



ÁREA TECNOLÓGICA: BIOMASA Y RESIDUOS



Mapa Tecnológico: Calor y Frío Renovables

Observatorio Tecnológico de la Energía

jueves, 26 de enero de 2012

Contenido

1.	Descripción técnica	4
1.1.	Descripción del sector de la biomasa	5
1.2.	Situación de la biomasa	6
1.2.1.	Situación a nivel mundial	6
1.2.2.	Situación en la Unión Europea	7
1.2.3.	Situación en España	7
1.3.	Materias primas	8
1.3.1.	Pellets	8
1.3.1.1.	Proceso de producción de pellets	9
1.3.1.2.	Tipos de instalaciones con pellets	10
1.3.1.3.	Ventajas de los pellets	10
1.3.2.	Briquetas	11
1.4.	Gasificación de residuos biomásicos	12
1.4.1.	Tecnologías de gasificación	13
1.5.	Calderas de condensación de biomasa	17
1.5.1.	Calderas de pellets	18
1.5.1.1.	Comparativa económica con otros combustibles	18
1.5.2.	Calderas policombustibles	19
2.	Biocombustibles	20
2.1.	Biodiesel	20
2.1.1.	Descripción general	20
2.1.2.	Situación actual y evolución	21
2.1.3.	Materias primas	22
2.1.4.	Tecnologías de conversión	22
2.2.	Bioetanol	23
2.2.1.	Descripción general	23
2.2.2.	Situación actual y evolución	23
2.2.3.	Materias primas	24

3.	Cogeneración.....	25
3.1.	Trigeneración con biomasa	26
4.	Refrigeración por absorción	27
5.	Plan Energías Renovables 2011-2020.....	28
6.	Ventajas de la biomasa.....	28
7.	Energía Solar y Biomasa	29
8.	Residuos	31
9.	Proyectos destacados.....	32
9.1.	Tecnologías de hibridación Solar-Biomasa.....	32
9.2.	Planta de biomasa a escala comercial en Estados Unidos	33
9.3.	Proyecto “Pelet in”	34
9.4.	Proyectos de Norvento.....	35
9.5.	Central térmica de trigeneración con biomasa para L’Oreal	36
9.6.	Planta de biomasa por combustión de paja (Navarra).....	37
10.	Referencias	40

BORRADOR

1. Descripción técnica

Entre las energías renovables destaca el uso de productos obtenidos a partir de materia orgánica para producir energía. Estos productos componen lo que se denomina “*biomasa*”, una definición que abarca un gran conjunto de materiales de diversos orígenes y con características muy diferentes.

Dentro de esta definición se incluyen por ejemplo, los residuos de aprovechamientos forestales y cultivos agrícolas, residuos de podas de jardines, residuos de industrias agroforestales, cultivos con fines energéticos, combustibles líquidos derivados de productos agrícolas, residuos de origen animal o humano, etc.

La biomasa es un vector energético¹ que puede ser básico en nuestra sociedad a corto plazo, tanto desde el punto de vista energético y ambiental, como para el desarrollo socioeconómico de las zonas rurales.

Actualmente, más del 80% del abastecimiento energético en España proviene de energías fósiles, un 13% de energía nuclear, y alrededor del 6% de Energías Renovables.

Este 94% no renovable conlleva importantes implicaciones medioambientales y una fuerte dependencia del abastecimiento exterior.

Las instalaciones de producción energética con biomasa se abastecen de una amplia gama de biocombustibles, desde astillas hasta cardos y paja, pasando por huesos de aceituna y cáscaras de almendra.

La energía producida mediante biomasa puede utilizarse para calefacción y producción de agua caliente en el sector doméstico, calor para procesos industriales y generación de electricidad.

Dentro de los principales biocombustibles sólidos españoles destacan los orujillos (de aceite y de uva), los huesos de aceituna, las cáscaras de frutos secos (tanto agrícolas, almendra; como forestales, piñón) y por supuesto los residuos de nuestros montes y de las industrias forestales (desde cortezas hasta astillas, pasando por costeros y serrines).

La combustión de biomasa no contribuye al aumento del efecto invernadero porque el carbono que se libera forma parte de la atmósfera actual (es el que absorben y liberan continuamente las plantas durante su crecimiento) y no del subsuelo, capturado en épocas remotas, precisamente como el gas o el petróleo.

La energía que contiene la biomasa es energía solar almacenada a través de la fotosíntesis, proceso por el cual algunos organismos vivos, como las plantas, utilizan la energía solar para convertir los compuestos inorgánicos que asimilan (como el CO₂) en compuestos orgánicos.

El uso de la biomasa como recurso energético supone distintas ventajas medioambientales entre las que figuran:

- Disminución de las emisiones de azufre y de partículas
- Emisiones reducidas de contaminantes como CO, HC y NOX.
- Ciclo neutro de CO₂, sin contribución al efecto invernadero.
- Reducción del mantenimiento y de peligros derivados del escape de gases tóxicos y combustibles en las casas.

¹ Se denomina vector energético a aquellas sustancias o dispositivos que almacenan energía, de tal manera que ésta pueda liberarse posteriormente de forma controlada. Se diferencian de las fuentes primarias de energía en que, a diferencia de éstas, se trata de productos manufacturados, en los que previamente se ha invertido una cantidad de energía mayor para su elaboración.

- Reducción de riesgos de incendios forestales y de plagas de insectos.
- Aprovechamiento de residuos agrícolas, evitando su quema en el terreno.
- Posibilidad de utilización de tierras de barbecho con cultivos energéticos.
- Independencia de las fluctuaciones de los precios de los combustibles provenientes del exterior (no son combustibles importados).
- Mejora socioeconómica de las áreas rurales.

Todo lo anterior convierte a la biomasa en una de las fuentes potenciales de empleo en el futuro.

1.1. Descripción del sector de la biomasa

La Asociación Española de Normalización y Certificación², define como biomasa “todo material de origen biológico excluyendo aquellos que han sido englobados en formaciones geológicas sufriendo un proceso de mineralización³”.

Entre estos últimos estarían el carbón, el petróleo y el gas, cuya formación y composición hace miles de años no es comparable con lo que llamamos “el balance neutro de la biomasa” en las emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

Dentro del sector biomasa se engloba toda materia orgánica susceptible de aprovechamiento energético. Esto implica que los recursos de biomasa provengan de fuentes muy diversas y heterogéneas.

Además, esta heterogeneidad, y las tecnologías disponibles o en desarrollo, permiten que los productos energéticos obtenidos puedan sustituir a cualquier energía convencional, ya sea un combustible sólido, líquido o gaseoso, tanto en usos térmicos como en usos eléctricos.

De acuerdo con su procedencia podemos establecer los siguientes subsectores:

- **Forestal:** sector productor de biomasa generada en tratamientos y aprovechamientos de las masas vegetales. Vinculado directamente con el sector forestal y sus actividades en los montes.
- **Agrícolas:** Sector productor de biomasa generada en las labores de cultivos agrícolas, leñosos y herbáceos, tanto en las labores de poda de árboles como en la cosecha y actividades de recogida de productos finales. Vinculado directamente con el sector agrícola y sus actividades.
- **Industrial forestal y agrícola:** Sector productor de biomasa a partir de los productos, subproductos y residuos generados en las actividades industriales forestales y agrícolas. Vinculado directamente con los sectores industriales mencionados. También puede considerarse en este apartado la biomasa de parte de la madera recuperada.
- **Cultivos energéticos:** Sector productor de biomasa a partir de cultivos y/o aprovechamientos (árbol completo) de especies vegetales destinados específicamente a la producción para uso energético. Vinculado tanto con el sector forestal como con el sector agrícola.

Los productos obtenidos pueden utilizarse tanto para usos térmicos como para usos eléctricos.

Por ello, podemos realizar una segunda clasificación según su aplicación:

² Aenor. www.aenor.es

³ Plan de energías renovables 2011-2020. IDAE

- **Biomasa Térmica:**

Aplicaciones tecnológicas empleadas para el suministro de calor para calefacción, producción de ACS y/o procesos industriales. Se divide en aplicaciones para edificios y otros y aplicaciones para procesos industriales. Los tipos de biomasa más comunes en los usos térmicos proceden de las industrias agrícolas (huesos de aceitunas y cáscaras de frutos secos), de las industrias forestales (astillas, virutas,...) y de actividades silvícolas y de cultivos leñosos (podas, leñas,...). Estos materiales se pueden transformar en pelets y briquetas, astillas molturadas y compactadas que facilitan su transporte, almacenamiento y manipulación.

- **Biomasa Eléctrica:**

Aplicaciones para generación de energía eléctrica tanto de forma exclusiva como mediante sistemas de cogeneración o sistemas de co-combustión.

1.2. Situación de la biomasa

1.2.1. Situación a nivel mundial

Según datos del Fondo de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), algunos países pobres obtienen el 90% de su energía de la leña y otros biocombustibles.

Esta fuente de energía supone un tercio del consumo energético en África, Asia y Latinoamérica siendo la principal fuente de energía en los hogares de 2.000 millones de personas.

El inconveniente de la biomasa es su falta de desarrollo tecnológico y de eficiencia energética, situándose fuera de una planificación sostenible de su aprovechamiento, lo que conlleva la deforestación de grandes áreas que supone un grave impacto ambiental asociado.

Más del 10 % (1,5 Gha) de la superficie mundial se utiliza actualmente para cultivos y un 25% (3,54 Gha) para pastos de ganadería y otras producciones animales. Anualmente, alrededor de 7 u 8 Mha forestales se convierten en agrícolas.

Un mayor desarrollo de la tecnología y una adecuada planificación del aprovechamiento de la biomasa, supondría un impulso para el mercado internacional de biomasa, mejoras ambientales y el desarrollo rural de zonas degradadas.

Las previsiones establecidas por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático establecen que antes de 2100 la cuota de participación de la biomasa en la producción mundial de energía debería estar entre el 25 y el 46%.

En el año 2006, la contribución de la biomasa (incluyendo usos tradicionales no eficientes) a nivel mundial alcanzaba los 1.186 Mtep de energía primaria, lo que suponía un 10,1 % del total mundial. Si descontamos la biomasa mediante usos tradicionales, la contribución de todas las energías renovables a nivel mundial baja significativamente, situándose alrededor del 7 % del consumo de energía primaria mundial.

La AIE establece la siguiente **división por aplicaciones**:

- Usos tradicionales (calefacción y cocina): 724 Mtep
- Usos modernos: 462 Mtep, divididos en:
 - Biocarburantes: 24,4 Mtep.

- Calor utilizado directamente: 293 Mtep (188,6 Mtep industriales y 104,4 Mtep en edificios).
- Electricidad y redes de calefacción: 80,7 Mtep (239 TWh).
- Pérdidas: 63,9 Mtep.

De los 239 TWh eléctricos generados con biomasa en 2006, la AIE indica que aproximadamente el 44,4 % correspondían a plantas de generación eléctrica exclusiva con un rendimiento medio del 20 %. El resto eran plantas de cogeneración con uso de la energía térmica tanto en la industria como en redes de calefacción centralizada.

Cabe señalar que en general las estadísticas de biomasa son poco fiables dada la heterogeneidad de aplicaciones y su dispersión; no sólo en España sino en el resto de países también.

1.2.2. Situación en la Unión Europea

En la Unión Europea, cinco países aportan el 56,7 % de la energía primaria producida con biomasa, Francia, Suecia, Alemania, Finlandia y Polonia. Los principales consumidores de biomasa (consumo per cápita) son los países nórdicos y bálticos, junto con Austria, y encabezados por Finlandia.

Merece la pena destacar que las aplicaciones para calefacción y ACS abastecidas con pelets son una práctica habitual en muchos países europeos. En algunos de ellos, el crecimiento en la instalación de calderas de biomasa ha sido muy significativo desde el año 2004.

En Austria, por ejemplo, se pasó de 28.000 instalaciones con potencias inferiores a 100 kW en 2004, a 47.000 en 2006.

Todos estos desarrollos junto con la creciente producción de pelets han dado lugar a un mercado europeo de biomasa; en el que los países con excedente de producción de este tipo de biomasa abastecen a los países consumidores de pelets.

Por otro lado, la producción eléctrica con biomasa se sitúa en torno a los 60 TWh en la Europa de los 27, lo que supone alrededor del 2% de la producción de eléctrica europea.

