





**Planta piloto de combustión de gas natural con transportadores sólidos de oxígeno, y transportadores sólidos de oxígeno de base níquel.**

### ***A.3) Oxidación de carbón en lecho fluidizado.***

En el proceso de oxidación el combustible (normalmente carbón) se quema con oxígeno puro diluido con gas recirculado, produciendo una corriente de gases a la salida del combustor con concentraciones elevadas de  $\text{CO}_2$  y reduciéndose apreciablemente el volumen de gases generados, lo que facilita notablemente la captura del  $\text{CO}_2$ . Los combustores de lecho fluidizado circulante son apropiados para este proceso y permiten además realizar la desulfuración dentro del propio reactor mediante la utilización de sorbentes cálcicos. En esta línea de investigación el grupo de Combustión y Gasificación pretende optimizar el proceso de retención de  $\text{SO}_2$  con sorbentes cálcicos durante la oxidación de carbón en lecho fluidizado.



**Instalación experimental de oxidación de carbón en lecho fluidizado burbujeante.**

## **B) Producción de H<sub>2</sub> con Captura de CO<sub>2</sub>.**

Una posible solución para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector del transporte es el uso de combustibles libres de carbono, como el H<sub>2</sub>. Actualmente la mayoría del H<sub>2</sub> se produce mediante reformado de gas natural, pero en este proceso se generan grandes cantidades de CO<sub>2</sub> que hay que capturar. Actualmente hay tecnologías de captura de CO<sub>2</sub> disponibles para su integración en los sistemas de producción de H<sub>2</sub>, pero los costes son demasiado elevados. En el Instituto de Carboquímica se están estudiando diferentes tecnologías que permitan obtener H<sub>2</sub> con menores costes de producción.

### **B.1) Producción de hidrógeno a partir de hidrocarburos ligeros con captura in situ de CO<sub>2</sub>.**

El grupo de Investigaciones Medioambientales está trabajando en el proceso de producción de H<sub>2</sub> mediante el reformado catalítico de gas natural y captura in situ del CO<sub>2</sub> producido con el objeto de obtener como producto principal del proceso y en una sola etapa una corriente de H<sub>2</sub> de una pureza superior al 95%. Al mismo tiempo se generará una corriente de CO<sub>2</sub> concentrada que será adecuada para su posterior purificación y almacenamiento. Por lo tanto, lo que se pretende es realizar en una sola etapa tanto el reformado catalítico del metano como la absorción del CO<sub>2</sub> generado.



**Instalación experimental para el estudio de captura de CO<sub>2</sub> en etapas de pre-combustión.  
Producción de H<sub>2</sub> a partir de hidrocarburos ligeros.**

### **B.2) Producción de hidrógeno mediante Chemical Looping Reforming.**

El grupo de Combustión y Gasificación está desarrollando el reformado de metano con transportadores sólidos de oxígeno, CLR, del inglés “Chemical-Looping Reforming”, que es una innovadora tecnología de producción de H<sub>2</sub> que reduce considerablemente los costes de captura de CO<sub>2</sub>. El concepto de reformado planteado está basado en la transferencia de oxígeno del aire al gas natural por medio de un transportador de oxígeno (TO) en forma de óxido metálico. En este proceso, el TO reacciona con mezclas CH<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>O para producir gas de síntesis que, tras la etapa de intercambio shift y posterior separación del H<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>, produce H<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> listo para almacenar. La ventaja principal de este proceso está en que el calor necesario para convertir el CH<sub>4</sub> en CO+H<sub>2</sub>, se suministra sin necesidad del costoso proceso de producción de O<sub>2</sub> del aire, sin mezcla del aire con el combustible carbonoso, y sin utilizar parte del H<sub>2</sub> producido en el proceso. Un aspecto importante a tener en cuenta en un sistema CLR es el balance de calor. La reacción de oxidación del metal a óxido metálico es muy exotérmica, sin embargo, las reacciones que tienen lugar en el reactor de reducción son endotérmicas. Así, el calor necesario para las reacciones de reducción endotérmicas es suministrado por los sólidos circulantes que llegan del reactor de oxidación a alta temperatura.



