas análogas con calentamiento convencional, se concluyó que el mecanismo involucrado en el calentamiento con microondas del soporte es lo que

promueve la formación de nanofilamentos.

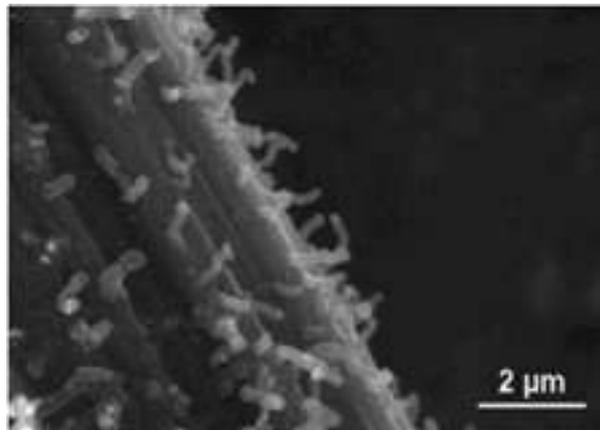


Figura 2. Nanofilamentos de carbono desarrollados sobre una fibra de carbono. Adaptado de la referencia [8].

Los materiales de carbono, además de actuar como soportes para el crecimiento de nanoestructuras, también son una fuente de carbono para la síntesis de nanotubos y nanofibras a través del calentamiento en microondas, además de poder usarse como método para la purificación de nanotubos. Otra posibilidad es la funcionalización de nanotubos de carbono inducida por microondas [5].

También cabe resaltar en este apartado procesos de síntesis donde alguna de las etapas se lleva a cabo empleando el calentamiento con microondas. Este es el caso de la síntesis de xerogeles, donde se han aplicado tratamientos térmicos mediante microondas en la etapa de secado de xerogeles de carbono [9a, 9b]. El secado en microondas se ha utilizado para preparar geles de resorcinol-formaldehído utilizando metanol [9a] y agua [9b] como disolventes. Mediante el uso del secado en microondas, el proceso de obtención de los geles se ha simplificado de manera importante. Al igual que en otros métodos de secado, las propiedades texturales se pueden controlar, pero el tiempo se reduce de forma considerable en el secado con microondas (por encima del 90%), sin ser necesario ningún pretratamiento. Teniendo en cuenta que una desventaja de los geles de carbono, comparados con otros materiales de carbono, es la complejidad, el largo tiempo necesario y los elevados costes de los métodos de síntesis convencionales, el uso de las microondas hace que puedan ser más competitivos económicamente en numerosas aplicaciones. Recientemente en nuestro grupo de investigación hemos desarrollado un proceso [10] en el cual la síntesis de xerogeles se lleva a cabo en una única etapa con calentamiento en microondas en la que se obtienen geles de carbono con propiedades análogas a los obtenidos por métodos convencionales, con un ahorro de tiempo superior al 90 % y con la posibilidad de controlar la fase de gelación, de forma que es posible determinar exactamente el tiempo en el que se produce la gelación y detener (si se desea) el proceso en este punto, lo cual permite procesar el material de múltiples formas alternativas.

3 Producción, modificación y regeneración de carbones activados

Los carbones activados, generalmente, se producen a partir de diferentes precursores orgánicos (biomasa, carbón, polímeros, fibras sintéticas o naturales, etc) sometidos a procesos de carbonización y activación. La activación se puede llevar a cabo haciendo

reaccionar vapor de agua, CO_2 o aire con un *char* o un material carbonizado a temperaturas entre 873 y 1173 K. Este tipo de activación suele denominarse activación térmica o física. Por otro lado, la activación química consiste en la carbonización simultánea del precursor con un agente activante, como ZnO , H_3PO_4 , KOH , etc, a temperaturas entre los 673 y los 1073 K. Ambos procesos asistidos por microondas han sido revisados recientemente por Yuen y Hammed [11].

Como los materiales carbonosos son buenos absorbentes de microondas, la activación física asistida con microondas de *chars* procedentes de diferentes precursores orgánicos ha sido ampliamente estudiada en las últimas décadas. Por ejemplo, recientemente un grupo de investigación de la Universidad Kunming de China obtuvo carbón activado utilizando vapor de agua como agente activante a partir de cortezas de coco en un equipo a escala piloto de 60 KW con importantes ahorros en tiempo y energía [12].

Por otra parte, se han llevado a cabo intentos para desarrollar procesos de activación química basados en las microondas. Los precursores orgánicos no carbonizados de carbones activos impregnados con agentes activantes son, generalmente, pobres absorbentes de microondas, por lo que resulta difícil calentarlos hasta las altas temperaturas necesarias usando microondas. Este problema se puede superar usando receptores de microondas [13].

Una forma de aprovechar la elevada capacidad de absorber microondas de los materiales de carbono es usar el calentamiento con microondas para adaptar su química superficial, introduciendo o eliminando funcionalidades superficiales. En el caso de carbones activados, el calentamiento con microondas se ha utilizado principalmente para la eliminación rápida de las funcionalidades presentes en la superficie del carbón, en especial funcionalidades oxigenadas, y producir, en tan sólo unos minutos, carbones activos con propiedades básicas, que soportan la exposición al aire [14]. Se obtuvieron resultados similares para fibras de carbono sujetas a tratamientos térmicos en horno microondas [15, 16]. En el caso de carbones activos granulares, la principal ventaja del uso del microondas frente al calentamiento convencional parece ser el ahorro en tiempo y energía, ya que los cambios químicos observados en la superficie del carbón no difieren mucho de un método a otro, siempre que se utilicen temperaturas similares [17].

No obstante, mientras que en los carbones activados la estructura porosa se mantiene más o menos inalterada tras el tratamiento con microondas, las fibras de carbono sometidas a estos tratamientos muestran una reducción en el volumen y el tamaño de microporos. Este efecto se ha utilizado para producir tamices moleculares de carbono (CMS) sometiendo fibras textiles acrílicas a la acción de las microondas [18]. Este novedoso método para producir y mejorar las propiedades de los tamices moleculares de fibras de carbono parece ser más económico que el método convencional. En particular, los CMS producidos mediante este método mostraron una selectividad muy elevada para la separación de mezclas gaseosas CO_2/CH_4 y O_2/N_2 [19].

Otro tema de investigación ha sido la regeneración de carbones activados saturados inducida por

microondas. Se ha estudiado la regeneración de carbones activados utilizados en adsorción líquida, así, diferentes carbones activados contaminados con fenol [20] y fármacos [21] se sometieron a regeneración térmica en atmósferas de N_2 y CO_2 , usando tanto calentamiento convencional como con microondas. Se encontró que el rápido calentamiento de los carbones activados saturados con microondas llevaba a una rápida regeneración. Además, la tecnología de microondas permitía reciclar los carbones activados y reutilizarlos varias veces. También se demostró que el calentamiento con microondas preservaba la estructura porosa del carbón activo regenerado de forma más eficiente que el calentamiento convencional. La utilización de esta técnica no sólo no causaba daños al carbón, si no que además aumentaba el área superficial, al menos en los primeros ciclos de regeneración [22]. La Figura 3 ilustra los cambios en la capacidad de adsorción de un carbón activado comercial saturado con fenol, tras sucesivos ciclos de regeneración a 1123 K en atmósferas de N_2 y CO_2 , usando tanto calentamiento convencional como con microondas. La regeneración en el horno de microondas mejora la capacidad adsorbente del carbón activado, y reduce el tiempo de regeneración en un 90%.

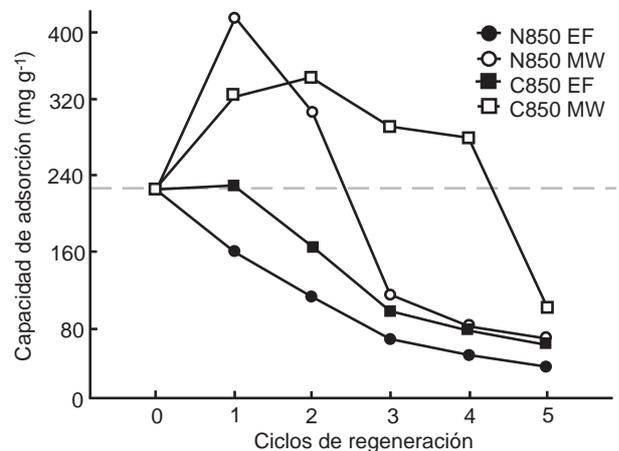


Figura 3. Comparación de la capacidad de adsorción de fenol de un carbón activado tras varios ciclos de regeneración: (N850 EF) horno eléctrico a 850 °C en atmósfera de N_2 ; (N850 MW) horno microondas a 850 °C en atmósfera de N_2 ; (C850 EF) horno eléctrico a 850 °C en atmósfera de CO_2 ; (C850 MW) horno microondas a 850 °C en atmósfera de CO_2 . Adaptado de la referencia de Ania y col. [20]

4 Metalurgia y tratamiento de minerales

En el caso particular de los procesos que involucran carbones, la reducción de óxidos metálicos asistida con microondas ha sido muy investigada [5]. Estos procesos están influenciados por el tipo de carbón utilizado y que, en condiciones similares de temperatura, la reducción con microondas daba lugar a mejores resultados que el calentamiento convencional.