1.2.3. Situación en España

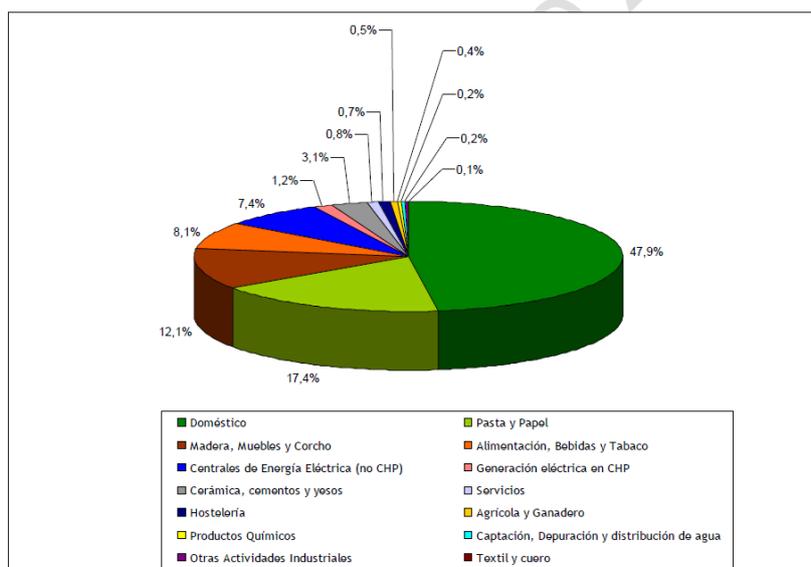
En España, al igual que en gran parte de los países desarrollados, se sustituyó la mayoría de los consumos basados en biomasa, primero por carbón a finales del siglo XIX y luego por combustibles derivados del petróleo o aplicaciones eléctricas durante el siglo XX.

De hecho este consumo quedó relegado a algunos sectores directamente relacionados con la biomasa, como el sector forestal y en algunos casos el agroalimentario o las cerámicas. A parte de estos sectores, el mayor consumo de biomasa se centró en los sistemas tradicionales de calefacción, producción de ACS y cocina, como las chimeneas o estufas de leña.

La mayor parte de la biomasa proviene del sector forestal, que ha sido utilizada tradicionalmente en el sector doméstico mediante sistemas poco eficientes (uso de leñas), pero también las calderas de industrias forestales.

En el siguiente gráfico podemos comprobar la gran contribución en el consumo de biomasa de los usos domésticos tradicionales se establece la alta participación de las industrias forestales (en torno al 40 %) y de los subproductos de la producción de aceite y frutos secos (8%).

Figura: Gráfico que representa la contribución del consumo de biomasa a los diversos sectores



Fuente: IDAE

El período comprendido entre los años 2005 y 2009, ha supuesto en España una época de transición y de sentar las bases para impulsar el despegue del sector de la biomasa. Sin embargo, en este período han sido mayores las expectativas de desarrollo que los resultados alcanzados.

Las plantas de producción eléctrica que existen en España son escasas y la mayor parte de la potencia instalada procede de instalaciones de industrias que tienen asegurado el combustible con su propia producción. Por ejemplo, la industria papelera y las industrias forestales y agroalimentarias.

1.3. Materias primas

La mayoría de las desventajas que tiene el uso de la biomasa como combustible se deben a su baja densidad física y energética. Por eso es tan importante el proceso de densificación.

La densificación de la biomasa se puede definir como su compresión o compactación, para disminuir los espacios vacíos entre las partículas y dentro de las partículas.

Los productos compactados con un diámetro de menos de 30 mm son considerados convencionalmente pellets y con diámetros mayores, briquetas. Los productos compactados no aglutinados son conocidos por bultos o pacas.

1.3.1. Pellets

Los pellets⁴ son pequeños cilindros de serrín comprimido, proveniente de astillas de madera y serrín seco. Su humedad es muy baja. Necesitan muy poco espacio de almacenamiento. Para producir la misma cantidad de calor, 2 kg de pellets equivalen a 1 litro de gasoil.

La calefacción con pellet colabora en la reducción de gases de efecto invernadero en la atmósfera.

⁴ http://www.fabersolar.com/index_archivos/Page1160.htm

Figura: Imagen de pellets usados para biomasa



Fuente: <http://placas-solares.webnode.es>

La producción de pellets supone la reducción de los residuos de madera al tamaño del aserrín, y luego se secan aproximadamente al 12% de contenido de humedad antes de su extrusión en molinos agrícolas especialmente adaptados para formar cilindros de unos 6 a 18 mm de diámetro y de 15 a 30 mm de largo, con una densidad del orden de 950 a 1 300 Kg/m³.

El secado de la materia antes de su extrusión se suele realizar en secadoras de tambores giratorios, caldeadas por un 15 a 20% de la producción de bolas de la planta.

1.3.1.1. Proceso de producción de pellets

Es un proceso sencillo en el que la única materia prima es el serrín de conífera. No se añade ningún tipo de aditivo ni aglomerante al serrín.

La producción de los pellets se lleva a cabo en las siguientes etapas:

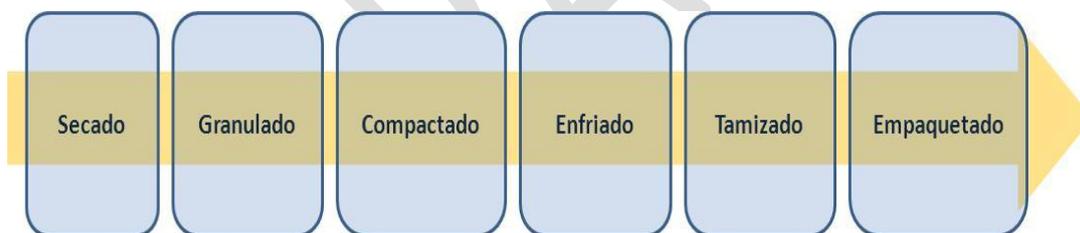


Figura: diagrama con las etapas del proceso de producción de pellets. Se describe a continuación este proceso.

Fuente: Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético

- **Secado:**

El serrín húmedo se introduce en el secadero por medio de una banda porosa sinfín. El aire caliente se hace circular a través de esta banda y el serrín se va secando. Al final de la banda porosa hay un aspirador que absorbe el serrín con una humedad inferior al 10% y deja pasar el que contenga una humedad superior. El serrín absorbido pasa a la siguiente fase y el serrín húmedo sigue en circulación en la banda porosa hasta que su humedad es inferior al 10%.

- **Granulado:**

El serrín seco pasa al molino donde se homogeniza el grano del serrín, consiguiendo así un serrín con un tamaño de grano uniforme.

- **Compactado:**

El serrín se introduce en una matriz perforada y gracias a la acción de unos rodillos es obligado a pasar por unos agujeros de 6 mm de diámetro. Gracias a la presión ejercida por los rodillos y a la lignina contenida, se obtienen cilindros de serrín prensado (pellets). La temperatura del

serrín triturado aumenta en la máquina pelletizadora y la lignina se derrite y aglutina el pellet cuando se enfría. De ahí que el pellet no presenta dureza hasta una vez enfriado.

- **Enfriado:**

Después de la compresión, la temperatura de los pellets es alta (cercana a los 90° C). El enfriado estabiliza los pellets y endurece la lignina. A partir de ahí los pellets adquieren gran consistencia.

- **Tamizado:**

El polvo de la materia prima es separado y devuelto al proceso de pelletizado.

- **Empaquetado:**

Si el pellet va a ser distribuido a granel, simplemente hay que almacenarlo en un lugar adecuado.

1.3.1.2. Tipos de instalaciones con pellets

Usando este combustible se pueden calentar viviendas, naves industriales, invernaderos, hoteles etc., con equipos generadores de calor con eficiencias superiores al 90% y totalmente automatizados.

Distinguiremos cuatro tipos de instalaciones en función del servicio que prestan:

- **Instalaciones de estufas:** para calentar pequeñas estancias como comercios, restaurantes, estudios, salas de estar, etc.
- **Instalaciones de calderas domésticas:** se utilizan para dar servicio de calefacción y agua caliente sanitaria a pisos, caseríos, hoteles rurales, chalets, viviendas unifamiliares, etc.
- **Instalaciones de calderas de mediana potencia:** proporcionan servicio de calefacción y agua caliente sanitaria a bloques de viviendas, edificios de oficinas, etc.
- **Instalaciones de calderas industriales:** se usan para generar calor en instalaciones ganaderas, industria, etc., y agua caliente sanitaria de pequeños municipios.

1.3.1.3. Ventajas de los pellets

A continuación vamos a exponer algunas de las principales ventajas que presentan los pellets para la generación de energía:

- **Económicas**

Es considerablemente más barato que los combustibles fósiles y existe una menor dependencia de los cambios continuos en los precios de otros combustibles

Mediante el uso de pellets, la economía de la región se ve fortalecida y se fomenta el empleo local en la zona; ya que el valor añadido permanece en la misma región.

- **Seguridad**

No presenta riesgo de explosión, no es volátil ni produce olores.

En caso de fuga o “vertido”, no existe ningún riesgo para la salud. Se trata de un combustible no tóxico e inocuo para la salud.

- **Confort**

Para producir el mismo calor, el pellet almacenado ocupa unas tres veces menos en volumen que la leña maciza y apenas produce humo.

Se puede manejar de forma parecida a un líquido; se puede automatizar totalmente, tanto en su transporte y llenado de depósito, como en la combustión y limpieza.

- **Ecológicas**

Usando pellet se contribuye a reducir significativamente la emisión de gases de efecto invernadero.

La combustión del pellet es mucho más eficiente que la combustión de leña, y por lo tanto las emisiones son mínimas.

Los pellets no contienen azufre, por lo que disminuye la lluvia ácida

Se fomenta la limpieza de montes, creando o mejorando hábitats salvajes y evitando los incendios, ya que los residuos de podas o limpieas del monte se utilizan para fabricar pellets.

La ceniza es mínima por la alta eficiencia de la combustión y es totalmente biodegradable; incluso puede ser utilizado como un buen abono.

1.3.2. Briquetas

Las briquetas son cilindros de biomasa compactada, procedente de residuos forestales y deshechos de origen vegetal.

Se trata de un biocombustible sólido, obtenido a partir de la compactación de residuos lignocelulósicos, bajo presión y temperaturas elevadas.

Las briquetas se forman haciendo pasar el aserrín o las virutas secas a través de un troquel cilíndrico partido, usando un vástago hidráulico. La presión ejercida, de unos 1200 Kg/cm², y el calor resultante generado aglomera las partículas de madera en forma de "leños" artificiales.

Esto supone grandes ventajas de almacenamiento, limpieza, transporte y facilidad de uso respecto a la leña. El modo de empleo de las briquetas es similar al de la leña tradicional, pudiéndose utilizar en cualquier chimenea. La briqueta puede seccionarse fácilmente sin necesidad de herramientas para poder ser utilizada en chimeneas de menor tamaño o controlar la potencia de la combustión.

Sus principales características son:

- Renovable.
- Económico.
- Limpio.
- Recurso local.

En la fabricación de briquetas, las materias primas utilizadas pueden ser: aserrín, fragmentos de madera, espigas sin granos, hojas u hollejos de maíz, bagazos de caña de azúcar, cáscaras de algodón, cáscaras de café, heno de plantas braquiarias, entre otros.

El diámetro de las briquetas para la quema en calderas, hornos y hogares es de 70mm a 100mm y con un largo de 250mm a 400mm. Una tonelada de briquetas equivale a 6m³ de leña con humedad entre 35 a 45%.

A partir de la densificación, resulta un producto con unas características excelentes de manipulación y almacenamiento, con una concentración de energía equivalente a cuatro veces el combustible de madera.

Gracias a este proceso, se reducen de manera importante los gastos de transporte y se mejora el rendimiento de las calderas.

Sin embargo, a pesar de las ventajas anteriores, se ha demostrado que las grandes inversiones de capital necesarias en la planta de tratamiento y sus costes de funcionamiento sólo son interesantes económicamente si la distancia desde donde se obtiene la materia prima que hay que transportar no pasa de 250 Km. (Combustibles sólidos de baja densidad).