Vista frontal y posterior de la planta CLR en continuo de 1kWt.

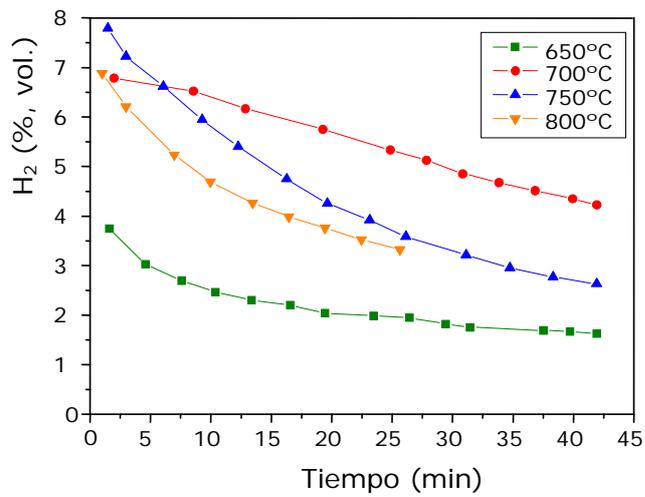
**B.3) Producción de hidrógeno y material carbonoso nanoestructurado por Descomposición Catalítica de Gas Natural e Hidrocarburos Residuales.**

El objetivo de esta línea desarrollada por el grupo de Conversión de Combustibles es la producción de hidrógeno y mezclas de metano-hidrógeno capaces de ser alimentadas a una pila de combustible en caso del hidrógeno de alta pureza o a un motor de combustión para las mezclas. Además de los productos gaseosos, se obtienen nanoestructuras carbonosas con elevado valor añadido. La investigación aborda tanto la preparación de los catalizadores como la evaluación de su influencia sobre los rendimientos de hidrógeno y las características el material carbonoso producido.



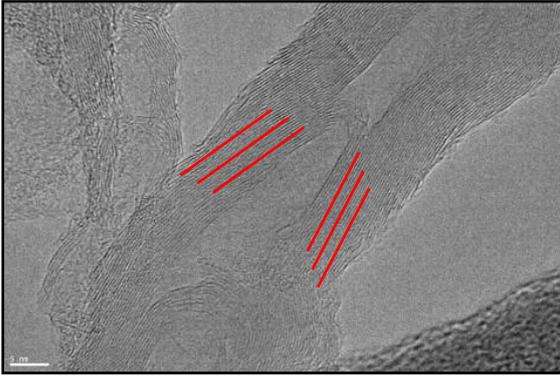


Dispositivo de lecho fluidizado continuo

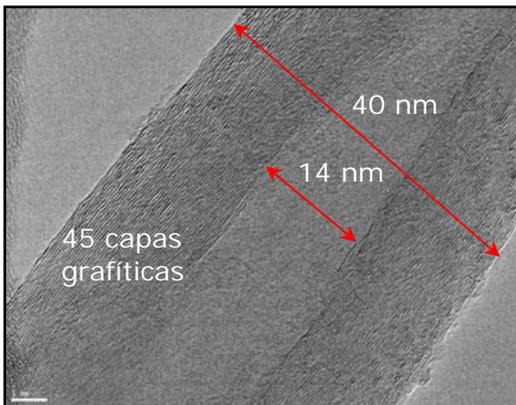


Producción de hidrógeno a diferentes temperaturas (NiCuAl)

Utilizando catalizadores de Ni se obtienen nanofibras tipo *fishbone*, en las cuales los planos gráficos presentan cierta inclinación respecto al eje longitudinal.



Con los catalizadores basados en Fe, es posible trabajar a mayores temperaturas de operación, obteniéndose nanotubos de carbono de pared múltiple, con diámetros en torno a 40 nm y 45 capas de grafenos.

