



Jornadas Técnicas de Ciencias Ambientales

Título

ENERGÍA DE LA BIOMASA

Área

ENERGÍA Y ATMÓSFERA

Autor

RAFAEL BEN PENDONES

Institución





RAFAEL BEN PENDONES : benpr@inta.es

MASTER EN ENERGÍAS RENOVABLES Y MERCADO ENERGÉTICO

Escuela de Organización Industrial

INGENIERO QUÍMICO.

Universidad de Oviedo



EXPERIENCIA PROFESIONAL:

Actualmente: **INTA** - Hidrógeno y Pilas de Combustible

EHN - Bioetanol

CO₂ Solutions – Consultoría Cambio Climático

SINAE - Combustión y Gasificación de Biomasa

Socio colaborador de **ADABE** (Asociación para la Difusión de las Aplicaciones de la Biomasa en España)



1. BIOMASA: FUENTE ENERGÉTICA

El término *biomasa* se aplica a todo compuesto orgánico de origen inmediato, animal o vegetal, en su forma natural o transformación artificial.

Se trata de una energía renovable que no se agota: la energía solar se acumula, gracias a la fotosíntesis, en energía química, luego utilizable para generar calor, electricidad o para el sector transporte.

Si utilizamos la biomasa eficientemente, el oxígeno de la atmósfera se combina con el carbono de las plantas para producir CO₂ y H₂O. El proceso es cíclico y el balance de CO₂ neutro porque éste es absorbido de nuevo por la biomasa en su crecimiento.

La biomasa cubre aproximadamente el 14% de las necesidades energéticas mundiales. En los países industrializados, sin embargo, sólo cubre de media el 3% de la energía primaria, con la excepción de los países nórdicos europeos, donde su utilización para producción de calor en centrales avanzadas es bastante común. Los países en vías de desarrollo cubren con biomasa, en este caso con consumo tradicional de leña, un 38% de su demanda energética. En algunos países de África, por ejemplo, este porcentaje se eleva al 90%

Respecto a su uso en el mundo, el 75% es doméstico tradicional y el 25% un uso industrial.

Actualmente, el consumo de biomasa tiene un consumo creciente enfocado a una utilización con tecnologías eficientes.

Tabla 1. CONSUMO DE COMBUSTIBLES Y DESECHOS RENOVABLES ESPAÑA 2001

Fuente: IDAE (M^o Economía)

1 tep = 10⁷ kcal = 4,48 * 10⁷ kJ = 4.48 MWh (asumiendo 36% de rendimiento)

Fuente de Energía	ktep	% 2001	Objetivo 2010 ktep
Biomasa	3.678	44,4	9.645
R.S.U.	279	3,6	683
Biogás	134	1,6	150
Biocarburantes	51	0,6	500

2. TIPOS DE BIOMASA

Las diferentes materias primas biomásicas pueden clasificarse de la siguiente manera:

CULTIVOS ENERGÉTICOS HERBÁCEOS (cardo, patata) Y *LEÑOSOS* (cultivos de corta rotación, como chopo y sauce). De la misma manera que a lo largo de la historia se han ido seleccionando cultivos orientados a la alimentación de la humanidad, debe hacerse una selección de cultivos específicos para su aprovechamiento como fuente energética. La plantación de estos cultivos en tierras de retirada (10 millones de ha en la Unión Europea y 1,5 millones de ha en España) está subvencionada por la Política Agraria Comunitaria (PAC)

RESIDUOS FORESTALES: Derivados de limpieza de bosques y de residuos de plantaciones. Esta labor, además, reduce las plagas y la posibilidad de incendios.

RESIDUOS DE INDUSTRIAS MADERERAS: Ramas, copas, hojas, corteza, raíces, costeros, recortes, virutas y serrines

RESIDUOS DE ACTIVIDADES AGRÍCOLAS: Residuos de podas de olivo y árboles frutales, paja de cereales, residuos del algodón, champiñón, etc.