1.4. Gasificación de residuos biomásicos

La gasificación de un sólido, como biomasa o residuos, consiste en un proceso que incluye la descomposición térmica de materia orgánica y la acción de un gas, que reacciona con el residuo carbonoso procedente de la descomposición térmica del sólido.

Mediante este proceso, se transforma un material sólido en un gas, que puede utilizarse posteriormente como combustible; tanto para la generación de electricidad como de calor, así como materia prima para la síntesis de diversos productos (metano, gasolina, metanol, etc).

La producción de un gas combustible presenta distintas ventajas como la mayor facilidad de manejo frente a un sólido, mayor eficiencia energética en la producción de electricidad y bajo nivel de los contaminantes generados en el proceso.

Podemos clasificar los procesos de gasificación en función del medio gasificante empleado; porque se obtienen mezclas de gases con contenidos energéticos y composiciones diferentes. Se distinguen los siguientes procesos:

- **Gasificación con aire:** el aire se introduce como aporte de calor al proceso, mediante la combustión de parte del residuo carbonoso procedente de la biomasa introducida al reactor (gasificador). Se obtiene un gas de bajo poder calorífico, debido al alto contenido en nitrógeno del gas generado. Este gas se puede utilizar como combustible en quemadores de calderas o turbinas de gas y en equipos de combustión interna.
- **Gasificación con oxígeno:** se produce un gas con un contenido energético medio. Tiene mayor poder calorífico que el gas obtenido mediante gasificación con aire, debido a que no está diluido con nitrógeno. Este proceso también se puede utilizar para producir gas de síntesis.
- **Gasificación con vapor de agua y oxígeno (o aire):** se produce un gas que al estar enriquecido en H_2 y CO se puede utilizar como gas de síntesis.
- **Gasificación con H_2 :** este proceso se propuso para producir gases con un alto contenido energético. Se pensó para ser utilizado como sustituto del gas natural.

Además del medio gasificante utilizado, existen otros factores que influyen en el proceso y en la calidad final del gas, como por ejemplo: el tipo de reactor que se utilice o el sistema de acondicionamiento y limpieza del gas.

Los **tipos de reactores** más comunes usados en la gasificación de biomasa son:

- Lecho móvil

Este tipo de reactores se utilizan con combustibles troceados en tamaños de 1 a 10 cm. Es el reactor más simple.

El gas, que se produce en la zona de gasificación, sale del reactor junto con los productos de la pirólisis y del vapor procedente de la zona de secado. El gas de proceso (400 °C) tiene un alto porcentaje de alquitranes, pudiendo usarse para calefacción.

- Lecho fluidizado

Estos reactores tienen alta capacidad de procesado y una mayor flexibilidad.

Presentan como desventaja su alta concentración de partículas sólidas emitidas en el gas de salida, lo que dificulta las siguientes fases de depuración y acondicionamiento de los gases.

Se pueden clasificar según la velocidad de fluidización en: lecho fluidizado burbujeante (1-2 m/s) y lecho fluidizado circulante (mayor de 5 m/s).

Los principales criterios a tener en cuenta a la hora de seleccionar un reactor son:

- Tamaño del residuo a procesar
- Densidad del residuo a procesar
- Capacidad de procesamiento
- Calidad deseada del producto final (gas)

1.4.1. Tecnologías de gasificación

La gasificación⁵, gracias a su capacidad para producir combustibles está adquiriendo gran importancia en todo el mundo, incluida España.

Para grandes potencias, y con el objetivo de producir un syngas destinado a cocombustión (poco exigente en alquitranes y partículas) existen plantas funcionando desde hace bastante tiempo, sobre todo en Escandinavia.

Sin embargo, últimamente se están poniendo en marcha tecnologías de plantas de menor tamaño, que pueden procesar entre 7.000 y 8.000 t/año de biomasa y producir un syngas capaz de alimentar un motogenerador.

Estos desarrollos tienen gran interés en España donde resulta interesante producir electricidad y es necesario disponer de calor para actividades industriales.

A continuación vamos a analizar algunas tecnologías de gasificación

- **Lecho fluidizado de presión compensada (ENAMORA)**

La empresa que ha desarrollado esta tecnología (Guascor⁶) dispone de una instalación completa de gasificación y generación eléctrica a partir del syngas en un motoalternador.

La planta es flexible, adaptándose a cualquier combustible que se quiera probar, y sirviendo para poner a punto las pautas de operación de los proyectos que se les encargan. Prueban y ponen a punto en su instalación la forma de operar de los proyectos que ejecutan para sus clientes.

⁵ www.idae.es

⁶ http://www.guascor.com/gasificacion_biomasa.php

En esta planta piloto se han probado muchos materiales como: cáscaras de distintos frutos secos, astillas de maderas de diversas especies, restos de fábrica de muebles, cortezas, orujillo, restos de poda, residuos forestales y herbáceos, etc.

Todo ello permite:

- Optimizar el diseño mediante pruebas a escala casi real
- Adelantarse a los problemas concretos que suelen surgir en todas las puestas en marcha. Esto reduce tiempos y costes de implantación de una forma importante.

En condiciones normales, el proceso en la planta de gasificación de ENAMORA comienza en una nave abierta (cubierta), donde se almacena la biomasa (generalmente cáscara de almendra, muy común en la zona).

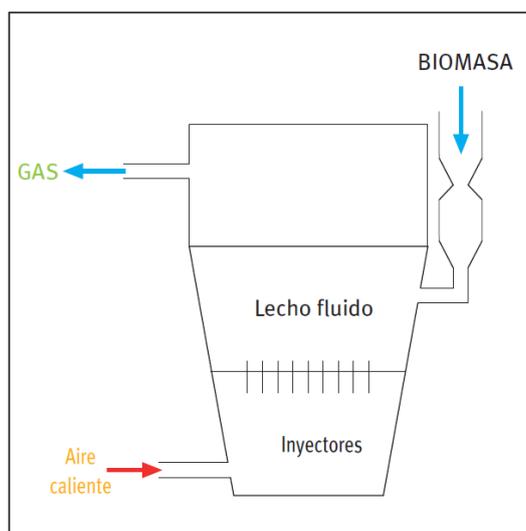
La biomasa es enviada a un molino en el que se reducen las partículas mayores y se homogeneiza la granulometría al tamaño adecuado.

El material ya homogéneo alimenta el sistema de carga del gasificador, formado por dos tolvas sucesivas y aisladas que impiden la entrada de aire al reactor. La biomasa se introduce en el gasificador en su tercio inferior, de forma que se vierte sobre el lecho fluido.

El lecho se crea insuflando aire caliente como agente gasificante, a través de una matriz situada en la base del reactor. A la salida del reactor, el syngas obtenido es enfriado en un intercambiador. El calor que se desprende es aprovechado para calentar el agente gasificante (aire principalmente).

Una vez refrigerado el syngas, pasa al sistema de filtrado; que separa el agua, naftalenos y cenizas arrastradas. No se necesita aportación externa de agua para la limpieza de los gases.

Figura: Esquema simplificado del gasificador de ENAMORA



Fuente: Instituto para la diversificación y Ahorro de la energía

A continuación el gas es acondicionado y alimenta un motor de combustión interna GUASCOR. Este motor es el encargado de generar la energía eléctrica que se exportará a la red.

Una de las ventajas más importantes de esta tecnología es que no aparecen alquitranes en el syngas, debido al diseño del gasificador y a las características de las reacciones que se producen en su interior.

Los naftalenos⁷, no son un producto tóxico y se pueden introducir nuevamente al gasificador, enriqueciendo el PCI de la biomasa.

Por su fiabilidad y estabilidad de operación, esta instalación piloto está siendo empleada por el CENER para realizar la calibración de los equipos de análisis de gases de combustión de gases de síntesis.

- **INERCO**

La tecnología de gasificación que INERCO⁸ pretende explotar comercialmente está basada en un reactor de lecho fluido burbujeante atmosférico con temperaturas de operación de 800 °C y que emplean como agente gasificante aire ambiental.

Para ello, se ha construido una planta con una capacidad de tratamiento de 15 t/día (equivalente a 3 MWth) de biomasa tipo astilla o pellet, siendo un desarrollo precompetitivo para los tamaños de hasta 15 MWth, que en una primera fase, se tiene como objetivo alcanzar⁹. Esta iniciativa cuenta con el apoyo de la Consejería de Innovación de la Junta de Andalucía, la Agencia Andaluza de la Energía y la Corporación Tecnológica de Andalucía.

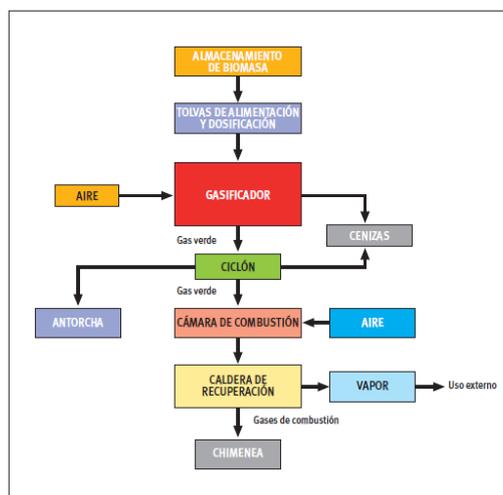
La planta dispone de un parque de almacenamiento cubierto que garantiza una autonomía de operación de la planta de 5 días, y permite almacenar distintos tipos de biomasa.

Desde la tolva¹⁰ diaria, se lleva la biomasa hasta un sistema de doble tolva que dispone de una válvula de aislamiento intermedio para evitar posibles fugas de gas desde el sistema de gasificación.

La tolva final está inertizada con nitrógeno¹¹, asegurando la estanqueidad al paso del gas. Las tolvas alimentan a un sistema de doble tornillo, refrigerado con agua, para conseguir la homogeneidad en el lecho.

Junto al sistema de alimentación de biomasa hay una tolva de inerte, que proporciona el inventario necesario en el gasificador por la pérdida de parte del lecho durante la operación de extracción de cenizas.

Figura: Esquema de funcionamiento de la tecnología de INERCO



Fuente: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

⁷ hidrocarburos líquidos a temperatura ambiente

⁸ www.inerco.es

⁹ www.idae.es

¹⁰ Se denomina tolva a un dispositivo similar a un embudo de gran talla destinado al depósito y canalización de materiales granulares o en polvo.

¹¹ Aplicación de un atmósfera inerte de nitrógeno que inhibe la entrada de oxígeno

La biomasa se introduce en el gasificador por la parte inferior del lecho con camisa de refrigeración. En el lecho se producen las reacciones de gasificación de la biomasa, con un elevado rendimiento de conversión gracias a la fluidificación del lecho.

El gas pobre generado en el proceso de gasificación, con un rendimiento (hot gas efficiency) superior al 80%, es depurado y se retiene la materia particulada, consiguiendo un nivel de limpieza del gas suficiente para su aprovechamiento térmico en una caldera de vapor después.

El gas de síntesis pasa a una cámara combustión donde es quemado antes de introducir los gases de combustión a una caldera de recuperación en la que se genera vapor de agua para su uso externo. Cuando no hay demanda térmica el gas es quemado directamente en una antorcha.

- **TAIM-TFG**

La planta de TAIM consiste en un gasificador para cogeneración con motor a gas de síntesis equipado con un alternador. El gasificador es del tipo downdraft, que opera hasta 1.200 °C, y emplea aire como agente gasificante.

Este gasificador¹² entrega el gas combustible por la parte baja y la admisión de aire es realizada por la parte media del mismo. Los inconvenientes de esta configuración son el contenido de cenizas y humedad en el gas producido y que requiere un tiempo prolongado de encendido (de 20 a 30 minutos). En general este tipo de configuración está más aconsejada para aplicaciones en motores de combustión interna y turbinas de gas.

La alimentación de biomasa se realiza desde un silo, que permite una autonomía de 48 horas sin necesidad de reponer biomasa.

El sistema está formado también por un sistema de adecuación del syngas a las características del módulo de generación eléctrica, y una antorcha de eliminación de exceso de gas de síntesis.

Imagen: foto de un motogenerador de syngas



Fuente: TAIM-TFG

TAIM-TFG¹³ ha desarrollado un sistema de control del módulo de gasificación diseñado para supervisar los parámetros de funcionamiento del gasificador, retirada de cenizas y los

¹² <http://www.utp.edu.co>

¹³ <http://www.taimweser.com>

restantes equipos como intercambiadores, equipos de lavado de gases y acondicionamiento de éste, que se controlan en función de las temperaturas a alcanzar y del caudal de gas.