Otro campo de aplicación del calentamiento con microondas es el proceso de molienda de carbones [23]. En este proceso, carbones de varias categorías se sometieron a radiación de microondas para cuantificar su efecto en la molidurabilidad, consiguiéndose reducciones por encima del 50% en la molidurabilidad relativa tras 5 minutos de exposición a las microondas. Se piensa que estas reducciones se deben a la generación de fracturas; la propia humedad presente en la estructura del carbón absorbe microondas, calentándose y cambiando de fase, produciendo un gran aumento de presión que provoca fracturas. Al mismo tiempo,

se producen distintas expansiones debido a los componentes de la ganga (y sus diferentes coeficientes de expansión). Además, existe la posibilidad de utilizar este calentamiento por microondas en carbones bituminosos de elevada volatilidad para producir coque de forma rápida [24].

En nuestro grupo, se desarrolla actualmente un proceso de molienda de coque y otros minerales que emplea un pretratamiento de calentamiento mediante pulsos muy cortos de radiación de microondas. A diferencia del carbón, el coque absorbe las microondas con cierta facilidad lo que permite alcanzar temperaturas altas rápidamente y una gran degradación debido fundamentalmente a fracturas en el material. A escala de laboratorio se ha comparado energéticamente un proceso con y sin microondas, Figura 4. Se puede observar que el proceso con pretratamiento, supera rápidamente la barrera de un RWI (*relative work index*) mayor que la unidad. A partir de este punto obtener una determinada fracción de tamaño de partículas en un proceso que incluya un pretratamiento de microondas se vuelve energéticamente más rentable que el proceso sin pretratamiento. Dependiendo de las características del coque inicial a tratar (seco o húmedo) se obtendrían ahorros energéticos de hasta el 40 y 30%, respectivamente.

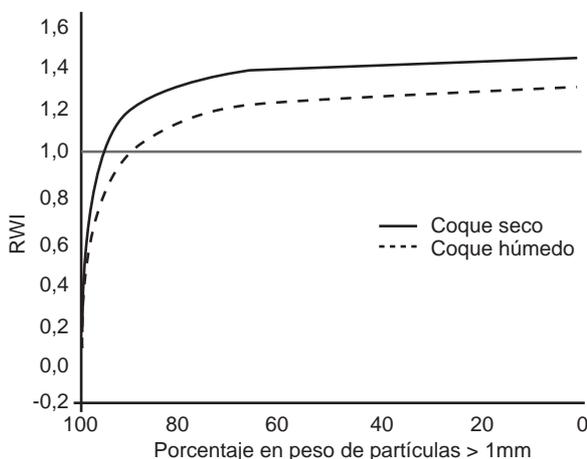


Figura 4. RWI obtenido para el proceso de molienda de un coque seco y húmedo.

5 Valorización térmica de biomasa y biosólidos

El calentamiento con microondas es una buena alternativa para llevar a cabo la pirólisis de biomasa [25, 26], glicerina [27] y otros residuos orgánicos, ver Menéndez *et al.* [5] y sus referencias. En general, estos materiales son pobres absorbentes de microondas, por lo que no pueden calentarse directamente hasta las altas temperaturas requeridas para lograr una pirólisis completa. Sin embargo, la pirólisis inducida con microondas es posible si estos materiales se mezclan con un receptor de microondas efectivo, como por ejemplo un material carbonoso [13, 25-27]. Estos se prefieren para esta aplicación frente a otros óxidos metálicos, porque, además de ser buenos absorbentes de microondas, son baratos, fácilmente disponibles con diferentes texturas, tamaños, formas, etc; y no añaden componentes inorgánicos extra a los residuos sólidos obtenidos tras la pirólisis. Es más, el residuo carbonoso que se obtiene de la pirólisis de materiales orgánicos puede ser utilizado en sí mismo como un excelente absorbente de microondas [13, 25, 28, 29].

Un caso de particular interés es la pirólisis de lodos

de aguas residuales [13, 28-34], a menudo llamados biosólidos. El tratamiento de este residuo, que puede considerarse biomasa, representa un desafío para los países industrializados. De hecho, ninguno de los métodos utilizados, desde la rehabilitación de suelos hasta la incineración, está exento de desventajas, como contaminación colateral o elevados costes de tratamiento, debidos en parte a la necesidad de eliminar importantes cantidades de agua presentes en los lodos. El calentamiento en microondas puede ser una alternativa muy eficiente para el secado de esos biosólidos [34]. Se ha descrito un proceso que utiliza el vapor de agua generado por el secado con microondas para gasificar los productos generados durante la pirólisis posterior [29]. En este método, el secado, la pirólisis y la gasificación de los lodos de aguas residuales tienen lugar al mismo tiempo, ocasionando una fracción gaseosa mayor con un alto contenido en gas de síntesis ($CO + H_2$) [28, 30, 32] y una fracción de aceites con un bajo contenido en hidrocarburos policíclicos aromáticos (PAHs) [31, 33], al contrario que con el calentamiento convencional, en el que los aceites obtenidos consisten principalmente en PAHs. A diferencia de otros métodos convencionales de pirólisis y debido a las elevadas temperaturas que se alcanzan durante el proceso, en la pirólisis asistida con microondas se puede obtener un residuo sólido parcialmente vitrificado [13]. Esto es útil en el caso de lodos con elevado contenido en metales pesados.

Una característica única de los tratamientos térmicos de biomasa y biosólidos asistidos por microondas es que se produce una cantidad de gas de síntesis muy superior con un menor contenido de CO_2 que en tratamientos similares realizados con calentamiento convencional. Esto se ilustra en la Figura 5, donde se comparan las composiciones de las fracciones gaseosas obtenidas por pirólisis de un residuo de biomasa utilizando ambos métodos. Puesto que la pirólisis asistida por microondas maximiza la fracción de gases obtenida (los aceites se producen en cantidades muy pequeñas) y la fracción de residuos carbonosos puede utilizarse como receptor de microondas y consumirse mediante auto-gasificación con el CO_2 obtenido en el proceso [26], este método se puede utilizar para la valorización térmica de biomasa y biosólidos, mediante la producción de gases ricos principalmente en gas de síntesis.

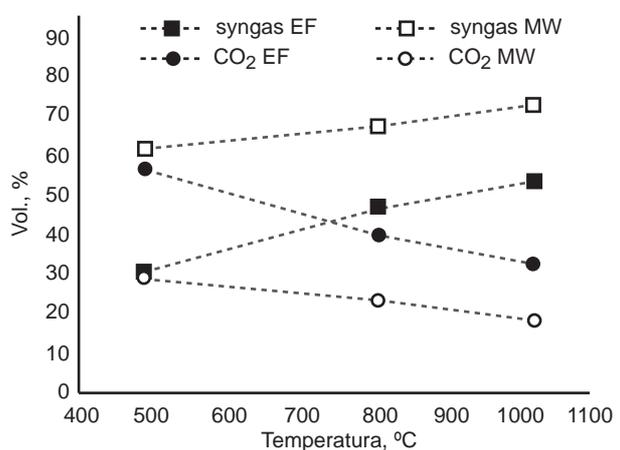


Figura 5. Variación, con la temperatura, de la composición del gas obtenido a través de la pirólisis de un residuo de biomasa utilizando pirólisis convencional (EF) y pirólisis asistida con microondas (MW). Adaptado de la referencia de Menéndez y col. [26]

6 Mejora en las reacciones catalizadas por carbones empleando microondas

Gracias a su interacción especialmente fuerte con la radiación de microondas y su elevada conductividad térmica, los carbones son sensibilizadores. Son capaces de convertir la energía radiante en energía térmica, que en ese momento se transmite instantáneamente a los compuestos químicos soportados en el carbón. Dos tipos de reacciones se ven favorecidos por el acoplamiento de carbones y microondas: (i) reacciones que requieren elevadas temperaturas, y (ii) reacciones en las que están involucrados compuestos químicos, como los orgánicos, que tienen bajas pérdidas dieléctricas y no se calientan suficientemente con la radiación de microondas. Así, el calentamiento con microondas es un valioso método para la síntesis orgánica, que puede producir aceleraciones espectaculares en muchas reacciones [35]. Los carbones (sensibilizador) y los catalizadores soportados en carbones (sensibilizador + catalizador) se usan en varias reacciones de síntesis orgánicas asistidas con microondas, como reacciones de Diels-Alder, la termólisis de ésteres, la descomplejación de complejos metálicos, la pirólisis de urea, esterificaciones, etc. [36].