RESIDUOS DE INDUSTRIAS AGROALIMENTARIAS: Industria del aceite de oliva (orujillo y alperujo), bagazo de caña de azúcar, cascarilla de arroz y de almendra.

Tabla 2. PREVISIONES ENERGÉTICAS POR ORIGEN Y APLICACIÓN DE LA BIOMASA (Incrementos de producción 1999-2010)

Fuente: IDAE, hipótesis expansiva

Producción	ktep
Residuos forestales (150.000 ha/año * 3 tep/ha/año)	450
Residuos agrícolas leñosos (875.000 ha * 1,5 t/ha * 0,26 tep/t)	350
Residuos agrícolas herbáceos (1.350.000 ha * 3,6 t/ha * 0,28 tep/t)	1.350
Residuos industrias forestales y agrícolas	500
Cultivos energéticos	3.350
Total	6.000

3. EJEMPLOS DE APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DE LA BIOMASA EN ESPAÑA

3.1 SANGÜESA, COMBUSTIÓN DE PAJA DE CEREAL: GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD

Esta central de producción eléctrica de la provincia de Navarra entrega 25 MW eléctricos netos a la red. Se alimenta exclusivamente de paja necesitando 160.000 toneladas al año, lo que representa 45 camiones diarios. Para un futuro se plantea que esta flota de trailers funcione con biodiesel, para que el ciclo total sea limpio. De momento ya evita 200.000 Tm/año de CO₂, que se emitirían a la atmósfera si esta electricidad fuera producida por centrales térmicas de carbón.

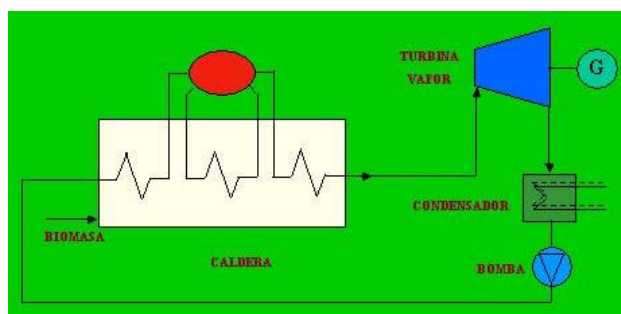


Imagen 1. Esquema de la producción eléctrica de biomasa mediante combustión

Fuente: Forestam

La caldera que se emplea es de tipo parrilla refrigerada por agua. El desafío tecnológico que debe acometer la producción eléctrica de biomasa es el de comenzar a emplear tecnologías avanzadas de conversión termoquímica, como combustión en lecho fluido, gasificación y pirólisis. Estas tecnologías aumentan el rendimiento además de reducir las emisiones.



3.2 CUÉLLAR, DISTRICT HEATING: GENERACIÓN DE CALOR

El sistema centralizado implantado en Cuellar (Segovia) tiene los siguientes elementos:

- Central Térmica, alimentada con biomasa
- Red de distribución, que está formada por tuberías de ida y retorno y que transportan el agua calentada en la central térmica a los puntos de consumo
- Sistemas de interconexión de la red de calefacción con los elementos de consumo del usuario

La red está formada por un sistema doble de tuberías preaisladas y calorifugadas de diferentes diámetros, adecuados a las necesidades de cada punto de consumo. Las tuberías que transportan el agua caliente se denominan de ida y las que vuelven a la central, de retorno.

Todos los usuarios se conectan a red en paralelo, disponiendo de las mismas condiciones de suministro. La central fue construida en 1999.