La central dispone de un circuito de seguridad. Dentro del sistema se incluyen alarmas encargadas de asegurar que en caso que el proceso de gasificación no se realice dentro de los parámetros normales, no se dañen elementos de la planta y por otro lado, evitan que al motor llegue un gas de síntesis cuyas características no cumplan los requisitos de calidad mínimos.

1.5. Calderas de condensación de biomasa

Las calderas de biomasa son calderas consideradas de energía renovable, dado que el CO₂ emitido por el combustible es el mismo que ha consumido la planta durante su ciclo de funcionamiento. Además si se consume de forma sostenible, el combustible se regenera solo y es inagotable.

Las calderas de biomasa son todavía poco conocidas en España; aunque durante los últimos años se han estado extendiendo por la geografía de nuestro país.

Su uso está muy entendido en países como Austria o Alemania, que tienen gran tradición en biomasa y que han sido los primeros en desarrollar nuevas tecnologías para las calderas de leña.

Dentro de la biomasa, existen diferentes combustibles con características específicas, por lo que se han desarrollado calderas diferentes especializadas en cada tipo de combustible.

Existen también estufas de biomasa con capacidad de generar agua caliente.

Existen cuatro tipos de calderas de biomasa:

- Calderas específicas de pellets: con potencias entre 10 y 30kw
- Calderas multicom bustibles, con potencias entre 15 y 100kw
- Calderas de leña, con potencias entre los 20kw y los 50kw
- Calderas TDS powerfire, con potencias entre los 120kw y los 300kw

Dentro de las calderas de biomasa, las más demandadas son las calderas de pellets¹⁴.

Las calderas policombustibles son polivalentes y capaces de funcionar con cualquier combustible sólido, siempre y cuando el material no supere un tamaño máximo: huesos de aceitunas, restos de poda, cáscaras de almendras, etc. y por supuesto, también pellets, lo cual supone una gran ventaja. Pueden consumir cualquier tipo de combustible sólido de biomasa, aunque su tecnología y confort están un poco por debajo de la media.

¹⁴ <http://www.solliclima.es/aplicaciones/10-biomasa/4456-calderas-de-biomasa.html>

Figura: Fotos de distintos tipos de materias primas. Por ejemplo, pellets, astillas, huesos de aceituna, etc.



Fuente: www.soliclima.es

En España hasta ahora no ha habido mucha tradición en el uso de la biomasa utilizando tecnología moderna, pero en otros países como Alemania o Austria, las calderas de cualquier tipo de biomasa están muy extendidas.

1.5.1. Calderas de pellets

La gama de calderas de potencias más pequeñas son calderas específicas de pellets y admiten como único combustible el pellet.

Este tipo de caldera ha comenzado a comercializarse recientemente en España debido a que el mercado de este combustible no se encontraba demasiado desarrollado.

El rango de potencias va desde los 10-30kw (modelos USP) hasta los 15-100kw (modelos USV).

El funcionamiento de este tipo de calderas consiste en que la biomasa se introduce en el quemador por el agujero central del disco donde se produce la combustión.

El aire primario de combustión se introduce a través de los orificios que se encuentran alrededor.

La zona de combustión primaria se mantiene en reposo debido a la baja velocidad del aire primario y al aporte controlado de combustible. Todo ello permite tener unas condiciones óptimas con niveles de emisiones muy pequeños.

El encendido de la biomasa no se realiza con llama o con combustión adicional. Se enfoca la biomasa con una inyección de aire caliente a 600°C y en pocos minutos se inicia la combustión.

Una vez que se ha producido la combustión, la resistencia se desconecta y se aporta la cantidad necesaria de aire primario y secundario para mantenerla.

Este tipo de calderas tienen la ventaja de que su combustible es más denso que otros; por ejemplo, las astillas y por lo tanto, se necesita menos espacio para su almacenamiento y el tamaño de las calderas también es menor.

Es un tipo de calderas muy adecuado para viviendas unifamiliares.

1.5.1.1. Comparativa económica con otros combustibles

La instalación suele resultar más cara que la de otros tipos de combustibles, pero gracias al precio reducido del combustible, los pellets son la solución más barata a medio plazo (la calefacción mediante pellets es la más económica a medio plazo). Todo ello unido a que el pellet no está sujeto a tantas fluctuaciones como el resto de los combustibles, por lo que permanece estable a lo largo del tiempo.

Para producir la misma cantidad que se produce al quemar un litro de gasoil necesitamos 2kg de pellet. Actualmente, un litro de gasoil para calefacción tiene un precio de 0.75€ y 2kg de pellet 0.40 €, supone un ahorro de más del 40%. Por lo que el sobrecoste de la instalación del pellet estará amortizado en el plazo de cuatro o cinco años.

1.5.2. Calderas policombustibles

El quemador de este tipo de calderas policombustibles es similar a los que tienen las calderas exclusivamente de pellets.

El sistema de alimentación es inferior. Gracias a ello, junto con el sensor de combustible y el sistema de conducción del aire, se garantiza una adecuada combustión que asegura una producción mínima de sustancias tóxicas.

La biomasa se introduce por el centro del quemador. El aire entra en la cámara de combustión atravesando los orificios situados en el disco y el aire secundario sale por los tubos de alrededor.

El encendido de la caldera se produce de forma automática, inyectando aire caliente.

Este tipo de calderas se denominan pirotubulares porque los gases de escape fluyen por el interior de tubos durante el proceso de intercambio de calor con el agua del circuito primario que circula por el exterior de los tubos.

Estos tubos tienen disposición vertical para evitar la acumulación de cenizas.

La combustión se encuentra permanentemente controlada por una sonda que se encarga de:

- Analizar permanentemente los gases de combustión
- Controlar la combustión
- Minimizar las emisiones

El sistema de seguridad requiere los siguientes elementos:

- Sensor de reconocimiento que detecta los aumentos de temperatura en el canal de alimentación, debido a un posible incendio del combustible
- Compuerta estanca que evita la propagación de incendios a la zona de almacenamiento
- Rociador de agua en el canal de alimentación

Las calderas multicomcombustible requieren normalmente ser instaladas en suelos inclinados; aunque existan algunas soluciones de implantación como los sistemas de alimentación desde silo, los sistemas de alimentación desde silo con tornillo sinfín de llenado o los sistemas de alimentación desde un silo de combustible situado por encima del nivel de la caldera.

2. Biocombustibles

Los biocombustibles¹⁵ son el conjunto de combustibles líquidos, provenientes de distintas transformaciones de la materia vegetal o animal. Pueden ser utilizados en motores de vehículos, en sustitución de los derivados de combustibles fósiles convencionales.

Bajo esta denominación, se incluyen dos líneas de productos totalmente diferentes, la del bioetanol y la del biodiesel.

Se consideran biocarburantes a los combustibles líquidos o gaseosos para transporte producidos a partir de la biomasa.

En el Plan de Energías Renovables 2011-2020 se consideran susceptibles de tener un desarrollo comercial en España durante el periodo 2011-2020, el bioetanol y el biodiesel que serán analizados a continuación en este mapa tecnológico.

Es probable que durante esos años adquieran una cierta presencia en ese mercado otros biocarburantes actualmente ausentes del mercado nacional de combustibles para el transporte; como el biogás (combustible gaseoso producido por digestión anaerobia de biomasa) o el HVO (del inglés Hydrotreated Vegetable Oil, hidrocarburo obtenido a partir del tratamiento de aceites vegetales o grasas animales con hidrógeno, bien en unidades dedicadas a ello, o bien mediante tecnologías de co-procesado en refinerías),.

Sin embargo, será difícil que durante el tiempo de vigencia del Plan de Energías Renovables 2011-2020 ésta pudiera llegar a ser significativa.

2.1. Biodiesel

2.1.1. Descripción general

El biodiésel consiste en un éster metílico o etílico de ácidos grasos. Las materias primas empleadas en su fabricación son principalmente los aceites vegetales, bien de primer uso o bien usados, y en ocasiones también se usan grasas animales.

El sector del transporte es el mayor consumidor de este combustible fósil, de carácter limitado. Es por ello que el biodiesel ha alcanzado la importancia que tiene en la actualidad, debido a la gran dependencia que el sector del transporte tiene del petróleo.

Tiene características físico-químicas similares a las del gasóleo que se detallan en la norma N-14214. Esta norma fija los parámetros que aseguran que los resultados de ese biodiesel en combustión son los adecuados para que funcione el vehículo.

El biodiesel puede utilizarse en todos los motores diesel; ya sea puro al 100% o mezclado. Además el biodiesel además de usarse como combustible, puede usarse como lubricante.

Las materias primas más utilizadas para la producción de biodiésel son el aceite de colza en la Unión Europea, el aceite de soja en Estados Unidos y América Latina, y el aceite de palma en el Sudeste Asiático.

Existen otras materias primas con presencia relevante en algunos mercados, como por ejemplo el aceite vegetal usado (en España o Estados Unidos), el aceite de girasol (en Europa),

¹⁵ www.idae.es

el aceite de algodón (en Brasil), las grasas animales (en Estados Unidos o Brasil) o el aceite de coco (en Filipinas).

2.1.2. Situación actual y evolución

En la campaña 2008/2009 el consumo de aceites vegetales para la producción de biodiésel se estimó en el 9% de la producción mundial.

Las tecnologías de producción de biodiésel actualmente están basadas en la transesterificación de aceites vegetales usando metanol como alcohol en el proceso, y la sosa o la potasa como catalizadores.

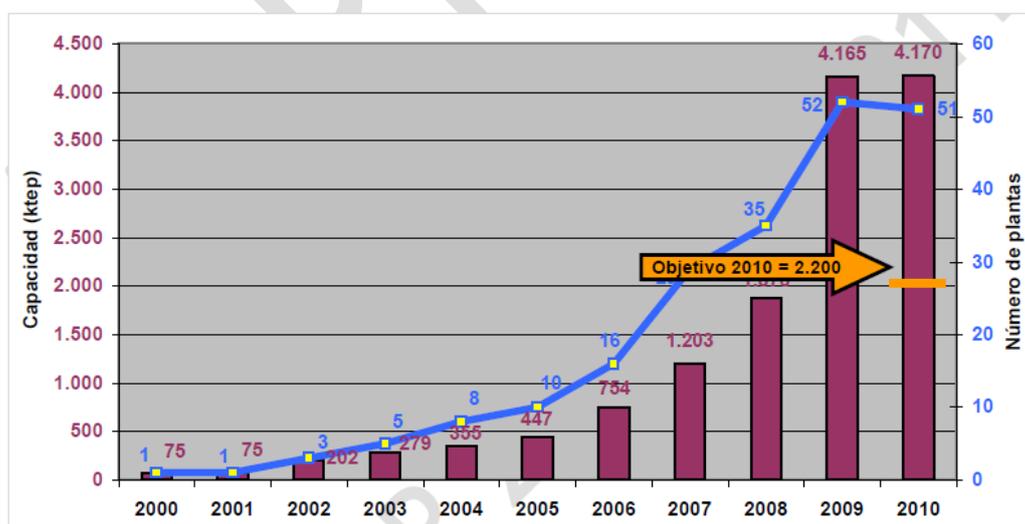
En los próximos años, el mercado internacional y los requerimientos de sostenibilidad actuarán como limitadores de la demanda, especialmente en lo relacionado con el aceite de soja y palma en la Unión Europea.

Es previsible que tanto el uso de etanol en sustitución del metanol como el de catalizadores heterogéneos¹⁶ en lugar de los homogéneos, empiece a generalizarse y se empiece a vislumbrar el potencial real del uso de otro tipo de catalizadores, como los enzimáticos.

Por otro lado, las tecnologías de pretratamiento de aceites vegetales y grasas animales se harán cada vez más eficientes para poder absorber materias primas más complejas de gestionar pero mucho más baratas, como las grasas de gran acidez; y al final de la cadena es de esperar que nuevos desarrollos optimicen las posibilidades comerciales de los co-productos, en especial de la glicerina.

En España, la capacidad de producción instalada a finales de 2010, según los datos del IDAE, ascendió a 464.000 t de bioetanol (4 plantas), y 4.318.400 t de biodiésel (47 plantas).

