

# Co-combustión y gasificación

## ALTERNATIVAS PARA LA DISMINUCIÓN DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub> EN INSTALACIONES DE COMBUSTIÓN

**Ricardo ARJONA ANTOLÍN**  
*Dpto. de Ingeniería de Proyectos*  
*INERCO, S.A.*

### Introducción

INERCO está involucrada en diversos proyectos para implementar vías de aprovechamiento de la biomasa en colaboración con generadores de energía, productores de biomasa y administraciones. Para ello, INERCO cuenta con más de 20 años de experiencia en el campo de la ingeniería y consultoría, llevando a cabo, entre otras actividades, proyectos de construcción, optimización y mejora de plantas de generación de energía, así como los servicios necesarios para la tramitación de todos los permisos necesarios para la puesta en marcha y funcionamiento de estas instalaciones.

En este artículo se realiza una descripción breve, utilizando como base la información procedente de las actividades que INERCO está realizando dentro de su línea de Energías Renovables y aprovechando su experiencia en gasificación tras el desarrollo de un equipo piloto de 150 kW, de dos sistemas de aprovechamiento energético de la biomasa:

- \* la co-combustión, y
- \* la gasificación más co-combustión.

En el mismo se presentan las ventajas y e inconvenientes de cada una de estas tecnologías.

### La biomasa como recurso energético

El empleo de biomasa como fuente primaria de energía es uno de los objetivos que persiguen los

distintos planes energéticos realizados por organismos europeos, nacionales, autonómicos y locales. Dicho objetivo se fija con objeto de alcanzar diversas mejoras en distintos aspectos relacionados con el empleo de fuentes renovables, tanto ambientales como socioeconómicas.

Sin embargo, el desarrollo de la biomasa como recurso energético se encuentra con problemas intrínsecos a sus características:

- \* Gran variabilidad de propiedades entre distintos tipos de biomasa.
- \* Baja densidad energética, que incrementa los costes asociados a su transporte.
- \* Dificultades de acondicionamiento a las características requeridas por equipos de aprovechamiento energético.
- \* Disponibilidad limitada y estacionalidad en su producción.
- \* Las tecnologías para su aprovechamiento no están tan maduras como las disponibles para el empleo de combustibles fósiles.

Por tanto, el empleo de biomasa como fuente de energía primaria está muy influenciado por sus características, que limitan el tamaño de plantas, impidiendo el aprovechamiento de las ventajas asociadas a la economía de escala. Parte de estos inconvenientes se pueden superar con el empleo de tecnologías que sean poco sensibles al tamaño de planta, como la gasificación y posterior empleo del

gas en turbinas o en motores de combustión interna. Sin embargo estas tecnologías están poco maduras y aún requieren un desarrollo importante para llegar a desarrollarse comercialmente.

El empleo de la biomasa sustituyendo parte del combustible fósil en hornos y calderas industriales es otra de las alternativas que pueden favorecer su aprovechamiento con rendimientos elevados. El desarrollo de esta opción se ha limitado hasta el momento a la realización de ensayos, ya que no había incentivos suficientes para justificar la extensión de este uso conjunto de forma generalizada. La necesidad de limitar las emisiones de CO<sub>2</sub> para cumplir los compromisos adquiridos en Kyoto constituye un claro incentivo a la extensión del uso de la biomasa en todas las variantes posibles, y su empleo en hornos y calderas de combustible convencional sustituyendo parte del combustible fósil es una de las alternativas más prometedoras en este sentido.

### Co-Combustión

La co-combustión es una opción en la que parte del combustible fósil empleado en una caldera o central térmica se sustituye por biomasa. Esta es una opción prometedora ya que permite su aprovechamiento en ciclos de elevada eficiencia y con mejoras adicionales en las características de las emisiones generadas.

Las principales ventajas asociadas al empleo de la co-combustión son:

- \* Reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> debido fundamentalmente a la sustitución de parte del combustible fósil por biomasa, cuyas emisiones se consideran neutras en lo referente al CO<sub>2</sub> emitido.
- \* Disminución importante de las emisiones de SO<sub>2</sub> por el bajo contenido en azufre que generalmente tiene la biomasa.
- \* Disminución en las emisiones de NO<sub>x</sub> gracias a tres factores fundamentales:
  - Bajo contenido en nitrógeno de la biomasa.
  - Incremento del contenido en volátiles del combustible.
  - Disminución de la temperatura de llama.
- \* Adicionalmente es posible reducir aún más las emisiones de NO<sub>x</sub> si se acude a medidas complementarias que favorezcan el empleo de la biomasa como combustible de *reburning*, ya que su elevado contenido en volátiles y elevada reactividad la hacen especialmente interesante para esta aplicación.