Los carbones se pueden utilizar como catalizadores en muchos sistemas heterogéneos en fase gas [37]. Además, son buenos absorbentes de microondas. Estas dos características permiten mejorar varias reacciones catalíticas, en las que los carbones juegan un doble papel (catalizador y receptor de microondas). De hecho se ha probado que la interacción de la radiación de microondas con ciertos sistemas catalíticos mejora las velocidades de reacción, las selectividades de los productos y las conversiones [38-40].

La reducción de NO_x [41, 42], la reducción de SO₂ [43], la descomposición catalítica de CH₄ para producir H₂ [44, 45] y el reformado de CH₄ con CO₂ (reformado seco) [46, 47] son sólo algunos ejemplos en los que la utilización de materiales de carbono (como carbones activados, coques metalúrgicos, chars o antracita) como catalizadores y receptores de microondas ha logrado importantes mejoras en los rendimientos de las reacciones. Varias reacciones catalíticas heterogéneas mejoradas con microondas, en las cuales los carbones actuaron como catalizadores y receptores de microondas, se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Ejemplos de reacciones catalíticas heterogéneas mejoradas con microondas, en las que se utilizan carbones como catalizadores y receptores de microondas. Ver Menéndez *et al.* [5] y sus referencias.

Reacción	Catalizador / Receptor de microondas
$C + 2NO \rightarrow CO_2 + N_2$	Char, antracita o coque metalúrgico
$C + NO \rightarrow CO + 1/2N_2$	
$C + SO_2 \rightarrow CO_2 + S$	
$2C + SO_2 \rightarrow 2CO + S$	
$C + CO_2 \leftrightarrow 2CO$	
$CH_4 \rightarrow C + 2H_2$	Carbón activado
$CH_4 + CO_2 \leftrightarrow 2CO + 2H_2$	

La mejora en los resultados se atribuye a la forma en la que se calienta el catalizador mediante las microondas. En el caso del calentamiento con microondas, el catalizador (i. e. el material carbonoso)

se calienta directamente por la acción de las microondas, y alcanza así temperaturas mayores a las de la atmósfera que lo rodea. Además, con calentamiento convencional, el calor se transfiere a través de la superficie del catalizador, principalmente por conducción y convección, dando lugar a un gradiente de temperatura totalmente diferente.

Por otro lado, como se mencionó anteriormente, hay que tener en cuenta los microplasmas que habitualmente se producen durante la irradiación con microondas de los carbones. La temperatura de estos microplasmas o puntos calientes se cree que es mucho mayor que la temperatura global del sistema, lo que habitualmente favorece las reacciones heterogéneas entre el catalizador sólido y los gases participantes en la reacción. Por lo tanto debería ser posible aplicar esta técnica a otras reacciones catalíticas en las que se utilizan catalizadores soportados sobre carbones.

7 Conclusiones

Los materiales de carbono, en general, son buenos absorbentes de microondas. Esto explica el aumento del interés en su utilización en una gran variedad de procesos térmicos asistidos por microondas a lo largo de la última década. Estos procesos incluyen la síntesis de una gran variedad de materiales de carbono (como nanoestructuras, grafitos, carbones activados, polímeros, etc), la purificación o incluso la modificación física y/o química de carbones de forma rápida y controlada, la mejora de diversos procesos en los que están involucrados carbones, chars o incluso biomasa/biosólidos, y la clara mejora de la eficiencia en algunas reacciones catalizadas con carbones. Estos procesos están atrayendo una considerable atención debido a su posible utilización en aplicaciones comerciales, algunas de las cuales ya se han demostrado a escala piloto e incluso a escala industrial. La principal ventaja del uso de microondas, en comparación con las técnicas de calentamiento convencional, son los diferentes mecanismos involucrados en el calentamiento de carbones, principalmente (i) una considerable disminución en la escala de tiempo, lo que en la mayoría de los casos supone un menor consumo de energía, (ii) una reducción del número de etapas involucradas en el proceso global, eliminando la necesidad de otros reactivos, equipos, etc. y (iii) el incremento de la eficiencia del proceso global. Estas ventajas significan que los productos finales obtenidos de los procesos asistidos por microondas serán probablemente más competitivos económicamente que los obtenidos utilizando técnicas tradicionales.

8. Referencias

- ¹R. J. Meredith, *Engineers' Handbook of Industrial Microwave Heating*, London (UK). The Institution of Electrical Engineers (IEE), 1998.
- ²A. Zlotorzynski, *The application of microwave radiation to analytical and environmental chemistry*, *Crit. Rev. Anal. Chem.* 25 (1995) 43-76.
- ³K. E. Haque, *Microwave energy for mineral treatment processes – a brief review*, *Int. J. Miner. Process.* 57 (1999) 1-24.
- ⁴D. A. Jones, T. P. Lelyveld, S. D. Mavrofidis, S. W. Kingman, N. J. Miles, *Microwave heating applications in environmental engineering: a review*, *Resour. Conserv. Recycl.* 34 (2002) 75-90.

- ⁵ J. A. Menéndez, A. Arenillas, B. Fidalgo, Y. Fernández, L. Zubizarreta, E.G. Calvo, J. Bermúdez, Microwave heating processes involving carbon materials, *Fuel Processing Technology* 91 (2010) 1 – 8.
- ⁶ <http://www.mcat.es.tt> Grupo de Materiales Carbonosos para Aplicaciones Tecnológicas. INCAR-CSIC.
- ⁷ Y. Fernández, B. Fidalgo, A. Domínguez, A. Arenillas, J. A. Menéndez, Carbon nanofilament synthesis by the decomposition of CH₄/CO₂ under microwave heating, *Carbon* 45 (2007) 1706–1709.
- ⁸ B. Fidalgo, Y. Fernández, L. Zubizarreta, A. Arenillas, A. Domínguez, J. J. Pis, J. A. Menéndez, Growth of nanofilaments on carbon-based materials from microwave-assisted decomposition of CH₄, *Appl. Surf. Sci.* 254 (2008) 3553–3557.
- ⁹ (a) L. Zubizarreta, A. Arenillas, A. Domínguez, J. A. Menéndez, J. J. Pis, Development of microporous carbon xerogels by controlling synthesis conditions, *J. Non-Cryst. Solids* 354 (2008a) 817–825. (b) L. Zubizarreta, A. Arenillas, A. Domínguez, J. A. Menéndez, J. J. Pis, J. P. Pirard, N. Job, Microwave drying as an effective method to obtain porous carbon xerogels, *J. Non-Cryst. Solids* 354 (2008b) 4024–4026.
- ¹⁰ A. Arenillas, J.A. Menéndez, L. Zubizarreta, E.G. Calvo, Procedimiento de obtención de xerogeles orgánicos de porosidad controlada. Patente ES 200930256
- ¹¹ F. K. Yuen, B. H. Hameed, Recent developments in the preparation and regeneration of activated carbons by microwaves, *Adv. Colloid Interface Sci.* 149 (2009) 19–27.
- ¹² W. Li, J. Peng, L. Zhang, K. Yang, H. Xia, S. Zhang, S. Guo, Preparation of activated carbon from coconut shell chars in pilot-scale microwave heating equipment at 60 KW, *Waste Manage.* 29 (2009) 756–760.
- ¹³ J. A. Menéndez, M. Inguanzo, J. J. Pis, Microwave-induced pyrolysis of sewage sludge, *Water Res.* 36 (2002) 3261 – 3264.
- ¹⁴ J. A. Menéndez, E. M. Menéndez, M. J. Iglesias, A. García, J. J. Pis, Modification of the surface chemistry of active carbons by means of microwave-induced treatments, *Carbon* 37 (1999) 1115 – 1121.
- ¹⁵ P. J. M. Carrott, J. M. V. Nabais, M. M. L. R. Carrot, J. A. Menéndez, Thermal treatments of activated carbon fibers using a microwave furnace, *Microporous Mesoporous Mater.* 47 (2001) 243 – 252.
- ¹⁶ J. M. V. Nabais, P. J. M. Carrot, M. M. L. R. Carrot, J. A. Menéndez, Preparation and modification of activated carbon fibres by microwave heating, *Carbon* 42 (2004) 1309 – 1314.
- ¹⁷ J. A. Menéndez, E. M. Menéndez, A. García, J. B. Parra, J. J. Pis, Thermal treatment of active carbons: A comparison between microwave and electrical heating, *J. Microw. Power Electromagn. Energy* 34 (1999) 137 – 143.
- ¹⁸ P. J. M. Carrot, J. M. V. Nabais, M. M. L. R. Carrot, J. A. Menéndez, Microwave heating as a novel method for introducing molecular sieve properties into activated carbon fibres, *Carbon* 42 (2004) 227 – 229.
- ¹⁹ J. M. V. Nabais, P. J. M. Carrot, M. M. L. R. Carrot, A. M. Padre-Eterno, J. A. Menéndez, A. Domínguez, A. L. Ortiz, New acrylic monolithic carbon molecular sieves for O₂/N₂ and CO₂/CH₄ separations, *Carbon* 44 (2006) 1158 – 1165.
- ²⁰ C. O. Ania, J. A. Menéndez, J. B. Parra, J. J. Pis, Microwave-induced regeneration of activated carbons polluted with phenol: A comparison with conventional thermal regeneration, *Carbon* 42 (2004) 1377 – 1381.
- ²¹ C. O. Ania, J. B. Parra, J. A. Menéndez, J. J. Pis, Microwave-assisted regeneration of activated carbons loaded with pharmaceuticals, *Water Res.* 41 (2007) 3299 – 3306.
- ²² C. O. Ania, J. B. Parra, J. A. Menéndez, J. J. Pis, Effect of microwave and conventional regeneration on the microporous and mesoporous network and on the adsorptive capacity of activated carbons, *Microporous Mesoporous Mater.* 85 (2005) 7 – 15.
- ²³ S. Marland, B. Han, A. Merchant, N. Rowson, Effect of microwave radiation on coal grindability, *Fuel* 79 (2000) 1283 – 1288.
- ²⁴ E. Lester, S. Kingman, C. Dodds, J. Patrick, The potential for rapid coke making using microwave energy, *Fuel* 85 (2006) 2057 – 2063.
- ²⁵ A. Domínguez, J. A. Menéndez, Y. Fernández, J. J. Pis, J. M. V. Nabais, P. J. M. Carrot, M. M. L. R. Carrot, Conventional and microwave induced pyrolysis of coffee hulls for the production of a hydrogen rich fuel gas, *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 79 (2007) 128 – 135.
- ²⁶ J. A. Menéndez, A. Domínguez, Y. Fernández, J. J. Pis, Evidence of self-gasification during the microwave-induced pyrolysis of coffee hulls, *Energy Fuels* 21 (2007) 373 – 378.
- ²⁷ Y. Fernández, A. Arenillas, M. A. Díez, J. J. Pis, J. A. Menéndez, Pyrolysis of glycerol over activated carbons for syngas production, *J. Anal. Appl. Pyrolysis* (2009).
- ²⁸ J. A. Menéndez, A. Domínguez, M. Inguanzo, J. J. Pis, Microwave pyrolysis of sewage sludge: Analysis of the gas fraction, *J. Anal. App. Pyrolysis* 71 (2004) 657 – 667.
- ²⁹ J. A. Menéndez, A. Domínguez, M. Inguanzo, J. J. Pis, Microwave-induced drying, pyrolysis and gasification (MWDPG) of sewage sludge: Vitrification of the solid residue, *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 74 (2005) 406 – 412.
- ³⁰ A. Domínguez, Y. Fernández, B. Fidalgo, J. J. Pis, J. A. Menéndez, Bio-syngas production with low concentrations of CO₂ and CH₄ from microwave-induced pyrolysis of wet and dried sewage sludge, *Chemosphere* 70 (2008) 397 – 403.
- ³¹ A. Domínguez, J. A. Menéndez, M. Inguanzo, P. L. Bernad, J. J. Pis, Gas chromatographic-mass spectrometric study of the oil fractions produced by microwave-assisted pyrolysis of different sewage sludges, *J. Chromatogr. A* 1012 (2003) 193 – 206.
- ³² A. Domínguez, J. A. Menéndez, M. Inguanzo, J. J. Pis, Production of bio-fuels by high temperature pyrolysis of sewage sludge using conventional and microwave heating, *Bioresour. Technol.* 97 (2006) 1185 – 1193.
- ³³ A. Domínguez, J. A. Menéndez, M. Inguanzo, J. J. Pis, Investigations into the characteristics of oils