Figura: Capacidad instalada (ktep) y número de plantas de producción de biocarburantes



Fuente: Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético

A pesar de todo ello, el sector de los biocarburantes, y el del biodiésel en concreto, ha atravesado durante estos últimos años una delicada situación.

¹⁶ Presentan apreciables ventajas sobre los homogéneos en términos de gestión de aguas de lavado y posible formación de jabones en el proceso. Fuente: PER 2011-2020. IDAE

Las causas de ello incluyen la crisis económica internacional, la competencia desleal del biodiésel importado de EE.UU o el desarrollo de prácticas comerciales que distorsionan el mercado, en particular las Tasas Diferenciales a la Exportación aplicadas por países como Argentina e Indonesia.

Por todo ello, existe una alta penetración de las importaciones de biodiesel y un volumen de producción reducido, muy por debajo de la capacidad instalada.

Como consecuencia de esto, muchas plantas productoras de biodiesel se encuentran paradas y las restantes funcionan muy por debajo de su capacidad productiva.

2.1.3. Materias primas

Actualmente a nivel mundial existe una extensa búsqueda de nuevas materias primas que sean compatibles con las tecnologías de conversión utilizadas en la industria de biocarburantes y se invierten grandes esfuerzos en la mejora genética de las materias primas utilizadas.

Por ejemplo, la industria del biodiésel se ha mostrado muy activa buscando nuevas oleaginosas que permitan conseguir altas producciones por hectárea de un aceite que sea adecuado para la producción de este biocarburante.

Con este objetivo, el cocotero, el algodón, el ricino, o la pongamia, entre otros cultivos, han recibido mucha atención en diversas partes del mundo. Todos ellos junto con otros que tendrían cabida en las condiciones del campo español, como el cártamo, la camelina, el cardo o la colza etíope.

Con el fin de potenciar el papel del campo español en el cumplimiento de los objetivos del Plan es imprescindible intensificar el trabajo en el ámbito agronómico, no sólo analizando el potencial de estos nuevos cultivos sino prestando especial atención a las posibilidades de mejora de cultivos tradicionales como el girasol, la colza o algunos cereales.

Entre las materias primas más empleadas a medio y largo plazo se encuentran los materiales lignocelulósicos de todo tipo (paja, astillas, residuos agrícolas, etc.).

Esto supone un gran reto para la industria española, dado que no existe un mercado de estos productos y cabe esperar que existan problemas para que la demanda nacional pueda establecerse en condiciones adecuadas.

En cualquier caso, a la hora de evaluar un posible cultivo para ser utilizado para la producción de biocarburantes en la Unión europea debe tenerse en cuenta el cumplimiento de los criterios de sostenibilidad establecidos por la Directiva 2009/28/CE y en concreto su comportamiento en términos de su balance de gases de efecto invernadero porque es una condición imprescindible para poder comercializar el biocarburante producido en la Unión europea.

2.1.4. Tecnologías de conversión

El desarrollo de las tecnologías de transformación de la biomasa para la producción de carburantes líquidos afecta tanto a las que tienen una implantación comercial sólida como a las más novedosas.

Según la hoja de ruta planteada por la Plataforma Tecnológica Europea de los Biocarburantes, esta evolución permitirá durante los primeros años de la década 2011-20 mejorar los procesos actuales de fabricación de bioetanol, bio-ETBE y biodiésel, mientras que hacia la segunda mitad de aquella hará posible incorporar al mercado nuevos procesos de producción de bioetanol a partir de celulosa, así como nuevos biocarburantes como el Bio-DME o el BtL, entre otros.

Durante los primeros años de este Plan se asistirá a la mejora de las tecnologías de producción de los biocarburantes que ya tienen presencia en el mercado. En el caso del bioetanol por ejemplo, estas tecnologías se basan en la fermentación directa del jugo o de la mezcla del jugo y las melazas, en el caso del uso de la caña de azúcar como materia prima.

La mejora tecnológica afectará no sólo a la eficiencia del propio proceso de conversión de la biomasa sino también a la mejora de la cantidad y calidad de los co-productos (en especial del DDGS producido a partir del uso de cereales) y a la eficiencia energética de los procesos (por ejemplo, a través del uso de co-productos o residuos del proceso como combustible en plantas de cogeneración).

Dentro del ámbito de los biocarburantes con implantación comercial y fuera del caso del bioetanol y el biodiésel, no se prevee que existan grandes avances en las técnicas de producción y adaptación al uso en el transporte del biogás y el aceite vegetal puro.

Sin embargo, sí se espera que se produzcan importantes mejoras de eficiencia en los procesos relacionados con la producción de biocarburantes actualmente en fase de demostración, como el biobutanol y las grasas hidrotratadas, que permitan reducciones de sus altos costes actuales de producción.

2.2. Bioetanol

2.2.1. Descripción general

El bioetanol¹⁷ se define como alcohol etílico producido a partir de productos agrícolas o de origen vegetal (tanto si se utiliza directamente o mediante modificación o transformación química previas).

2.2.2. Situación actual y evolución

En el ámbito de la producción a nivel mundial, Estados Unidos lidera el ranking, seguido de Brasil, la Unión europea y China.

Las materias primas más utilizadas para la producción del bioetanol en Estados Unidos ha sido el maíz y la caña de azúcar en Brasil. En China se utiliza principalmente el maíz y en menor medida la yuca.

Dentro de la Unión Europea, son Francia y Alemania las que presentan una posición de liderazgo.

Son los cereales y el jugo de remolacha azucarera los que conforman la parte fundamental de la cesta de materias primas.

¹⁷ Plan de energías renovables 2011 – 2020. Accesible desde la siguiente url:
www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_11227_PER_2011-2020_def_93c624ab.pdf

Figura: Tabla de producción de bioetanol en el mundo y en la UE

Mundo Año 2010	Producción de bioetanol (en miles de m ³)
Estados Unidos	49.100
Brasil	26.200
Unión Europea	4.455
China	2.050
Canadá	1.350
Tailandia	410
Colombia	394
Otros	1.675
Total	85.634

Unión Europea Año 2010	Producción de bioetanol (en miles de m ³)
Francia	1.050
Alemania	900

Fuente: F.O. Licht

En la Unión Europea, es la “European Renewable Ethanol Association”¹⁸ la entidad que agrupa a algunas de las principales empresas productoras de bioetanol del continente.

Actualmente cuenta con más de 60 socios, entre los que se encuentran empresas como Abengoa Bioenergía, CropEnergies, Ensus y British Sugar, Tereos o Sekab.

Entre los hechos recientes que marcarán el futuro inmediato del mercado internacional del bioetanol se encuentran:

- En Estados Unidos, la revisión del National Renewable Fuel Standard Program¹⁹ (RFS-2), con el desglose por tipo de biocarburante del objetivo marcado para 2022 por la Energy Independence and Security Act de 2007.
- En Estados Unidos, la decisión tomada en Octubre de 2010 por la EPA con relación al uso de E15 como mezcla sin etiquetar.
- En Brasil, el desarrollo de infraestructuras ligadas al desarrollo de las exportaciones.
- En Europa la implementación de los criterios de sostenibilidad recogidos en la Directiva 2009/28/CE, junto con el resultado de los esfuerzos llevados a cabo entre los principales agentes del mercado en el campo de la normalización, para conseguir una especificación única del bioetanol usado como carburante.

2.2.3. Materias primas

Las principales materias primas empleadas para producir bioetanol son la caña de azúcar, las melazas, la remolacha azucarera y los cereales.

La caña de azúcar es la más utilizada en Brasil, donde en la campaña 2008/2009 se procesaron 569,1 millones de toneladas de caña, para producir 31,0 millones de toneladas de azúcar y 27,5 millones de metros cúbicos de etanol (9,3 millones de metros cúbicos de etanol anhidro y el resto de etanol hidratado). En Colombia la producción de bioetanol a partir de caña es también muy significativa.

¹⁸ <http://epure.org/>

¹⁹ <http://www.epa.gov>

En total, se calcula que en todo el mundo la producción de caña de azúcar dedicada a la fabricación de bioetanol ascendió en 2009 a 294 millones de toneladas.

Por su parte, la melaza empleada como materia prima en algunos países (Brasil o Tailandia, por ejemplo) para producir bioetanol es un residuo del procesado de la caña de azúcar y tanto su precio como su disponibilidad están sometidos a fuertes variaciones en cada campaña.

Sin embargo, la remolacha azucarera es una materia prima que sólo es transformada en bioetanol en la Unión Europea, donde en 2009 se emplearon casi siete millones de toneladas para este fin.

Respecto al uso de cereales, en la campaña 2008/2009 aproximadamente un 6,0% de la cosecha mundial de cereales fue empleada en la producción de bioetanol, aunque teniendo en cuenta que un tercio de ese consumo vuelve al mercado alimentario en forma de DDGS²⁰, el consumo neto en 2008/09 ascendió a un 4% de la cosecha.

En cuanto a la distribución geográfica del consumo, la parte principal corresponde al consumo de maíz en Estados Unidos y China, aunque últimamente se observan apreciables incrementos de consumo de trigo en la Unión europea y Canadá.

3. Cogeneración

La cogeneración es el procedimiento mediante el cual se obtiene simultáneamente energía eléctrica y energía térmica útil.

Si además se produce frío (por ejemplo hielo, agua fría, aire frío, etc) se llama Trigeneración.

La principal ventaja de la cogeneración es su mayor eficiencia energética ya que se aprovecha tanto el calor como la energía mecánica o eléctrica de un único proceso, en vez de utilizar una central eléctrica convencional y para las necesidades de calor una caldera convencional.

Al generar electricidad mediante una dinamo o alternador, movidos por un motor térmico o una turbina, el aprovechamiento de la energía química del combustible es del 25% al 40% solamente, y el resto se disipa en forma de calor.

Con la cogeneración se aprovecha una gran parte de la energía térmica que normalmente se disiparía a la atmósfera o a una masa de agua y evita volver a generarla con una caldera. Evita también los posibles problemas generados por el calor no aprovechado.

El proceso de cogeneración tiene un reparto más o menos fijo entre producción eléctrica/mecánica y calor. Como las necesidades de ambas energías pueden variar de forma diferente es frecuente que haya un excedente de alguna de ellas.

La energía de cogeneración se incluye en el Régimen Especial de Energía²¹ que permite utilizar la cogeneración para proveerse de todo el calor que necesite e inyectar en la red eléctrica la energía eléctrica que no necesite a una tarifa fija. De esta forma se evita que otra central produzca esa energía de forma menos eficiente.

²⁰ Al producir etanol en las plantas, hay parte de los nutrientes que no se usan (por ejemplo proteínas, fibra o aceite). Éstos subproductos se usan para crear alimentos para el ganado, ricos en nutrientes para el ganado. Se denominan "Granos secos de destilería con solubles" (DDGS - dried distillers grains with solubles).

²¹ http://www.cne.es/cne/contenido.jsp?id_nodo=411&&keyword=&auditoria=F

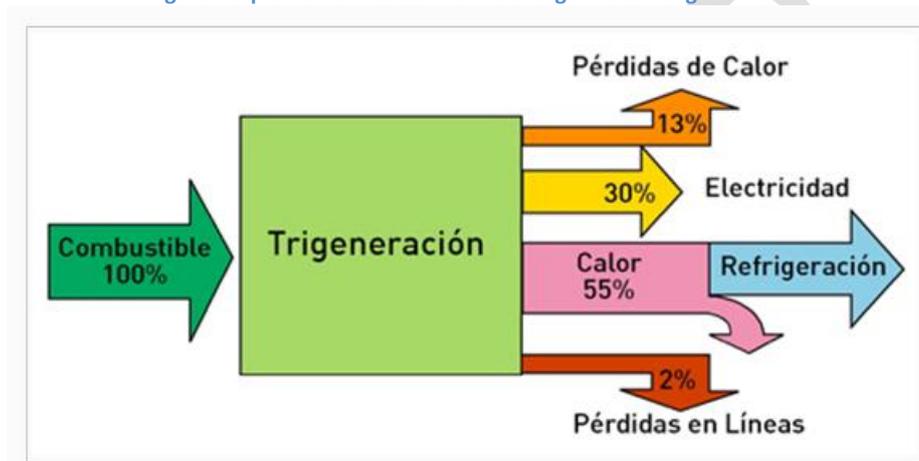
3.1. Trigeneración con biomasa

La trigeneración es un procedimiento similar a la cogeneración; en el que se consigue frío, además de energía eléctrica y calor, típicos de la cogeneración.