Las características técnicas de la central son las siguientes:

Potencia térmica bruta (kcal/h): 4.500.000 + 600.000

Vida útil (años): 20

Biomasa forestal consumida: 2.300 t/año (644 tep/año) → 0.28 tep/t

Condiciones suministro agua: 85-90 °c

Condiciones retorno agua: 75-80 °c

Caudal medio: 201 m³ /h

Longitud red: 2.500 metros

Rendimiento transformación: 56,4%

Rendimiento transporte: 95,0%

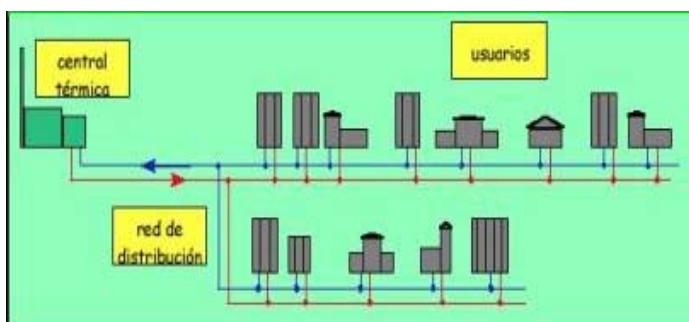


Imagen 2: Esquema de la red de distribución de agua caliente y calefacción

Fuente: IDAE - CCOO

3.3 CARTAGENA, BIOETANOL: CARBURANTE PARA VEHÍCULOS DE GASOLINA

La materia prima empleada son 300.000 t/a de grano de cebada y trigo con 60% aproximadamente de almidón. La producción asciende a 100 millones de litros al año de bioetanol y 120.000 t DDGS (interesante subproducto para pienso de animales). El bioetanol puede mezclarse con la gasolina hasta en un 20% aproximadamente sin necesidad de modificar los motores. Otra posibilidad es transformarlo a ETBE, compuesto oxigenado sustitutivo del actualmente utilizado Tetraetilo de Plomo, y que sirve para aumentar el índice de octano de la gasolina.

La fábrica es también un ejemplo de cogeneración industrial. Una planta de energía alimentada por gas aporta todas las necesidades de calor de la planta más 180.000 MWh/año (70% exportados a la red).



El proceso de transformación de grano de cereal a bioetanol consta de los siguientes pasos fundamentales:

- 1) Recepción de grano y molienda
- 2) Sacarificación del almidón y fermentación a etanol
- 3) Destilación del etanol y deshidratación del mismo.

El futuro de la producción de bioetanol pasa por el empleo de biomásas lignocelulósicas, que representarán una materia prima más barata no ligada al mercado alimentario.



Imagen 3: Detalle de las torres de destilación

Fuente: Infopower

3.4 ALCALÁ DE HENARES, BIODIESEL: CARBURANTE PARA VEHÍCULOS DIESEL

En esta planta se transformarán aceites de fritura en un producto que puede sustituir al gasóleo hasta en el 100%. La producción de este biodiesel será de 5000 ton/año.

El balance de materias primas y productos es el siguiente:

21 kg aceite fritura + 4 kg metanol → 19 kg biodiesel + 3,5 kg glicerina

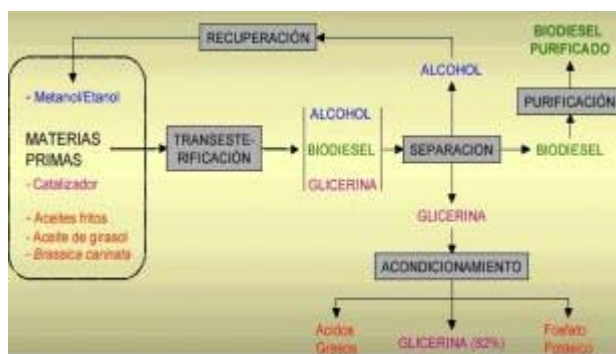


Imagen 4: Esquema del proceso de producción

Fuente: IDAE – CCOO

La directiva europea sobre biocarburantes marca un objetivo orientativo de alcanzar mediante bioetanol y biodiesel un 5,75% de sustitución de combustibles para automoción en 2010.



En España, Cataluña ha sido pionera en la instalación de surtidores de biodiesel, encontrándose ya 21 gasolineras donde puede repostarse este biocarburante.