produced from microwave pyrolysis of sewage sludge, *Fuel Process. Technol.* 86 (2005) 1007 – 1020.

³⁴ A. Domínguez, J. A. Menéndez, M. Inguanzo, J. J. Pis, Sewage sludge drying using microwave energy and characterization by IRTF, *Afinidad* 61 (2004) 280 – 285.

³⁵ P. Lidström, J. Tierney, B. Wathey, J. Westman, Microwave assisted organic synthesis-a review, *Tetrahedron* 57 (2001) 9225 – 9283.

³⁶ A. Laporterie, J. Marquie, J. Dubac, Microwave-assisted reactions on graphite, In: Loupy A., editor, *Microwaves in Organic Synthesis* (2002) 30514 – 30519.

³⁷ L. R. Radovic, F. Rodríguez-Reinoso, Carbon materials in catalysis, In: Thrower P.A., editor. *Chemistry and Physics of Carbon* 25 (1996) 243.

³⁸ J. G. Mei, S. M. Yu, Heterogeneous catalytic wet peroxide oxidation of phenol over delaminated Fe-Ti-PILC employing microwave irradiation, *Catal. Commun.* 5 (2004) 437 – 440.

³⁹ H. Will, P. Scholz, B. Ondruschka, Microwave-assisted heterogeneous gas-phase catalysis, *Chem. Eng. Technol.* 27 (2004) 113 – 122.

⁴⁰ X. Zhang, D. O. Hayward, Applications of microwave dielectric heating in environment-related heterogeneous gas-phase catalytic systems, *Inorg.*

Chim. Acta 359 (2006) 3421 – 3433.

⁴¹ Y. Kong, C. Y. Cha, Reduction of NO_x adsorbed on char with microwave energy, *Carbon* 34 (1996) 1035 – 1040.

⁴² Y. Kong, C. Y. Cha, NO_x abatement with carbon adsorbents and microwave energy, *Energy Fuels* 9 (1995) 971 – 975.

⁴³ C. Y. Cha, D. S. Kim, Microwave induced reactions of sulfur dioxide and nitrogen oxides in char and anthracite bed, *Carbon* 39 (2001) 1159 – 1166.

⁴⁴ A. Domínguez, B. Fidalgo, Y. Fernández, J. J. Pis, J. A. Menéndez, Microwave-assisted catalytic decomposition of methane over activated carbon for CO₂-free hydrogen production, *Int. J. Hydrogen Energy* 32 (2007) 4792 – 4799.

⁴⁵ B. Fidalgo, Y. Fernández, A. Domínguez, J. J. Pis, J. A. Menéndez, Microwave-assisted pyrolysis of CH₄/N₂ mixtures over activated carbon, *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 82 (2008) 158 – 162.

⁴⁶ A. Domínguez, Y. Fernández, B. Fidalgo, J. J. Pis, J. A. Menéndez, Biogas to syngas by microwave-assisted dry reforming in the presence of char, *Energy Fuels* 21 (2007) 2066 – 2071.

⁴⁷ B. Fidalgo, A. Domínguez, J. J. Pis, J. A. Menéndez, Microwave-assisted dry reforming of methane, *Int. J. Hydrogen Energy* 33 (2008) 4337 – 4344.

Reunión del Grupo Español del Carbón, Girona 2010

	Domingo 9 de Mayo	Lunes 10 de Mayo	Martes 11 de Mayo	Miércoles 12 de Mayo
8:30			Conferencia Invitada Dr. Tomás Cordero	Conferencia Invitada Dr. Rafael Moliner
9:00		APERTURA		
9:30			SO3. Carbones activados	SO6. Captura de CO ₂
10:00		SO1. Preparación y caracterización de materiales de carbono		
10:30			Pausa café	Pausa café
11:00		Pausa café		
11:30			SO4. Preparación y caracterización de materiales de carbono	SO7a. Producción de H ₂ . Procesos de conversión del carbón.
12:00		SO2. Catálisis y reactividad		SO7b. Carbones activados
12:30				
13:00		Almuerzo	Almuerzo	Almuerzo
13:30				
14:00				
14:30				
15:00			Sesión Posters 1	Sesión Posters 2
15:30		4º Premio JI-GEC		
16:00				
16:30		Pausa café	SO5a. Aplicaciones medioambientales.	SO8a. Aplicaciones medioambientales
17:00			SO5b. Nuevas formas de carbono. Otros	SO8b. Aplicaciones energéticas
17:30		Asamblea GEC		
18:00				
18:30				
19:00	ENTREGA			
19:30	DOCUMENTACIÓN			
20:00	Hotel Carlemany			
20:30				
21:00		Acto social		
21:30				
22:00				
22:30				Cena de clausura
23:00				
23:30				



Reunión del Grupo Español del Carbón

Girona 2010

Programa detallado:

Domingo, 9 de Mayo del 2010

18:30 - 21:00 **Registro de asistentes y entrega de documentación**

Lunes, 10 de Mayo del 2010

9:00 - 10:00 **Apertura**

SO1. Preparación y caracterización de materiales

10:00 - 10:15 Síntesis de xerogeles de carbono asistida con microondas.
E.G. Calvo, A. Arenillas, J.A. Menéndez

10:15 - 10:30 Influencia de la naturaleza del agente porógeno en la síntesis de materiales de carbono mediante la técnica de autoensamblaje.
L. Zubizarreta, R. Iserte, P. Llovera, M. Gil

10:30 - 10:45 Cinética y mecanismo de oxidación electroquímica de carbones activados.
R. Berenguer, J.P. Marco-Lozar, C. Quijada, D. Cazorla-Amorós, E. Morallón