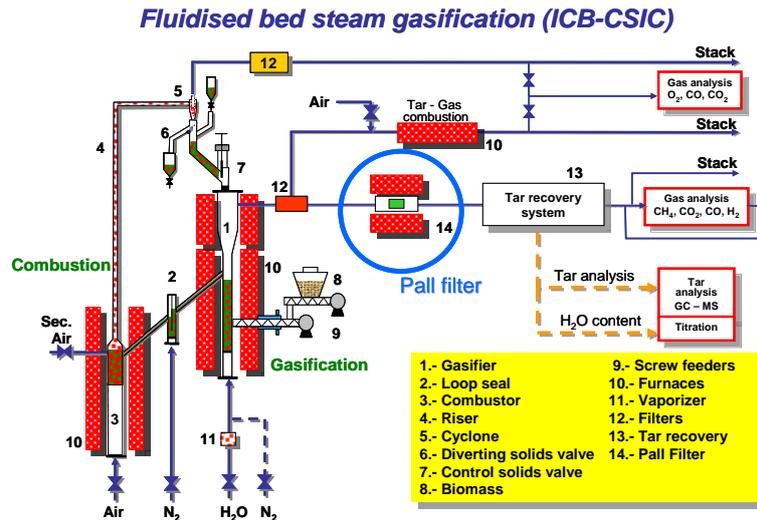


Los materiales carbonosos obtenidos se están ensayando como aditivos de materiales compuestos con conductividad eléctrica mejorada y como precursores de grafitos sintéticos para aplicaciones energéticas.

### **C) Valorización de residuos mediante procesos termoquímicos.**

#### ***C.1) Desarrollo de gasificadores con craqueo in situ de alquitranes.***

El grupo de Combustión y Gasificación del ICB participa en el desarrollo de un nuevo diseño de gasificador compacto que utiliza biomasa como combustible. El nuevo diseño integra en un único reactor el sistema de gasificación de lecho fluidizado, el sistema de limpieza de gases en caliente y el sistema de acondicionamiento de gas, con el fin de obtener un gas de síntesis de alta pureza que puede ser utilizado directamente en pequeñas y medianas centrales de ciclo combinado. La parte más importante del diseño se basa en la utilización de un filtro catalítico, producido por la empresa alemana Pall Schumacher, que craquea los alquitranes generados en el proceso de gasificación.



Esquema de la instalación experimental de gasificación en continuo diseñada para analizar el comportamiento de filtros catalíticos.

**C.2) Tratamiento de residuos no biodegradables y de biomasa mediante procesos termoquímicos (termólisis y gasificación) para la obtención de energía y subproductos de alto valor añadido.**

El grupo de Investigaciones Medioambientales lleva a cabo la revalorización energética y material tanto de residuos no biodegradables como de biomasa agrícola y forestal. Para ello se ha implementado un proceso de termólisis en el que de una manera sencilla se pueden producir líquidos como el bioaceite que posteriormente se utiliza en motores térmicos para generar electricidad. Además, también se ha investigado la incorporación de una etapa de reformado tras el reactor de termólisis para la producción de un gas combustible a partir del material desvolatilizado que sea susceptible de ser utilizado en motores de gas.



Planta piloto para Pirólisis y Gasificación de Biomasa o Neumático

**D) Evaluación, control y modelización de contaminantes emitidos en procesos de generación de energía y en medios de transporte.**

**D.1) Desarrollo de tecnologías avanzadas para la concentración/destrucción de compuestos orgánicos atmosféricos de alta toxicidad en procesos de generación de energía.**

El grupo de Investigaciones Medioambientales ha desarrollado, modelado y comprobado experimentalmente un proceso basado en ciclos de adsorción-desorción y posterior oxidación catalítica de contaminantes orgánicos volátiles como los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH). Esto se lleva a

cabo produciendo nuevos adsorbentes y nuevos catalizadores, desarrollando programas informáticos para el modelado y simulación del proceso de activación de materiales carbonosos así como utilizando programas comerciales para la simulación de los ciclos de adsorción-desorción de contaminantes.