3.5 PINTO Y VALDEMINGÓMEZ, BIOGÁS

En la planta de Pinto (Madrid) se tratan 140.000 ton de residuos anualmente. Mediante el proceso explicado abajo se obtienen, en motores de gas que suman una potencia de 15,5 megavatios, 117.730 MWh al año, equivalente al consumo eléctrico de 40.000 viviendas

- 1) Eliminación de fracción reutilizable (papel, cartón, vidrio, metales, plásticos)
- 2) Fermentación de materia orgánica en ausencia de oxígeno → BIOGÁS
- 3) Posterior mezclado con biogás del vertedero, extraído mediante perforaciones verticales

Otro vertedero de la Comunidad de Madrid, Valdemingómez, ha terminado su vida útil recientemente y ha sido sellado, reforestándose la zona en un proyecto de recuperación integral. Durante 23 años se han acumulado 21 millones de ton de residuos y durante los próximos 19 años se procederá a su desgasificación para aprovechar el contenido energético del biogás (50-70% metano, componente mayoritario del gas natural). En 2003 se alcanzará una producción máxima de 10.000 m³ biogás/hora y se alcanzará una producción eléctrica equivalente al consumo anual de Madrid en alumbrado público. En total se aprovecharán 536 millones de m³ entre 2002 y 2019.



Imagen 5: Vista del vertedero de Valdemingómez ya sellado

Fuente: Revista Energías Renovables

4. CONDICIONANTES DE LA BIOMASA

- Baja densidad energética y poder calorífico dependientes de la humedad (densificación costosa como briquetas o pellets)
- Depende del precio de los combustibles convencionales
- Adaptación a la disponibilidad y uso tradicional del recurso
- El coste en transporte y logística puede ser muy significativo.
- Tamaño óptimo de las plantas de biomasa para la producción de electricidad no definido, existiendo proyectos que van desde los 3 MWe hasta los 25 MWe. La eficiencia energética y los costes específicos de una planta grande son mejores a los de una planta pequeñas, ahora bien, los riesgos son mucho mayores.



5. NECESIDADES DE LA BIOMASA

- Mayor implicación de las administraciones competentes: Agricultura, Medioambiente, Industria y Hacienda.
- Escenario más favorable para la promoción de proyectos de plantas de generación eléctrica con biomasa –primas, subvenciones a la inversión, exenciones fiscales, etc.
- Más facilidad para obtener financiación (hasta ahora los bancos obligan a los promotores a suscribir contratos a largo plazo con los propietarios de la biomasa para garantizar un suministro estable)
- Los agricultores deberían pagar por la gestión de sus residuos, pero también es necesario que los agricultores perciban algunos ingresos por la valorización de sus residuos
- Estandarización y normalización de los biocombustibles en lo que humedad y PCI se refiere

6. ¿POR QUÉ BIOMASA?

- Es una fuente renovable: No consume recursos naturales, si se explota de una manera sostenible
- Crea riqueza en zonas rurales. Creación de empleos directos e indirectos (se estima que unos 30.000 hasta 2010, si se cumplen los objetivos del Plan de Fomento de las Energías Renovables)
- Potencia labores forestales y agrarias. Evita quema en campos y posibles enfermedades.
- Cultivos energéticos: Disminuye el abandono de tierras.
- Residuos industria agroalimentaria: eliminación problema medioambiental.
- Independencia energética a nivel nacional y local.
- Mínimas emisiones gaseosas:
 - SO₂: Mínimo. Combustible con bajo contenido en azufre
 - NO_x: Mínimo. Baja temperatura de combustión
 - CO₂: Neutro teniendo en cuenta el ciclo de CO₂

7. WEBS DE REFERENCIA

www.idae.es
www.energías-renovables.com
www.agores.org
www.bioheat.info
www.eufores.org
www.eren.doe.gov
www.iea.org
www.afdc.nrel.gov
www.biodiesel.org
www.ott.doe.gov/biofuels