10:45 - 11:00 Evolución de la estructura de las fibras de carbono derivadas del polímero PBO sometido a diferentes tratamientos térmicos.
M.B. Vázquez-Santos, J.I. Paredes, A. Martínez-Alonso, J.M.D. Tascón

11:00 - 11:15 Molienda de coque asistida con microondas.
E. Ruisánchez, E.J. Juárez-Pérez, A. Arenillas, J.A. Menéndez

11:15 - 11:30 Grafítización de nanofibras de carbono producidas mediante descomposición catalítica de metano: influencia del silicio.
I. Cameán, A.B. García, I. Suelves, J.L. Pinilla, M.J. Lázaro, R. Moliner

11:30 - 12:00 **Pausa café**

SO2. Catálisis y reactividad

12:00 - 12:15 Efecto del soporte en la actividad catalítica de nanopartículas de Paladio: nanotubos de carbono frente a alumina.
I. Miguel-García, Á. Berenguer-Murcia, D. Cazorla-Amorós

12:15 - 12:30 Carbón activado como soporte catalítico capaz de modular la estructura de especies de óxido de vanadio.
M.O. Guerrero-Pérez, J.M. Rosas, R. López-Medina, M.A. Bañares, J. Rodríguez-Mirasol, T. Cordero

12:30 - 12:45 Xerogeles de carbón como soporte para la preparación de catalizadores híbridos.
C. C. Gheorghiu, M. Pérez-Cadenas, M. C. Román-Martínez, C. Salinas-Martínez de Lecea

12:45 - 13:00 Estudio del comportamiento fotocatalítico de un carbón activado.
L.F. Velasco, J.B. Parra, C.O. Ania

13:00 - 13:15 Estudio de las propiedades electrocatalíticas de electrodos modificados con nanotubos de carbono.
D. Salinas-Torres, F. Montilla, E. Morallón

13:15 - 13:30 Preparación de materiales carbono/TiO₂ a partir de derivados de carbón para aplicaciones en fotocatalisis.
N. García, P. Álvarez, C. Blanco, R. Menéndez, R. Santamaría, M. Granda

13:30 - 15:00 **Almuerzo**

15:00 - 16:30 **4º Premio Jóvenes Investigadores GEC**

16:30 - 17:00 **Pausa café**

17:00 - 18:30 **Asamblea GEC**

20:00 - 23:00 **Acto Social**

Martes, 11 de Mayo del 2010

8:30 - 9:30	Catalizadores ácidos de base carbonosa. Aplicaciones de interés. <i>Dr. Tomás Cordero</i>
	SO3. Preparación y caracterización de materiales de carbono
9:30 - 9:45	Desarrollo de carbones activados esféricos para la adsorción de COVs a concentraciones bajas. <i>A.J. Romero Anaya, M.A. Lillo Rodenas, A. Linares Solano</i>
9:45 - 10:00	Preparación de carbón activado físicamente a partir de semillas de uva. <i>M. Al Bahri, L. Calvo, M. A. Gilarranz, J. J. Rodríguez</i>
10:00 - 10:15	Modelado de la cinética de adsorción de compuestos orgánicos en solución acuosa sobre tela de carbón activado. <i>R. Ocampo-Pérez, R. Leyva-Ramos, J. Rivera-Utrilla, M. Sánchez-Polo, J. Mendoza-Barrón</i>
10:15 - 10:30	Desarrollo de la microporosidad en carbones mesoporosos ordenados. <i>M. Enterría, F. Suárez-García, A. Martínez-Alonso, J.M.D. Tascón</i>
10:30 - 10:45	Estudio de la degradación térmica del policarbonato (PCBA) mediante 13C-RMN. Propuesta de un nuevo modelo de degradación térmica. <i>A. Peñas-Sanjuan, L. Méndez-Liñán, M. Melquizo-Guijarro, F. Javier López-Garzón, M. Domingo-García, M. Pérez-Mendoza</i>
10:45 - 11:00	Carbones activados a partir de policarbonato: carbonización-activación en una sola etapa. <i>L. Méndez-Liñán, M. Domingo-García, F. J. López-Garzón, M. Pérez-Mendoza</i>
11:00 - 11:30	Pausa café
	SO4. Preparación y caracterización de materiales de carbono
11:30 - 11:45	Síntesis de cápsulas de carbono mesoporoso de tamaño uniforme mediante carbonización de nanoesferas organosilíceas. <i>P. Valle-Vigón, M. Sevilla, A.B. Fuertes</i>
11:45 - 12:00	Importancia de la temperatura de desgasificación de materiales porosos. <i>LF. Velasco, JB. Parra, CO. Ania</i>
12:00 - 12:15	Pretratamiento de policarbonato con plasmas: influencia en las características del carbonizado. <i>L. Méndez-Liñán, M. Domingo-García, F. J. López-Garzón, A. Martínez-Alonso, J. I. Paredes, J. M. D. Tascón, M. Pérez-Mendoza</i>
12:15 - 12:30	Formación de cianuros en la activación con KOH de materiales carbonosos ricos en nitrógeno. <i>E. Fuente, R. R. Gil, R. P. Girón, M. A. Lillo-Ródenas, M. A. Montes-Morán, M. J. Martín, A. Linares-Solano</i>
12:30 - 12:45	Caracterización de supercondensadores basados en materiales compuestos fibras de carbón activadas-polianilina mediante μ SAXS. <i>A.L. Tomás-García, D. Lozano-Castello, J.A. Maciá-Agulló, E. Morallón, D. Cazorla-Amorós, M. Burghammer, C. Riekel</i>
12:45 - 13:00	Preparación de materiales carbonosos a partir de goma de neumáticos fuera de uso. I. Desvulcanización y desmineralización. <i>M.F. Alexandre-Franco, C. Fernández-González, M. Alfaro-Domínguez, J.M. Palacios-Latasa, V. Gómez-Serrano</i>
13:00 - 13:15	Síntesis de carbones mesoporosos mediante infiltración líquida de zeolitas. <i>M. J. Valero-Romero, J. Bedía, J. Rodríguez-Mirasol, T. Cordero</i>
13:15 - 13:30	Desarrollo de tamices moleculares de carbón de elevada superficie específica a partir de breas de mesofase. <i>J. M. Ramos-Fernández, A. Wahby, J. Silvestre-Albero, M. Martínez-Escandell, A. Sepúlveda-Escribano, F. Rodríguez-Reinoso</i>
13:30 - 15:00	Almuerzo
15:00 - 16:00	Sesión Posters 1
	Activation of carbon fibers with supercritical fluids: effects on the surface chemistry and adsorption of organic compounds. <i>J.L. Figueiredo, N. Mahata, M.F.R. Pereira, M.J. Sánchez Montero, J. Montero, F. Salvador</i>
	Obtención y caracterización de fibras de carbono a partir de residuos de petróleo. <i>D. Barreda, A.J. Martín, C. Blanco, M. Granda, R. Menéndez, R. Santamaría</i>
	Modificación de las propiedades de nanoespirales de carbono mediante distintos tratamientos en fase líquida. <i>M.J. Lázaro, V. Celorrio, L. Calvillo, R. Moliner</i>
	Estudio de la química superficial de xerogeles de carbono sometidos a distintos tratamientos de funcionalización. <i>C. Alegre, M.E. Gálvez, R. Moliner, M.J. Lázaro</i>
	Líquidos iónicos soportados. Elección del soporte. <i>J. Palomar, M.A. Gilarranz, J.J. Rodríguez, J. Lemus</i>
	Optimización del proceso de fabricación de carbón vegetal y caracterización del producto. <i>A. Botet-Jiménez, D. Omenat-Morán, M.P. Rubio-Montero, C.J. Durán-Valle</i>
	Estudio experimental y teórico de los defectos producidos en superficies gráficas en tratamientos de plasma de descarga de barrera dieléctrica (DBD). <i>P. Solís-Fernández, J.I. Paredes, M.J. López, I. Cabria, J.A. Alonso, A. Martínez-Alonso, J.M.D. Tascón</i>
	Síntesis de composites mesoestructurados de sílice-carbono usando los propios surfactantes como fuente de carbono. <i>P. Valle-Vigón, M. Sevilla, A.B. Fuertes</i>