Para la obtención de frío se utiliza un proceso de absorción, con el que se genera frío a partir de una fuente de calor.

En la época estival, la demanda de calor disminuye considerablemente, por lo que el calor producido en los equipos de cogeneración puede aprovecharse para generar frío para el aire acondicionado necesario en esta época. De esta forma se consigue a partir de una energía primaria tres tipos de energía, junto con un importante ahorro económico. Es, por ello, una buena alternativa para el medio ambiente, al reducir el consumo eléctrico.

Figura: Esquema de abastecimiento energético con trigeneración



Fuente: www.empresaeficiente.com/es/catalogo-de-tecnologias/plantas-de-trigeneracion

Poseen un alto rendimiento y por ello, las plantas de trigeneración permiten reducir el coste energético de los procesos productivos en los que se necesiten grandes cantidades de calor en forma de vapor o agua caliente, frío industrial o energía eléctrica.

La trigeneración es aplicable al sector terciario, donde además de necesidades de calefacción y agua caliente se requieren importantes cantidades de frío para climatización.

La estacionalidad de estos consumos (calefacción en invierno y climatización en verano) impediría la normal operación de una planta de cogeneración clásica.

Las máquinas de absorción se aplican cuando existe una demanda de frío, bien sea para algún proceso de fabricación, climatización, congelación o conservación, y una energía residual. La instalación de una máquina de absorción nos permite tener una curva de demanda térmica más homogénea a lo largo del año, permitiendo aumentar el tamaño de la instalación de cogeneración.

Las plantas de trigeneración están compuestas por una planta de cogeneración a la que se le añade un sistema de absorción para la producción de frío.

Los sistemas de cogeneración donde se integran habitualmente máquinas de absorción para producción de frío son aquellos que emplean motores alternativos o turbinas de gas, tanto en ciclo simple como combinado.

4. Refrigeración por absorción

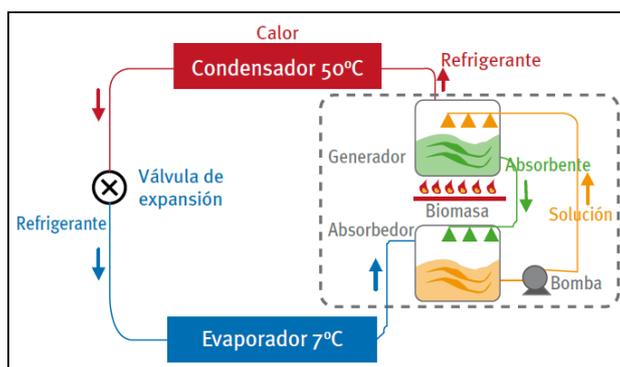
En un sistema de refrigeración por absorción, la energía que acciona el generador de frío es calor en forma de agua caliente, producida en una caldera de biomasa.

El ciclo de absorción está basado en las propiedades de las disoluciones acuosas de ciertas sales como bromuro o cloruro de litio.

Los ciclos de absorción se basan físicamente en la capacidad que tienen algunas sustancias, tales como el agua y algunas sales como el Bromuro de Litio, para absorber, en fase líquida, vapores de otras sustancias tales como el amoníaco y el agua, respectivamente

La máquina de absorción enfría el agua que circula por el circuito de distribución de frío hacia los fancoils²², los climatizadores o el sistema emisor elegido.

Figura: Ciclo de Absorción. Climatización mediante biomasa²³



Fuente: www.mityc.es

A continuación vamos a analizar el ciclo de absorción que se produce de forma detallada:

En el foco frío (evaporador), se produce la adición de calor al refrigerante.

El fluido refrigerante (vapor de agua) se expande en la válvula de expansión y se evapora en el evaporador instalado en el recinto frigorífico. La válvula de expansión separa las zonas de la alta presión y de baja presión de la instalación.

El vapor de agua pasa al absorbedor, donde es absorbido por la disolución, mezclándose y transformándose en disolución diluida. El proceso de disolución en el absorbedor se realiza mediante refrigeración exterior.

La disolución diluida se hace pasar a través de un intercambiador de calor, donde se calienta gracias al calor aportado al fluido desde el exterior. Esto se produce debido al enfriamiento de la disolución, que fluye en sentido contrario (del generador al absorbedor).

La disolución diluida pasa del intercambiador de calor al generador. En el generador, gracias al calor suministrado, se realiza el proceso contrario al que se produce en el absorbedor.

El refrigerante se evapora y se desprende en la parte superior, de donde pasa al condensador. Sin embargo, la mezcla concentrada fluye al absorbedor, donde se repite el proceso de mezcla.

En el condensador, el vapor de agua producido en el generador es condensado por el agua de refrigeración.

La válvula de regulación sirve para mantener separadas la presión del circuito de baja en el absorbedor y la presión alta en el generador.

²² El Fancoil es un sistema de acondicionamiento y climatización de tipo mixto

²³ www.mityc.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Biomasa.pdf

Se utilizan refrigerantes que no sean tóxicos ni peligrosos.

El empleo del sistema de absorción, como alternativa a grupos enfriadores accionados por electricidad, mejora la rentabilidad de la caldera de biomasa ya que se utiliza más horas al año y utiliza pellets o combustibles en épocas de menor demanda.

5. Plan Energías Renovables 2011-2020

Las fuentes renovables de energía tienen cada vez más importancia en las políticas energéticas y medioambientales; debido al consumo creciente de recursos energéticos limitados, el impacto ambiental por la producción y uso de las energías tradicionales, distribución de reservas de energía, los precios de las materias primas energéticas, etc.

La Unión Europea tiene una gran dependencia energética; por lo que es necesario que el autoabastecimiento energético vaya creciendo y se vayan implantando, de forma progresiva, las energías renovables.

En los últimos 30 años aproximadamente, se han publicado distintos planes de energías renovables con el objetivo de promover el uso de las energías renovables, dar mayor seguridad a los inversores así como la promoción de las distintas tecnologías asociadas. Para ello se necesita analizar e identificar las barreras en cada grupo, de forma que los Planes de Energías Renovables contengan medidas concretas para afrontarlas.

El PER 2011-2020²⁴, que ha elaborado la Secretaría de Estado de Energía del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, a través de IDAE, incluye los elementos fundamentales del PANER así como análisis adicionales y un análisis por sectores que contiene las perspectivas de evolución tecnológica y la evolución esperada de costes.

En este plan se realiza un análisis del sector; estudiando la situación actual a nivel nacional e internacional, las distintas perspectivas de evolución tecnológica, barreras y potenciales, análisis de costes, propuesta de medidas, objetivos y medidas de subvención y financiación.

Entre las tecnologías analizadas en este Plan, figuran: biocarburantes, biogás, biomasa, energías del mar, eólica, geotermia, hidroeléctrica, de residuos, fotovoltaica, térmica y termoeléctrica.

6. Ventajas de la biomasa

Resulta interesante destacar algunas de las ventajas a nivel general de la producción de energía eléctrica mediante el uso de biomasa:

- Permite reducir costes, ya que el combustible resulta más económico que el gasóleo o gas.
- Emisiones de CO₂ nulas. La biomasa emite CO₂; pero este es el mismo que el CO₂ que absorbió la planta durante su proceso de crecimiento, por lo que este CO₂ se considera nulo.
- Es renovable, es decir, no se agota siempre que se utilice de forma sostenible.
- Independencia energética del país frente a otros países
- Independencia energética de nuestro hogar frente a las grandes empresas energéticas
- Disminución de las emisiones de azufre y de partículas

²⁴ <http://www.idae.es/index.php/id.670/relmenu.303/mod.pags/mem.detalle>

- Emisiones reducidas de contaminantes como CO, HC y NO_x.
- Reducción del mantenimiento y de los peligros derivados del escape de gases tóxicos y combustibles en las casas.
- Reducción de riesgos de incendios forestales y de plagas.
- Aprovechamiento de residuos agrícolas, evitando su quema en el terreno.
- Posibilidad de utilización de tierras de barbecho con cultivos energéticos.
- Independencia de las fluctuaciones de los precios de los combustibles provenientes del exterior (no son combustibles importados).
- Mejora socioeconómica de las áreas rurales.
- Posibilidad de satisfacer todas las necesidades energéticas: desde el transporte hasta la producción de electricidad o incluso calor para la industria.

Las calderas de biomasa se presentan como una opción cada vez más interesante para el hogar, ante la continua subida de los precios del gasoil. En España llevan funcionando ya varios años y su utilización crece exponencialmente.

Estas ventajas convierten a la biomasa en una de las fuentes potenciales de empleo en el futuro.

7. Energía Solar y Biomasa

La combinación de una caldera de biomasa²⁵ con un sistema de energía solar térmica es una alternativa que permite satisfacer las necesidades de calefacción y agua caliente sanitaria de una instalación.

Las instalaciones solares necesitan disponer siempre de un sistema auxiliar de apoyo, porque la energía solar no es constante.

Es por ello por lo que las calderas de biomasa resultan una opción interesante para sustituir a las calderas convencionales. Las calderas de biomasa cuentan con la ventaja de que permiten reducir la emisión de gases contaminantes y permiten reducir los costes de climatización y ACS de los edificios.

Durante la época de verano, con bajo consumo de energía térmica, la instalación solar puede proporcionar el 100% de la energía demandada y la instalación de biomasa puede permanecer parada, reduciendo sus costes de mantenimiento, sus emisiones y las pérdidas de energía.

Durante la época de invierno, el sistema de biomasa se emplea para proporcionar la energía que no puede obtenerse del sol.

Como se ha dicho, la instalación solar puede ser empleada tanto para ACS como para calefacción, además de para otros usos, como el calentamiento del agua de piscinas o la climatización mediante generación de frío con máquinas de absorción.

En España estas aplicaciones mixtas deben cumplir los siguientes requisitos:

- Consumir prioritariamente la energía solar evitando pérdidas por acumulación.
- Asegurar la correcta complementariedad entre la energía solar y la energía auxiliar (biomasa).
- Es recomendable no utilizar un mismo acumulador para la energía solar con la energía auxiliar (biomasa).

²⁵ www.mityc.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Biomasa.pdf

- Nunca debe mezclarse el agua caliente sanitaria con el agua para calefacción.

Es necesario instalar un depósito de acumulación para cada sistema (uno para el sistema de biomasa y otro para el sistema solar). La instalación de un depósito de inercia es siempre recomendable. Su capacidad aproximada rondaría los 20-30 l/kW.

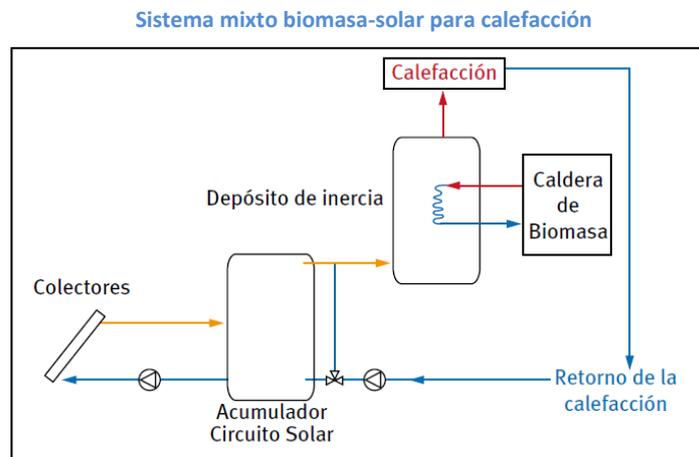


Figura: Esquema gráfico de un sistema mixto biomasa-solar para calefacción
Fuente: www.mityc.es/energia/

Los aspectos básicos que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar un sistema combinado de energía térmica y biomasa son los siguientes:

- Diseño

Es importante considerar la integración de un sistema solar térmico en los primeros pasos del diseño del proyecto, para adaptarlo adecuadamente. Por ejemplo, reduciendo el impacto visual.