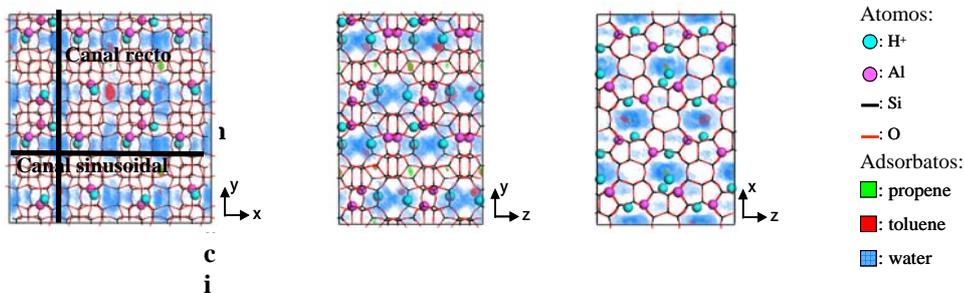


**Reactor de lecho fijo para realizar pruebas de oxidación catalítica de contaminantes orgánicos volátiles sobre carbones activados impregnados con diferentes catalizadores**

**D.2) Reducción de emisiones de compuestos orgánicos volátiles en vehículos ligeros mediante procesos de adsorción y destrucción (foto)catalítica.**

El grupo de Investigaciones Medioambientales está estudiando los factores críticos que debe cumplir toda trampa de hidrocarburos para reducir el impacto medioambiental de los motores de gasolina con catalizadores de tres vías durante el “arranque en frío”. El funcionamiento de estos sistemas se basa en la retención de los hidrocarburos hasta que el catalizador de tres vías ha alcanzado su temperatura de “encendido”. Dada la complejidad de encontrar materiales adecuados para esta aplicación, se utilizan herramientas de simulación molecular para diseñar materiales óptimos.

Por otra parte, nuestro grupo de investigación estudia realizar una modificación en el actual sistema de control de emisiones evaporativas sustituyendo el carbón activado que se emplea actualmente por un nuevo material compuesto formado por un carbón activado y un fotocatalizador.



**Simulación molecular de procesos de adsorción de mezclas de gases en materiales porosos como zeolitas intercambiadas. En las figuras aparece la estructura zeolítica MFI.**

**D.3) Monitorización y modelización de la contaminación atmosférica: materia particulada (PM), hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH) y elementos traza.**

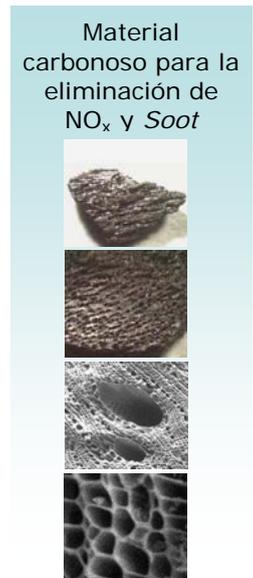
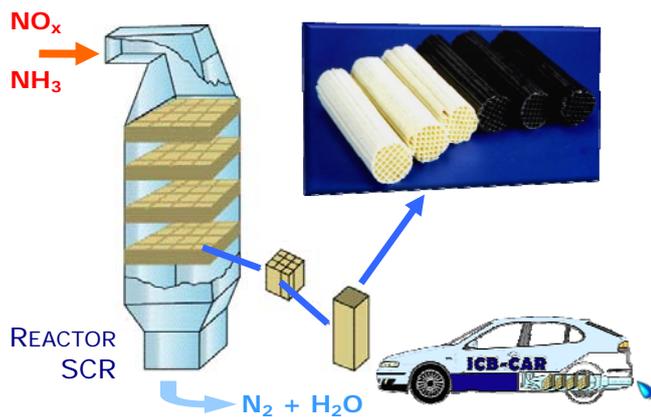
En el grupo de Investigaciones Medioambientales, se está llevando a cabo la monitorización de la materia particulada atmosférica cuantificando tanto el componente orgánico (PAH) como el inorgánico (elementos traza, iones) de la misma. Mediante la aplicación de herramientas estadísticas multivariantes y modelos de receptor se pretenden esclarecer las principales fuentes naturales y antropogénicas que originan estos contaminantes, la contribución de las mismas para finalmente realizar su modelado con el objeto de controlar y evitar posibles situaciones de riesgo para la salud humana.