Martes, 11 de Mayo del 2010

	<p>Materiales de carbono mesoposoro bimodales, magnéticamente separables y con elevada capacidad de inmovilización de biomoléculas. <i>P. Valle-Vigón, M. Sevilla, P. Tartaj, A.B. Fuertes</i></p>
	<p>Preparación de carbones activos dopados con cobre. <i>B. Ruiz, J.B. Parra, C.O. Ania</i></p>
	<p>Uso de diamante particulado para aplicaciones electrónicas de disipación de calor. <i>I.E. Monje, J.M. Molina, E. Louis, J. Narciso</i></p>
	<p>Influencia de las condiciones de secado de aerogeles de carbón en su capacidad de retención de CO₂. <i>E. Gallegos-Suárez, F.J. Maldonado-Hódar, A. F. Pérez-Cadenas, F. Carrasco-Marín</i></p>
	<p>Preparación de materiales carbonosos a partir de goma de neumáticos fuera de uso. II. Caracterización. <i>M.F. Alexandre-Franco, C. Fernández-González, M. Alfaro-Domínguez, J.M. Palacios-Latasa, V. Gómez-Serrano</i></p>
	<p>Influencia de las condiciones de operación en las propiedades del material carbonoso obtenido mediante descomposición de metano con catalizadores de hierro. <i>J.L. Pinilla, R. Utrilla, I. Suelves, M.J. Lázaro, R. Moliner, J.M. Palacios, J.N. Rouzaud, A.B. García</i></p>
	<p>Preparación y caracterización de materiales compuestos poliméricos con nanofibras de carbono obtenidas mediante descomposición catalítica de metano. <i>I. Suelves, R. Utrilla, J.L. Pinilla, M.J. Lázaro, R. Moliner, I. Camean, A.B. García</i></p>
	<p>Modificación superficial de nanofibras de carbono mediante plasma. <i>K. Tamargo-Martínez, S. Villar-Rodil, A. Martínez-Alonso, J.M.D. Tascón</i></p>
	<p>Funcionalización de grafitos de alta superficie mediante plasma. <i>K. Tamargo-Martínez, S. Villar-Rodil, A. Martínez-Alonso, J.M.D. Tascón</i></p>
	<p>Tratamiento termoquímico de residuos biomásicos. <i>A. Gallardo-Fuentes, M. J. Valero, J. Bedía, J. Rodríguez-Mirasol, T. Cordero</i></p>
	<p>Preparación de carbones activados dopados con Cu para la eliminación de contaminantes. <i>A. Valera, J. Silvestre-Albero, A. Sepúlveda-Escribano, F. Rodríguez-Reinoso</i></p>
	<p>Optimización del procesado de derivados de aceite de antraceno para la obtención de fibras de carbono isótropas. <i>N. Díez, P. Álvarez, R. Menéndez, R. Santamaría, C. Blanco, M. Granda</i></p>
	<p>Simulación y Optimización de la Producción de Carbones Activados Procedentes de Neumáticos Fuera de Uso para la Adsorción de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos. <i>A. Aranda, R. Murillo, M.V. Navarro, T. García, A.M. Mastral</i></p>
	<p>Obtención de fibras de carbono activadas a partir del polímero PBO por activación química con ácido fosfórico. <i>M.B. Vázquez-Santos, A. Martínez-Alonso, J. M. D. Tascón</i></p>
	<p>Adsorción de hidrógeno en carbones que contienen cobre. <i>M.C. Monteiro de Castro, M. Casco, M. Molina Sabio; M. Martínez Escandell; F. Rodríguez Reinoso.</i></p>
	<p>Fibras de carbono activadas a partir del polímero PMIA: activación química con KOH. <i>A. Castro Muñiz, F. Suárez García, A. Martínez Alonso, JMD Tascón</i></p>
	<p>Fibras de carbono activadas con alto contenido en grupos funcionales superficiales mediante activación con ácido fosfórico de PPTA. <i>A. Castro Muñiz, F. Suárez García, A. Martínez Alonso, JMD Tascón</i></p>
	<p>Mecanismos de adsorción en disolución de cationes metálicos sobre una superficie de carbón oxidado. <i>C. Moreno Castilla, M. A. Álvarez Merino, L. M. Pastrana Martínez, M. V. López Ramón</i></p>
	<p>Carbón activado a partir de residuos sólidos de curtición vegetal. Implicaciones medioambientales. <i>R.R. Gil, R.P. Girón, M.S. Lozano, C. Canals Batlle, A. Anfruns, M.J. Martín, B. Ruiz, E. Fuente</i></p>
	<p>Valorización de residuos lignocelulósicos de la obtención de taninos: preparación de carbones activados mediante procesos termoquímicos. <i>R. P. Girón, E. Ruisánchez, R. R. Gil, M.S. Lozano, B. Ruiz, I. Suárez-Ruiz, E. Fuente</i></p>
	<p>Activated Carbons from biomass using different methodologies. <i>P. Duarte, M. Proença, I. Matos, J. E. Castanheiro, E. Perez-Mayoral, R. Martin-Aranda, T. Tavares, A. Ferraz, A.P. Carvalho, I. M. Fonseca</i></p>
	<p>Regeneración de carbones activados saturados con COVs mediante procesos avanzados de oxidación basados en H₂O₂. <i>A. Anfruns, M.A. Montes-Morán, M.Poch, M.J. Martín</i></p>
	<p>Influencia de las propiedades químico-estructurales de derivados de aceite de antraceno en su activación química. <i>N. García, P. Álvarez, C. Blanco, R. Menéndez, R. Santamaría, M. Granda</i></p>
	<p>Influencia de la adición de Vanadio en el comportamiento electroquímico de catalizadores soportados en xerogeles de carbono para DMFCs. <i>C. Alegre, R. Moliner, M.E. Gálvez, M.V. Martínez-Huerta, E. Pastor, M.J. Lázaro</i></p>

Martes, 11 de Mayo del 2010

	Estudio cinético de la oxidación de carbones obtenidos mediante pirolisis de polietileno de baja densidad. <i>N. Alonso-Morales, M. A. Gilarranz, F. Heras, S. Eser, J.J. Rodríguez</i>
	Estudio de los intermedios de reacción en la fotodegradación de fenol con carbones activados: adsorción y fotodescomposición. <i>L.F. Velasco, J.B. Parra, C.O. Ania, J.C. Lima, I.M. Fonseca</i>
	Utilización de carbones activados ácidos como catalizadores: síntesis de acetales. <i>D. Omenat Morán, C.J. Durán-Valle, A. B. Botet-Jiménez, M. A. Martínez-Cañas, F. J. Yuste-Córdoba.</i>
	Influencia de la química superficial del soporte en la actividad de los sistemas biocatalíticos enzima/material de carbono. <i>M. Quirós, A.B. García, M.A. Montes-Morán</i>
	Bio-líquidos iónicos soportados en materiales de carbono: aplicación como catalizadores en la reacción de adición de Michael. <i>P. Moriel, E. J. García-Suárez, A. B. García, M. A. Montes-Morán</i>
	Descomposición de 2-propanol sobre catalizadores de carbono ácidos y básicos. <i>J. Bedía, J.M. Rosas, D. Vera, J. Rodríguez-Mirasol, T. Cordero</i>
	Eliminación de tiocianatos mediante procesos de adsorción en residuos siderúrgicos. <i>N.V. Aguirre, C.O. Ania, M.A. Montes-Morán</i>
	Influencia de la química superficial de carbones activados en la adsorción de COVS. <i>A.J. Romero-Anaya, M.A. Lillo-Ródenas, A. Linares-Solano</i>
	Eliminación de diclofenaco en aguas residuales por adsorción en materiales carbonosos. <i>J.L. Sotelo, A. Rodríguez, M. Mestanza, S. Díez, J. García</i>
	Estudio de la adsorción competitiva de fluroxypyr y materia orgánica natural bajo condiciones estáticas y dinámicas. <i>M. V. López-Ramón, L. M. Pastrana-Martínez, C. Moreno-Castilla</i>
	Eliminación de contaminantes de origen farmacéutico mediante adsorción sobre carbón activo. <i>R. Ruiz-Rosas, F.J. García-Mateos, J. Rodríguez-Mirasol, T. Cordero</i>
	Cinética de adsorción de paracetamol en carbones activados dopados con hierro. <i>B. Ruiz, I. Cabrita, A.S.Mestre, J.B.Parra, A.P.Carvalho, C.O. Ania</i>
	SO5a. Aplicaciones medioambientales
16:00 - 16:15	Degradación de amitrol por oxidación con H ₂ O ₂ y reacción Fenton con una tela de carbón activado. <i>C. Moreno Castilla, M. A. Álvarez Merino, M. A. Fontecha Cámara, M. V. López Ramón, F. Carrasco Marín</i>
16:15 - 16:30	Ciclos de adsorción/regeneración de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos en carbones activados procedentes de neumático fuera de uso: simulación del proceso y validación experimental. <i>A. Aranda, R. Murillo, J.M. López, T. García, A.M. Mastral</i>
16:30 - 16:45	Estudio de procesos avanzados de oxidación y adsorción sobre carbones activados en la eliminación de microcontaminantes orgánicos procedentes de lixiviados. <i>M.M. Abdel daiem, J.D. Méndez-Díaz, J. Rivera-Utrilla, M. Sánchez-Polo</i>
16:45 - 17:00	Adsorción de amonio en solución acuosa sobre diferentes tipos de fibras de carbón activado. <i>R. Leyva-Ramos, J. E. Monsiváis-Rocha, R. M. Guerrero-Coronado, J. Mendoza-Barrón y M. S. Berber-Mendoza</i>
	SO5b. Nuevas formas de carbono. Otros
17:00 - 17:15	Preparación de grafenos por reducción química de óxido de grafeno: Efecto de distintos reductores. <i>M.J. Fernández-Merino, L. Guardia, J.I. Paredes, S. Villar-Rodil, P. Solís Fernández, A. Martínez-Alonso, J.M.D. Tascón</i>
17:15 - 17:30	Espumas de carbono dopadas con boro: grafitización y aplicación como ánodos en baterías de ión-litio. <i>E. Rodríguez, I. Cameán, R. García, A.B. García</i>
17:30 - 17:45	Nanomateriales compuestos basados en nanotubos de carbono de pared simple y resina epoxy trifuncional: unión no covalente con un copolímero de bloque. <i>J.M. González-Domínguez, A. Ansón-Casaos, A.M. Díez-Pascual, M. Naffakh, M.A. Gómez, M.T. Martínez</i>
17:45 - 18:00	Telas de carbón activado como soporte para el crecimiento de células madre. <i>J.J. López Peñalver, J.L. Linares, V. de Araujo Farías, M.V. López-Ramón, F.J. Oliver, C. Moreno-Castilla, J.M. Ruiz de Almodóvar</i>
18:00 - 18:15	Materiales compuestos de base carbono como nueva generación de disipadores de calor. <i>R. Prieto, J.M. Molina, J. Narciso, E. Louis</i>
18:15 - 18:30	Cenizas volantes de la combustión de biomasa forestal: Características y propiedades. <i>R. P. Girón, R. R. Gil, I. Suárez-Ruiz, B. Ruiz, A. B. García, E. Fuente</i>