- Temperatura de retorno

Cuanto más fría esté el agua de retorno que pasa al sistema solar mayor será su rendimiento. Igualmente, cuanto más baja sea la temperatura de uso también será mayor el rendimiento y menor será la necesidad de la caldera de biomasa. Por ello, es preferible instalar sistemas de calefacción a baja temperatura (por ejemplo, suelo radiante).

- Conexión hidráulica de los captadores

Un buen diseño permitirá mayores incrementos de temperatura en el captador, menores pérdidas, menor energía para el bombeo, menor recorrido de tuberías y mejor temperatura de acumulación.

- Gestión de la acumulación de calor

Debe utilizarse un único acumulador para el sistema de energía solar térmica y lo mejor aislado posible. El uso de más de un acumulador solar implica mayores costes.

- Inclinación de los captadores

La inclinación de los captadores solares se sitúa entre los 35 y los 45 grados para España, dependiendo de la zona y el uso principal. Su orientación debe ser sur. Estas condiciones pueden tener cierto margen de variación cuando las circunstancias lo justifiquen.

- Dimensionamiento del sistema solar

Es necesario estimar la demanda de calor detalladamente y con antelación, para evitar pérdidas de rendimiento de la instalación, sobrecalentamientos en verano, sobredimensionamientos, etc.

8. Residuos

La gestión de residuos en Europa se rige por la Directiva 2008/98 sobre los residuos, que establece la siguiente jerarquía de residuos y ha de servir de orden de prioridades en la legislación y la política sobre prevención y la gestión de residuos:

- a) prevención
- b) preparación para la reutilización
- c) reciclado
- d) otro tipo de valorización; por ejemplo, la valorización energética
- e) eliminación

La incineración energéticamente eficiente²⁶ y la co-incineración en hornos industriales son opciones de gestión que según la legislación relativa a la gestión de los residuos, tienen prioridad frente a la opción del vertedero (es una operación de eliminación).

Desde el punto de vista energético, los residuos que no ha sido posible gestionar previamente, suponen un recurso energético que debe ser tenido en cuenta.

En la medida en que contribuyan a usos finales de la energía, su utilización energética es una opción más favorable que eliminarlos en vertedero; ya que ayudan a diversificar fuentes de energía, reducir la dependencia energética exterior y tienen un alto componente energético.

La Directiva 2009/28 sobre el fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, incluye en la definición de biomasa la fracción biodegradable de los residuos industriales y municipales. Esta fracción se tendrá en cuenta a efectos de la contribución de los residuos a los objetivos de este Plan.

Respecto a la valorización energética de residuos, es conveniente distinguir entre dos tipos de residuos: los residuos sólidos urbanos y asimilables (RSU) y los residuos industriales.

La principal vía en Europa para valorizar energéticamente los **residuos sólidos urbanos** es la incineración.

Las instalaciones de incineración están obligadas a cumplir con la Directiva 2000/76/CE relativa a la incineración de residuos²⁷, que establece unos valores límite de emisión muy exigentes y una alta periodicidad de la medición de emisiones al aire.

El desarrollo de tecnologías, tanto de combustión como de depuración de gases (adición de C activo, lechada de cal, SNCR o SCR, filtros de mangas o precipitadores electrostáticos, etc.), así como una correcta gestión y mantenimiento de las instalaciones, permiten cumplir con dichos valores de emisión.

²⁶ Una vez cumplidos los rendimientos recogidos en la propia directiva

²⁷ transpuesta a la legislación nacional mediante el Real Decreto 653/2003 sobre incineración de residuos

A nivel de residuos industriales, existen instalaciones de incineración principalmente asociadas a los residuos generados por sectores como el del papel (en España, de momento sólo existe actualmente en construcción una planta de este tipo).

En cuanto al uso de combustibles procedentes de **RSU o residuos industriales** en hornos industriales, la valorización energética se produce habitualmente mediante la sustitución de combustibles fósiles en el sector cementero; aunque hay otros sectores (como el papelero, cerámico, centrales térmicas, etc.) que presentan un alto potencial.

Tanto los residuos sólidos urbanos como los residuos industriales pueden procesarse para obtener combustibles derivados de residuos (CDR) y combustibles sólidos recuperados (CSR).

Un CDR es un combustible que se ha obtenido a partir de cualquier tipo de residuo (peligroso o no peligroso, líquido o sólido) y que normalmente sólo cumple las especificaciones establecidas entre el proveedor del combustible y el usuario.

Los CSR son²⁸ combustibles sólidos preparados a partir de residuos no peligrosos para ser utilizados para recuperación energética en plantas de incineración (o co-incineración) y que cumplen los requisitos de clasificación y especificaciones establecidos en la Norma CEN 15359.

9. Proyectos destacados

9.1. Tecnologías de hibridación Solar-Biomasa

Descripción

El Centro Tecnológico Avanzado de Energías Renovables²⁹ (CTAER) ha comenzado a trabajar en una de sus principales apuestas tecnológicas de futuro: la hibridación de la energía solar con la biomasa.

Después de dos años promoviendo el proyecto “Investigación y desarrollo de una metodología para el diseño optimizado de centrales termoeléctricas híbridas sol-biomasa”, el CTAER ha conseguido completar la financiación de un primer proyecto concreto tras la aprobación de un incentivo del 62,6% de la inversión total por la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia en su convocatoria 2010 a los Agentes del Sistema Andaluz del Conocimiento.

El 40% restante de la inversión aproximadamente, lo aportará este centro mediante capital privado.

Financiación

Con una inversión total de 1.751.113€, este proyecto será desarrollado a lo largo de 30 meses por investigadores del CTAER y una empresa del sector.

En la fase inicial, el CTAER establecerá las características básicas y la ingeniería de una central termoeléctrica híbrida solar-biomasa de carácter experimental. De este modo en la segunda etapa sólo habrá que construirla, medirla y evaluarla, para que las empresas hagan de ella un producto comercial.

²⁸ Según la definición del Comité Europeo de Normalización (CEN)

²⁹ http://www.ctaer.com/index.php?mod=subpaginas&id_cat=6&id_pag=26&id_sub=32

Los trabajos previstos incluyen una etapa de experimentos para analizar el comportamiento de algunas partes importantes del proceso, como el gasificador alimentado por biomasa y el sistema de potencia al que se tendrán que acoplar las dos tecnologías de energías renovables (la solar y la de biomasa). El resultado final se plasmará en un software de simulación de una planta piloto para su desarrollo industrial.

El proyecto también incluye la elaboración de un método de análisis económico que permita describir con precisión la rentabilidad de plantas híbridas, y una herramienta de soporte informático complementaria.

El CTAER está especialmente interesado en sistemas híbridos solar-biomasa, para su aplicación en la generación de electricidad, y en generación distribuida y con cogeneración para el aprovechamiento de calor y de frío.

La hibridación en España

En la actualidad, en España no existe ninguna central solar termoeléctrica que hibride con biomasa.

Las centrales en funcionamiento tienen una pequeña hibridación con gas natural porque la legislación española actual permite utilizar hasta un 15 % de gas natural para absorber las variaciones de radiación solar y mejorar la gestión de las centrales.

Ya ha comenzado la construcción de una central híbrida solar-biomasa en Borges Blanques (Lérida), lo cual demuestra el interés de inversores y empresarios por explotar comercialmente estas tecnologías de hibridación renovable.

Termosolar Borges tendrá una potencia de 22,5 MW y, según cálculos estimativos la producción de electricidad (98.000 MWh) podrá abastecer a más de 27.000 hogares y supondrá un ahorro de 24.500 toneladas anuales de CO₂.

Además de los colectores solares cilindro-parabólicos y la planta de biomasa, el complejo contará con una pequeña unidad de gas para compensar los posibles baches de producción puntual de la termosolar durante el día.

Los colectores cilindro parabólicos del campo termosolar de Les Borges Blanques (Lleida), ya se están instalando. Las previsiones estiman que la planta de biomasa estará finalizada en verano, funcionará en pruebas hasta finales de 2012 y se pondrá en marcha en enero de 2013.

Estas son las previsiones³⁰ dadas a conocer por Abantia y Comsa Emte, que son las dos empresas encargadas de construir la primera central híbrida biomasa-termosolar que se construye en España.

A escala internacional esta tecnología también se está implantando en Marruecos, Egipto y Argelia, con participación de empresas españolas.

9.2. Planta de biomasa a escala comercial en Estados Unidos

Descripción

Abengoa ha iniciado la construcción³¹ de la planta de biomasa a escala comercial de Hugoton, situada en Kansas, en Estados Unidos, después de haber recibido la autorización del Gobierno norteamericano en Septiembre de 2011.

³⁰ <http://www.renovablesmadeinspain.es>

El período de construcción está previsto que dure unos 24 meses y se estima que durante este periodo se crearán unos 300 puestos de trabajo directos en la zona.

La planta tendrá una capacidad de producción de unos 100 millones de litros anuales de etanol y empleará a 65 personas.

Se trata de la construcción de la primera planta a escala comercial que producirá etanol de segunda generación a partir de biomasa.

9.3. Proyecto “Pelet in”

Descripción

La Fundación Asturiana de la Energía coordina el proyecto³² “Desarrollo de un Pellet para aplicaciones industriales, PELET IN”.

Tiene como principal objetivo el diseño y fabricación de un pellet, formado por mezclas de biomásas y con unas características de calidad suficientes para ser utilizado en aplicaciones industriales.

Se propone fabricar un pellet industrial, más barato que el obtenido para el sector doméstico, para ser utilizado como combustible en centrales eléctricas o en calderas industriales en aquellos lugares en los que hay que realizar largos desplazamientos de biomasa, donde se deba asegurar que se la suministren bajo unas condiciones de homogeneidad y bajo unos parámetros físicos y químicos muy definidos.

PELET IN ha recibido financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación a través del subprograma INNPACTO.

PELET IN es un proyecto de cooperación público-privada en el que participan cuatro entidades: las empresas Pellets Asturias y HUNOSA, el Instituto Nacional del Carbón y la Fundación Asturiana de la Energía.

PELET IN ha recibido financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación, a través del subprograma INNPACTO, mediante fondos procedentes del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y fondos propios.

PELET IN cuenta con el apoyo del Consorcio Tecnológico de la Energía de Asturias, que es una agrupación de empresas cuya misión es desarrollar proyectos innovadores de interés para el sector energético asturiano.

³¹ www.abengoa.es/corp/web/es/noticias_y_publicaciones/noticias/historico/2011/09_septiembre/abg_20110920.html

³² <http://www.peletin.es/index.php?id=es&oq=1>

Figura: logo de pelet-in



Fuente: www.peletin.es

El proyecto parte de la caracterización en laboratorio de diferentes materias primas, su análisis de combustibilidad y de sus propiedades reactivas. Se plantea la fabricación a escala semi-piloto de pellets con diferentes composiciones hasta conseguir la composición definitiva, a partir de la mezcla de diferentes biomásas y aditivos, que mejor cumpla con los requerimientos establecidos.

Con el fin de buscar una solución que se pueda implementar lo más generalizada posible, también se estudiará la producción de pellets industriales a partir de biomásas torrefactadas.

Una vez definida en el laboratorio la composición del pellets e iniciará la fase de fabricación a escala industrial.

La fabricación se hará en cuatro campañas en las que será necesario realizar los correspondientes ajustes a la cadena de producción para conseguir un pellet con las características necesarias.

El pellet fabricado será utilizado en la central eléctrica de La Pereda (Mieres) donde se probará mediante la tecnología de co-combustión con carbón. Las primeras pruebas se realizarán con caudales de pellets entre 3 y 12 t/h durante 48 horas mientras que la última prueba de co-combustión será de larga duración, con caudales de entre 12 y 15 t/h.

Simultáneamente se realizarán estudios de mercado en los mercados español y europeo para conocer las posibilidades de penetración de este producto.

9.4. Proyectos de Norvento

Norvento³³ viene desarrollando en los últimos años una significativa labor de I+D+i relativa a los procesos tecnológicos de combustión de la biomasa, optimización del aprovechamiento mecanizado de la biomasa forestal y estudio del recurso biomásico forestal en Galicia.

En muchos de los proyectos que lleva a cabo, Norvento colabora con la Universidad de Santiago de Compostela y con el Centro de Innovación y Servicios Tecnológicos de la Madera (CIS-Madera).