Muestreador de alto volumen, (Graseby Andersen GMW Model 1200) equipado con un cabezal de corte para materia particulada de diámetro aerodinámico de partícula menor o igual a 10 micras (PM10).

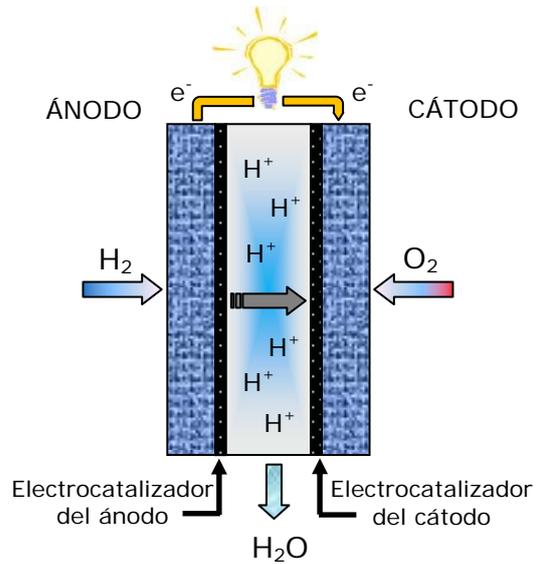
**E) Desarrollo de catalizadores para la reducción de emisiones de NO<sub>x</sub> y Soot:**

El objetivo general de esta línea de investigación desarrollada por el grupo de Conversión de Combustibles es eliminar catalíticamente contaminantes de gases de combustión como NO<sub>x</sub> y soot. Para ello, se estudia la preparación, caracterización y viabilidad de catalizadores carbonosos-multimetálicos estructurados soportados para la eliminación de NO<sub>x</sub>, de forma continua en un régimen de operación mediante Reducción Selectiva Catalítica empleando un agente externo a baja temperatura, para su aplicación tanto a fuentes estacionarias y móviles. La novedad radica en el uso de soportes carbonosos, con propiedades texturales modulables, de baja inercia química y de bajo coste.

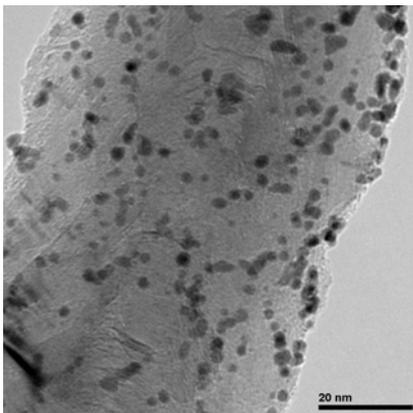


**F) Preparación de electrocatalizadores soportados sobre materiales avanzados de carbono para pilas de combustible.**

El objetivo de esta línea desarrollada por el grupo de Conversión de Combustibles es preparar electrocatalizadores para pilas de combustible poliméricas y de alcoholes basados en nuevos soportes carbonosos con el objetivo de disminuir la cantidad de Pt manteniendo o aumentando la actividad tanto en medio ácido como alcalino.



Se está optimizando tanto el soporte carbonoso como el método de deposición del Pt para obtener catalizadores más eficientes que el catalizador comercial.



Pt depositado en nanofibras de carbono.