Miércoles, 12 de Mayo del 2010

8:30 - 9:30	Oportunidades de investigación en dispositivos de almacenamiento y generación de electricidad para el vehículo híbrido enchufable. <i>Dr. Rafael Moliner</i>
	SO6. Captura de CO₂
9:30 - 9:45	Co-combustión de mezclas de carbón y biomasa en condiciones de oxicomustión. <i>L. Álvarez, J. Rianza, F. Rubiera, C. Pevida, J.J. Pis</i>
9:45 - 10:00	Desarrollo de adsorbentes carbonosos a partir de resinas fenol-formaldehído, para la captura de CO ₂ precombustión. <i>C.F. Martín, M. Martínez, T.A. Centeno, C. Pevida, J.J. Pis, F. Rubiera</i>
10:00 - 10:15	Desarrollo de transportadores sólidos de oxígeno de CuO para la combustión de sólidos con captura de CO ₂ en un proceso CLOU. <i>I. Adánez, A. Abad, P. Gayán</i>
10:15 - 10:30	Integración energética de una planta de captura de CO ₂ con CaO en una central térmica existente. <i>I. Martínez, R. Murillo, G. Grasa, J.C. Abanades</i>
10:30 - 10:45	Factores texturales que afectan al almacenamiento de CO ₂ en carbones activados. <i>J.P. Marco-Lozar, D. Cazorla-Amorós, A. Linares-Solano</i>
10:45 - 11:00	Estudio de la capacidad de sulfatación de sorbentes cálcicos en condiciones típicas de oxicomustión en lecho fluidizado. <i>A. Rufas, M. de las Obras-Loscertales, F. García-Labiano, L.F. de Diego</i>
11:00 - 11:30	Pausa café
	SO7a. Producción de H₂. Conversion del carbón
11:30 - 11:45	Materiales carbonosos para el reformado seco de metano asistido con microondas. <i>B. Fidalgo, A. Arenillas, J.A. Menéndez</i>
11:45 - 12:00	Producción de H ₂ con captura de CO ₂ por reformado de CH ₄ con transportadores sólidos de oxígeno. <i>M. A. Pans, M. Ortiz, P. Gayán, J. Adánez</i>
12:00 - 12:15	Producción a gran escala en un reactor de lecho rotatorio de hidrógeno y material carbonoso nanoestructurado de alto valor añadido. <i>R. Utrilla, J.L. Pinilla, I. Suelves, M.J. Lázaro, R. Moliner, A.B. García</i>
12:15 - 12:30	Aplicación de la metodología de superficies de respuesta para el estudio del efecto combinado de las variables de operación durante la gasificación a presión de carbon. <i>J. Feroso, M.V. Gil, F. Rubiera, J.J. Pis, C. Pevida</i>
	SO7b. Carbones activados
12:30 - 12:45	Modificación de la naturaleza química de un carbón activado mediante oxidación y tratamiento con propeno. <i>M. Gonçalves, M. Molina Sabio, F. Rodríguez Reinoso, A. Sepúlveda Escribano</i>
12:45 - 13:00	Control del desarrollo de porosidad en la activación de char de neumáticos mediante ciclos de quimisorción/desorción de oxígeno. <i>F. Heras, D. Jiménez, M.A. Gilarranz, N. Alonso, J.J. Rodríguez</i>
13:00 - 13:15	Efecto del Fósforo en la resistencia a la oxidación de carbones lignocelulósicos. <i>J. M. Rosas, R. Ruiz-Rosas, J. Rodríguez-Mirasol, T. Cordero</i>
13:15 - 13:30	Modelo macroscópico de activación de una fibra de carbono con diferentes agentes activantes. <i>M.J. Sánchez-Montero, J. Montero, M.A. De la Casa-Lillo, C. Izquierdo, N. Martín -Sánchez, F. Salvador</i>
13:30 - 15:00	Almuerzo
15:00 - 16:00	Sesión Posters 2
	Preparación de adsorbentes a partir de lodo de depuradora mediante activación con aire. <i>V.M. Monsalvo, I. Castro, A.F. Mohedano, J.J. Rodriguez</i>
	Hidrodechloración de diclorometano en fase gas con catalizadores Pt/CA. Efecto de las condiciones de preparación. <i>M. Martin-Martinez, M.A. Alvarez-Montero, L.M. Gomez-Sainero, S. Parres-Escalpez, A. Linares-Solano, J.J. Rodriguez</i>
	Determinación de especies de Hg en cenizas volantes mediante desorción a temperatura programada. <i>M.A. López-Antón, P. Abad-Valle, M. Díaz-Somoano, M.R. Martínez-Tarazona, R. Perry, M.M. Maroto-Valer</i>
	Activated carbons functionalized with thiol and sulfonic acid groups for catalytic wet peroxide oxidation. <i>H.T. Gomes, S.M. Miranda, M.J. Sampaio, A.M.T. Silva, J.L. Faria</i>
	Eliminación del surfactante dodecilbencensulfonato sódico mediante procesos de bioadsorción en carbones activados. <i>J.D. Méndez-Díaz, J. Rivera-Utrilla, M.I. Bautista-Toledo, M. Sánchez-Polo, M.A. Ferro-García</i>
	Materiales de carbón preparados mediante activación química de lodos biológicos y agentes aglomerantes para su aplicación en el tratamiento de aguas. <i>C. V. Gómez-Pacheco, J. Rivera-Utrilla, M. Sánchez-Polo, J. López-Peñalver</i>
	Tratamiento de efluentes industriales mediante un sistema modular basado en el uso simultáneo de ozono y carbón activado. <i>G. Prados-Joya, M.A. Ferro-García, J. Rivera-Utrilla, M. Sánchez-Polo, C. Gómez Merlo de la Fuente, I. Bautista-Toledo</i>