Sin embargo la co-combustión no está exenta de dificultades asociadas a distintas etapas del proceso y provoca inconvenientes en la operación de la caldera que es necesario prever:

- \* Dificultades en los sistemas de alimentación y molinos debido a su estructura fibrosa, característica típica de la biomasa.
- \* La granulometría alimentada a la caldera se ve incrementada en gruesos debido a la mala molturabilidad de la biomasa.
- \* Esta mayor proporción de gruesos puede afectar a la eficiencia de la caldera.
- \* La humedad del combustible se incrementa, por lo que es necesario sobredimensionar los sistemas de depuración y la capacidad de los ventiladores de tiro inducido.
- \* El ensuciamiento en la caldera se puede acelerar, y sobre todo es posible que aumente la tenacidad de los depósitos debido a

la menor temperatura de fusión de las cenizas de biomasa. Es necesario ser cuidadoso si se alimenta biomasa con elevados contenidos en álcalis y/o cloro.

- \* Si la proporción de biomasa en la mezcla es elevada, el contenido en inquemados en las cenizas puede crecer, aunque manteniendo la proporción de biomasa por debajo del 10% en peso (por debajo del 5% del aporte energético a la caldera) los inquemados se mantienen por debajo del 5% en peso (especificación de los fabricantes de hormigón).

Parte de estos inconvenientes se pueden paliar si los sistemas de alimentación de combustible fósil y biomasa son diferentes y esta última se introduce mediante quemadores específicos.

En definitiva, la co-combustión es una opción adecuada para disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> en hornos y calderas de combustible fósil, pero la proporción de biomasa debe mantenerse por debajo del 5% si se alimenta de forma conjunta con el combustible original, pudiendo aumentarse dicha proporción hasta el 10% si se alimenta mediante sistemas diferenciados, aunque en este último caso la inversión que se requiere es muy superior.

## Gasificación y co-combustión

Otra posibilidad de sustituir parte del combustible fósil por un combustible biomásico es su gasificación previa, alimentando de este modo un combustible exento de cenizas.

La gasificación consiste en un proceso termoquímico en el que la biomasa se transforma en un gas de bajo poder calorífico. Generalmente se lleva a cabo en reactores de lecho fijo para potencias inferiores a 1-5 MWth y de lecho fluidizado para potencias superiores.

Se han realizado ensayos en plantas de demostración, con sustitución por biomasa gasificada de entre el 15 y el 30% de la energía consumida, con los siguientes resultados en los gases de salida de la central:

- \* Las emisiones de NO<sub>x</sub> disminuyen del orden de 10 mg/MJ.
- \* Las emisiones de SO<sub>2</sub> disminuyen entre 20 y 25 mg/MJ.
- \* Las emisiones de HCl se incrementan del orden de 5 mg/MJ.
- \* Las emisiones de CO no cambian apreciablemente.
- \* Las partículas disminuyen en los gases de escape en 15 mg/Nm<sup>3</sup>.
- \* No se observan cambios en las emisiones de dioxinas, furanos, PAH, bencenos y fenoles.

## Conclusiones

La gasificación y posterior co-combustión presenta ventajas importantes frente a la co-combustión debido fundamentalmente a que las dificultades asociadas al empleo de biomasa se trasladan al gasificador, equipo mucho más flexible que la caldera y que admite variaciones importantes en las características de la biomasa.

Además las cenizas de ambos procesos se obtienen de forma separada, y aunque las cenizas de gasificación presentan niveles de inquemados elevados, las cenizas de caldera no se ven afectadas de forma apreciable, ya que tan sólo entre el 3 y el 5% de las cenizas en los gases de salida de caldera provienen de la gasificación. Por tanto los usos a que se pueden destinar estas cenizas son los habituales en plantas de carbón.

La gasificación previa de la biomasa presenta, por tanto, aspectos prometedores que la hacen objeto de desarrollos futuros destinados a sustituir parte del aporte energético en hornos y calderas de combustible fósil por combustibles biomásicos o residuales.

INERCO está avanzando en el desarrollo de una tecnología para gasificar biomasa y emplear el gas generado en calderas y hornos de combustible fósil, para lo cual va a construir y operar una planta de demostración asociada a una caldera industrial como paso previo a su comercialización. El diseño de esta planta se basa en una planta piloto de gasificación (150 kW) que se ha operado con éxito empleando numerosos tipos de biomasa como alimentación.