Algunos de estos proyectos son:

- “Aprovechamiento energético de los calores residuales de una central de biomasa”: proyecto en el que se investiga el potencial de aprovechamiento térmico en plantas de biomasa, para el secado del combustible antes de su entrada en la caldera.
- Valoración de las cenizas de combustión. “Investigación de la producción y de la eficacia de un fertilizante complejo orgánico-mineral a partir de residuos de empresas gallegas”.

³³ www.norvento.com

- Evaluación de las posibilidades de empleo de las cenizas de combustión. En la actualidad se está llevando a cabo el "Estudio del potencial fertilizante de las cenizas de combustión de la biomasa forestal primaria", en el que se evalúa el efecto que las cenizas de biomasa forestal tienen en la estabilidad nutricional y estructural de los suelos agrícolas.
- Biomasa matorral "Posibilidades de aprovechamiento de la biomasa de matorral en Galicia", investigación llevada a cabo considerando el estudio de recurso biomásico, la optimización del aprovechamiento mecanizado en monte y la incidencia de este aprovechamiento sobre la estabilidad nutricional de estos ecosistemas forestales.
- Estimación de la biomasa mediante teledetección "Aplicación de técnicas de teledetección mediante LIDAR para caracterización del recurso biomásico". Se trata de un estudio del potencial de las tecnologías de sensores remotos para el desarrollo de ecuaciones y tarifas destinadas a la cuantificación del recurso biomásico forestal en Galicia.
- Biogás. "Reducción de la huella ambiental de los residuos generados en explotaciones agroganaderas utilizando procesos de digestión anaerobia." Se pretende reducir el impacto ambiental de los residuos agroganaderos mediante la valorización energética a pequeña escala de purines y otros subproductos. En colaboración con el Departamento de Ingeniería Agroforestal de la Escuela Politécnica Superior de Lugo.

9.5. Central térmica de trigeneración con biomasa para L'Oreal

Cenit Solar construye una central térmica de Trigeneración con biomasa (astilla forestal) asociada al proceso industrial de una fábrica de productos cosméticos en Burgos.

Se trata de una empresa especializada en el desarrollo e instalación de proyectos en energías solar térmica, solar fotovoltaica, biomasa y geotermia. Cuenta con un departamento de investigación y desarrollo que tiene varios proyectos de investigación abiertos en estos momentos.

La compañía, ubicada en el Parque Tecnológico de Boecillo (Valladolid), quiere construir una infraestructura para abastecer la demanda térmica de la fábrica que L'Oréal tiene en el polígono industrial de Villalonquénjar (Burgos).

La empresa de cosméticos donde se instalará la central de trigeneración posee dos calderas de gas natural para la producción de vapor, que se utiliza en las distintas fases del proceso productivo. El vapor se utiliza como calor para el calentamiento del producto, para el calentamiento del agua de lavado y el agua de ósmosis y para el sistema de calefacción.

Sin embargo, la demanda de agua fría, que se realiza mediante electricidad, no está cubierta. El proyecto pretende obtener esta agua fría de una máquina de absorción.

A partir de la central térmica, se pretende proporcionar vapor, agua caliente y agua fría para la climatización del recinto industrial.

La central térmica abastecerá el 100% de la demanda térmica de la fábrica (vapor y agua caliente y agua fría para proceso y climatización).

La central consta de una caldera de aceite térmico de 4.283 kW, un módulo ORC³⁴ de 617kW, dos máquinas de absorción de 600kW cada una y un generador de vapor de 1,5 t/h.

Además, lleva asociada una cubierta fotovoltaica de 500kW de potencia nominal y un secadero para los lodos generados actualmente en el proceso productivo.

³⁴ Ciclo Orgánico de Rankine

Su puesta en marcha reducirá las emisiones de CO₂ en más de un 90 %, y reducirá también los costes asociados a los procesos de la industria al hacer más eficiente el uso de la energía.

Las actuaciones que se han previsto son:

- Sustitución de los aerotermos de vapor generado por gas natural, por un sistema que funcione con agua caliente (máximo 90°C) producida en la caldera de biomasa
- Se limitará el consumo de vapor al estrictamente necesario
- Se producirá el agua fría para el proceso y para climatización mediante máquina de absorción en lugar de emplear electricidad
- Se instalará un sistema de cogeneración por ORC; instalar una cubierta fotovoltaica e
- Se instalará un secadero de lodos para abaratar el transporte a vertedero

El proyecto lo explotará la empresa creada: Cogeneración BIOCEN S.L., participada actualmente en su totalidad por CENIT SOLAR Suministros Energéticos S.L.

La central se ubicará en el Polígono Villalonquéjar, Burgos.

Este proyecto se presentó a los Premios a la Innovación Tecnológica de la 5ª edición de Expobioenergía³⁵, dentro de la categoría 'Proyectos de bioenergía a mediana y gran escala'.

9.6. Planta de biomasa por combustión de paja (Navarra)

Descripción

Es una instalación³⁶ de 25 MW de potencia instalada que utiliza como combustible paja de cereal para producir electricidad.

La planta produce 200 millones de kW/hora al año, que suponen casi el 5% del consumo eléctrico de Navarra en 2005. Se necesitan 160.000 toneladas de paja al año como combustible. En el futuro, podrá complementarse el suministro con residuos madereros.

La planta se sitúa en el polígono industrial de la localidad de Sangüesa (Navarra), sobre un solar de 105.000 m².

Está situada próxima a zonas de producción importante de paja, lo que reduce desplazamientos. Se halla próxima a la carretera general, lo que facilita la entrada de camiones.

También existen en las proximidades un canal, del que se deriva el agua necesaria para la refrigeración de la planta, y una subestación eléctrica situada en el polígono industrial, lo que permite una línea de conexión eléctrica de longitud reducida, que va enterrada.

La paja recogida en el campo se acumula en forma de pacas en pajeras distribuidas por distintas zonas, y los camiones las transportan hasta el almacén de la planta.

A partir de aquí, el **proceso** es el siguiente:

- Tres puentes grúa realizan la descarga de las pacas, registran su peso y humedad y las trasladan a la zona de almacenamiento.
- El sistema de control recoge de forma automatizada las pacas del almacén y las deposita en una cinta transportadora que las lleva hasta la caldera.

³⁵ www.expobioenergia.com

³⁶ www.accionaenergia.es/media/219309/ACCIONA_Planta%20de%20Sangüesa_ES.pdf

- La paja es desmenuzada antes de entrar en la caldera y cae sobre la parte superior de una parrilla vibratoria ubicada en la misma, que favorece la combustión y evacuación de los inquemados.
- La combustión de la paja calienta el agua que circula por las paredes y sobrecalentadores de la caldera, hasta su conversión en vapor.
- A partir de este momento se produce un triple proceso concatenado: el vapor, tras pasar por los sobrecalentadores a 540º y 90 Kg/cm² de presión, mueve una turbina conectada a un generador, que produce electricidad a 11 kV.
- Esa electricidad producida se transforma a 66 kV y se traslada por canalización subterránea hasta la subestación en red de la compañía distribuidora de electricidad.
- El vapor de agua que ha pasado por la turbina, ya a menor presión y temperatura, se lleva hasta un condensador, refrigerado por el agua tomada del canal que recorre el polígono industrial. Merced a ese descenso térmico, el vapor de agua vuelve a estado líquido y se traslada en circuito cerrado hasta las paredes de la caldera iniciándose de nuevo el proceso.
- El agua utilizada para la refrigeración del condensador vuelve de nuevo al canal. La combustión de la paja produce inquemados, que se depositan en el fondo de la caldera, y cenizas volantes, que se retienen en el depósito del filtro de mangas antes de evacuar los gases por la chimenea. El porcentaje de residuos es del 5% en relación al combustible empleado.

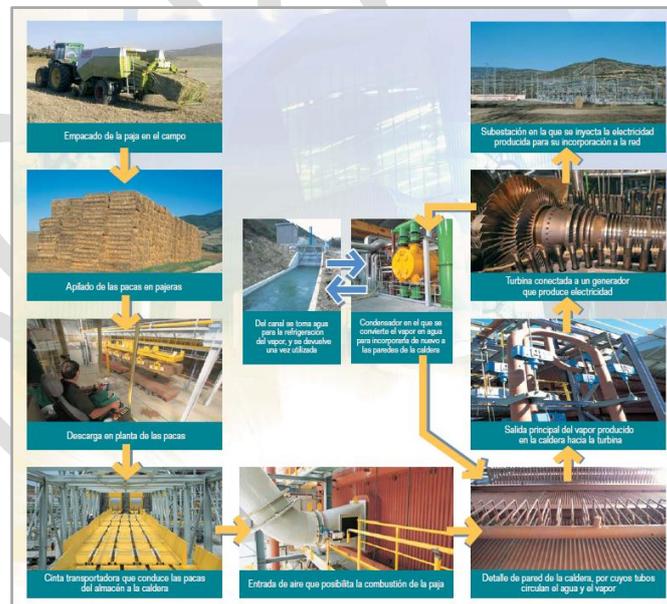


Figura: Imagen ilustrativa del proceso de producción de energía
Fuente: Acciona

Para la producción de energía eléctrica, la planta de Sangüesa aprovecha un residuo natural, que desprende CO₂ al descomponerse en el campo o quemarse en el medio natural. Se evitan así las emisiones de efecto invernadero en centrales térmicas que queman carbón o fueloil.

La biomasa es neutra en el ciclo del CO₂, ya que las emisiones provocadas en la combustión de un residuo agrario como la paja son sustancialmente iguales al CO₂ captado por la planta de cereal de la que surgió la paja durante su vida útil.

Los niveles de emisiones de gases son inferiores a los límites fijados en las normativas española y europea. Un sistema de vigilancia permite la monitorización de las emisiones.

Se ha comprobado que el calentamiento del agua del canal utilizada en la refrigeración no ocasiona afecciones negativas en los cultivos ubicados en el recorrido posterior del canal. Los residuos sólidos generados -inquemados y cenizas- se emplean para la elaboración de abonos orgánicos y fertilizantes agrícolas.

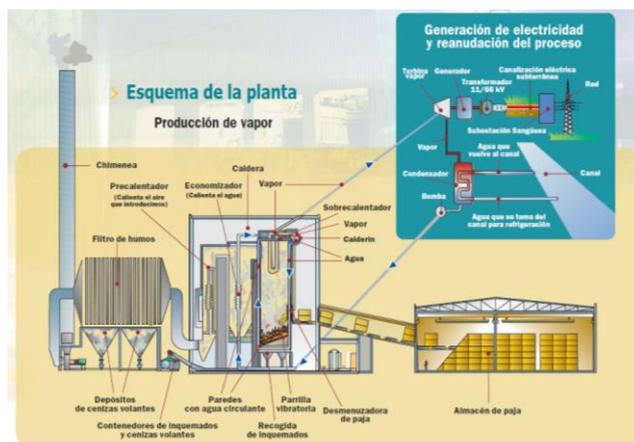


Figura: Esquema de la planta de producción de vapor
Fuente: Acciona

Financiación

La inversión ha sido de 50 millones de euros y ha supuesto la creación de unos 100 empleos (directos e indirectos).

Acciona ha construido otras dos plantas de biomasa en España, ambas con una potencia de 16MW y que se pusieron en marcha en el año 2010. Están situadas en Briviesca (Brugos) y en Miajadas (Cáceres).

10. Referencias

Webs

- <http://www.mityc.es>
- <http://www.empresaeficiente.com>
- <http://placas-solares.webnode.es>
- <http://www.fabersolar.com>
- <http://www.soliclima.es>
- <http://www.accionaenergia.es>
- <http://www.mityc.es/energia/>
- <http://www.expobioenergia.com/>
- <http://www.idae.es>
- <http://www.amarre.com>
- <http://www.energiasrenovables.ciemat.es>
- <http://www.cne.es>
- <http://www.peletin.es>
- <http://www.idae.es>
- <http://www.ctaer.com>
- <http://epure.org>
- <http://www.aenor.es>
- <http://www.epa.gov>
- www.guascor.com
- www.inerco.es
- <http://www.taimwesor.com>
- <http://www.utp.edu.co>

Documentos

- Plan de Energías Renovables 2011-2020. Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE)
- Energía de la biomasa. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
- Biomasa: Gasificación. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
- Biomasa: Edificios. Instituto para la diversificación y Ahorro de la Energía.