Miércoles, 12 de Mayo del 2010

	Procesos avanzados de oxidación, con la participación de carbón activado, para la eliminación de citarabina de las aguas. <i>R. Ocampo-Pérez, J. Rivera-Utrilla, M. Sánchez-Polo, C. V. Gómez-Pacheco, R. Leyva-Ramos</i>
	Variables que afectan a la retención de mercurio en los sistemas de desulfuración. <i>R. Ochoa-González, M. Díaz-Somoano, M. R. Martínez-Tarazona</i>
	Preparación de fotocatalizadores nanoestructurados de TiO ₂ e híbridos carbón/TiO ₂ . <i>M. Ouzzine, M.A. Lillo Ródenas, A. Linares Solano</i>
	Influencia de HCl y SO ₂ en la retención de mercurio en cenizas volantes. <i>P. Abad-Valle, M. Díaz-Somoano, M. R. Martínez-Tarazona</i>
	“Chares” de gasificación como sorbentes de mercurio. <i>A. Fuente Cuesta, M. Díaz-Somoano, M.A. López-Antón, M.R. Martínez-Tarazona</i>
	Empleo de carbones activos magnéticos para el tratamiento de aguas residuales industriales. <i>J.A. Zazo, G. Pliego, Z.M. de Pedro, N. Menendez, J.A. Casas, J.J. Rodriguez</i>
	Oxidación catalítica de Trinitrofenol en fase acuosa mediante carbón activado. <i>S. Morales-Torres, A.M.T. Silva, A.F. Pérez-Cadenas, J.L. Faria, F.J. Maldonado-Hódar, J.L. Figueiredo, F. Carrasco-Marín</i>
	Comportamiento de carbones activados dopados con nitrógeno derivados de polímeros esféricos. <i>J.P. Marco-Lozar, V.B. Strelko, A. Linares-Solano</i>
	Materiales adsorbentes/catalizadores a partir de cenizas volantes de biomasa forestal. <i>R. P. Girón, R. R. Gil, B. Ruiz, I. Suárez-Ruiz, A. Anfruns, C. Canals Batlle, M. J. Martín, E. Fuente</i>
	Preparación de materiales carbonosos a partir de goma de neumáticos fuera de uso. III. Adsorción de solutos en disolución acuosa. <i>M.F. Alexandre-Franco, C. Fernández-González, M. Alfaro-Domínguez, V. Gómez-Serrano</i>
	Estudio analítico y olfatométrico del proceso de adsorción multicomponente de compuestos causantes de olores. <i>A. Anfruns, C. Canals-Batlle, E. Vega, M.Poch, M.A. Montes-Morán, M.J. Martín</i>
	Desulfurización mediante adsorbentes de bajo coste obtenidos por pirolisis en microondas a partir de lodos de EDARs. <i>C. Canals-Batlle, M. J. Mediéro-Munoyerro, E. Lester, M.A. Montes-Moran, M. J. Martín</i>
	Modificación de un carbón inmaduro (leonardita) para la eliminación de arsénico de aguas contaminadas. <i>N. Torras-Melenchón, X. Gamisans –Noguera, M. Solé-Sardans, C. Lao-Luque</i>
	Utilización de carbones activados ácidos como adsorbentes en disolución. <i>A.B. Botet-Jiménez, C.J. Durán-Valle, A. Hernández-Fernández, M.A. Martínez-Cañas, D. Omenat-Morán</i>
	Estrategias para la regeneración de adsorbentes en procesos cíclicos de captura de CO ₂ . <i>S. García, S. Junco, M.G. Plaza, C.F. Martín, C. Pevida, F. Rubiera, J.J. Pis</i>
	Captura de CO ₂ postcombustión mediante adsorbentes tratados térmicamente con amoníaco. <i>M.G. Plaza, F. Rubiera, J.J. Pis, C. Pevida</i>
	Comportamiento de calizas dopadas con sales de potasio en ciclos de carbonatación. <i>B. González, J. Blamey, P. Fennell, J. Carlos Abanades</i>
	Desarrollo de transportadores de oxígeno basados en CuO con propiedades mejoradas para el proceso CLC - Chemical Looping Combustion. <i>C.R. Forero, J. Adánez, P. Gayán</i>
	Nuevos absorbentes de litio preparados a partir de cenizas volantes para captura de CO ₂ a altas temperaturas. <i>M. Olivares-Marín, T. C. Drage, M. Maroto-Valer</i>
	Retención de SO ₂ con sorbentes cálcicos durante la oxicomustión en lecho fluidizado. <i>M. de las Obras-Loscertales, A. Rufas, L.F. de Diego, F. García-Labiano</i>
	Un modelo de equilibrio de adsorción múltiple para describir la captura de CO ₂ en fibras de carbono activadas con agua supercrítica y vapour. <i>J. Montero, M. J. Sánchez-Montero, N. Martín Sánchez, C. Izquierdo, F. Salvador</i>
	Determinación de la liberación de CO ₂ en un suelo tratado con biochar. <i>G. Gascó, F. Guerrero, A. Gómez-Oviedo, A. Méndez</i>
	Efecto de las condiciones de desvolatilización sobre las propiedades y la reactividad de chars de carbones de distinto rango. <i>J. Feroso, E. Sáenz de Santa María, M.V. Gil, A.G. Borrego, C. Pevida, J.J. Pis, F. Rubiera</i>
	Ilmenita como transportador de oxígeno en Chemical Looping Combustion con carbon. <i>A. Cuadrat, A. Abad, J. Adánez</i>
	Almacenamiento de biomasa: influencia sobre las propiedades químicas y la combustibilidad de astillas de pino. <i>D. Casal, M.V. Gil, F. Rubiera, J.J. Pis, C. Pevida</i>

Miércoles, 12 de Mayo del 2010

	Co-combustión de mezclas de carbón y biomasa. <i>J. Rianza, L. Álvarez, C. Pevida, F. Rubiera, J.J. Pis</i>
	Co-combustión de carbón y biomasa: determinación de parámetros cinéticos. <i>M.V. Gil, D. Casal, C. Pevida, J.J. Pis, F. Rubiera</i>
	Influencia del tratamiento térmico del soporte en las propiedades de electrocatalizadores para pilas de combustible PEM. <i>L. Calvillo, J.C. Calderón, V. Celorrio, A.B. García, I. Cameán, E. Pastor, M.J. Lázaro</i>
	Reformado seco en microondas de gas de batería. <i>J.M. Bermúdez, B. Fidalgo, A. Arenillas, J.A. Menéndez</i>
	Nanopartículas de platino sobre nanofibras de carbono para pilas de combustible. <i>M.J. Lázaro D. Sebastián, I. Suelves, R. Moliner</i>
	Materiales grafiticos preparados a partir de inquemados de cenizas volantes: aplicación como ánodos en baterías de ión-litio. <i>I. Caméan, A.B. García</i>
	Aprovechamiento energético de la fracción condensable y gaseosa de la pirólisis de residuos sólidos de curtición vegetal. <i>R.R. Gil, R.P. Girón, B. Ruiz, M.J. Martín, E. Fuente, M.S. Lozano</i>
	Comparisons between oxy-fuel combustion and IGCC technologies in China coal- energy industry. <i>X. Zhao, C. Clemente-Jul</i>
	Oxidación local y global de láminas de grafeno químicamente modificadas. <i>P. Solís-Fernández, J.I. Paredes, S. Villar-Rodil, L. Guardia, M.J. Fernández-Merino, G. Dobrik, L.P. Biró, A. Martínez-Alonso, J.M.D. Tascón</i>
	Estudio del comportamiento térmico de materiales biocolagénicos y lignocelulósicos en relación con la industria del curtido. <i>R.R. Gil, R.P. Girón, M.S. Lozano, B. Ruiz, M. Montes-Morán, E. Fuente</i>
	Capacidad de protección de diferentes materiales de carbón frente al impacto de protones en misiones espaciales. <i>S. Navas, J.L. Navarro, Y. Morilla, D. Lozano-Castelló, S. Ibarria, J. García-López, S. Esteve, M. Cebollero, D. Cazorla-Amorós, A. Bueno-López</i>
	SO8a. Aplicaciones medioambientales
16:00 - 16:15	Filtros catalíticos Me/K (Me=Cu, Co, V)-Al ₂ O ₃ para la eliminación conjunta de hollín y NO _x generados en motores de ciclo diesel. <i>M.E. Gálvez, S. Ascaso, I. Suelves, R. Moliner, M.J. Lázaro</i>
16:15 - 16:30	Adsorción de aromáticos en disolución acuosa sobre carbones activos de lignina: Resultados de equilibrio y cinéticos. <i>L. M. Cotoruelo, M. D. Marqués, J. Rodríguez-Mirasol, J. J. Rodríguez, T. Cordero</i>
16:30 - 16:45	Nanofibras de carbón útiles como plantilla de nanotubos de TiO ₂ . <i>M. Ouzzine, M.A. Lillo Ródenas, A. Linares Solano</i>
16:45 - 17:00	Nitrate reduction catalyzed by Pd-Cu and Pt-Cu supported on different carbon materials. <i>O. Salomé, G.P. Soares, J. J.M. Órfão, M.F. R. Pereira</i>
17:00 - 17:15	Nuevos catalizadores para la oxidación catalítica de anilina en fase acuosa. <i>S. Morales-Torres, A.F. Pérez-Cadenas, J.L. Faria, F.J. Maldonado-Hódar, J.L. Figueiredo, F. Carrasco-Marín</i>
	SO8b. Aplicaciones energéticas
17:15 - 17:30	Indigo carmín como aditivo electroquímicamente activo para condensadores de doble capa eléctrica. <i>S. Roldán, C. Blanco, M.Granda, R. Menéndez, R. Santamaría</i>
17:30 - 17:45	Catalizadores de platino soportado sobre nanoespirales de carbono como electrocatalizadores para pilas de combustible de baja temperatura: efecto del soporte y del método de preparación. <i>V. Celorrio, L. Calvillo, E. Pastor, R. Moliner, M.J. Lázaro</i>
17:45 - 18:00	Electrocatalizadores soportados sobre nanofibras de carbono: modificación del soporte. <i>D. Sebastián, I. Suelves, R. Moliner, M.J. Lázaro</i>
18:00 - 18:15	Escalado del proceso de activación de fibras de carbón para el almacenamiento de hidrógeno. <i>M. Kunowsky, J.P. Marco-Lozar, D. Cazorla-Amorós, A. Linares-Solano</i>
20:00 - 23:30	Cena de clausura