

Biomasa

Industria



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE INDUSTRIA, TURISMO
Y COMERCIO



Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía

Energía de la
Biomasa

Biomasa

Industria

TÍTULO

“Biomasa: Industria”

DIRECCIÓN TÉCNICA

IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía)

ELABORACIÓN TÉCNICA

ESCAN, S.A.

.....
Esta publicación ha sido producida por el IDAE y está incluida en su fondo editorial.

Cualquier reproducción, parcial o total, de la presente publicación debe contar con la aprobación por escrito del IDAE.

Depósito Legal: M-27146-2008

ISBN: 978-84-96680-31-9
.....

IDAE

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

c/ Madera, 8

E - 28004 - Madrid

comunicacion@idae.es

www.idae.es

Madrid, mayo 2008

Introducción	5 -
1 La biomasa como combustible alternativo	7 -
2 Valorización de la biomasa en la industria	13 -
2.1 Aplicaciones	13 -
2.2 Técnicas para combustión de la biomasa	14 -
2.3 Sistemas basados en la gasificación del recurso	20 -
3 Suministro de biomasa	21 -
4 Ejemplos	23 -
4.1 Cocombustión en Cales de Pachs, S.A.	23 -
4.2 Fábrica de puertas de madera en Daimiel (Ciudad Real)	25 -
4.3 Utilización de la biomasa en aserradero de Cadavedo - (Asturias)	26 -
4.4 Granja porcina en Santa Cruz de la Zarza (Toledo)	27 -
4.5 Sistema para el secado de lodos en Talavera de la Reina - (Toledo)	29 -
4.6 Industria del algodón en Dos Hermanas (Sevilla)	31 -
4.7 Industria del corcho en Mérida (Badajoz)	32 -
4.8 Industria ladrillera en Castilleja del Campo (Sevilla)	33 -
4.9 Industria extractora de aceite en Baeza (Jaén)	34 -
4.10 Papelera en Alfara de Algimia (Valencia)	35 -
4.11 Fábrica de contrachapados en La Coruña	36 -
4.12 Fábrica de puertas en San Leonardo de Yagüe (Soria)	37 -
4.13 Caldera de biomasa en una planta de tratamiento - de residuos sólidos urbanos	38 -
5 Bibliografía y referencias	39 -





INTRODUCCIÓN

Este documento tiene como principal objetivo presentar el uso eficiente de la biomasa para aplicaciones térmicas en la industria y describir el desarrollo en la práctica de algunas instalaciones en diversos sectores industriales.

La biomasa es un combustible capaz de cubrir, en muchos casos, las mismas necesidades que los combustibles fósiles y con rendimientos elevados (existen en el mercado calderas de biomasa con rendimientos de hasta el 90%) y una elevada automatización.

El coste económico de la biomasa generalmente es inferior al de otros combustibles (como son el gas natural y el gasóleo) incluso puede llegar a tener un coste cero dependiendo de los mercados si la biomasa es un residuo del propio proceso industrial de la fábrica. Por ejemplo, en un aserradero se pueden aprovechar las cortezas, costales y otros residuos como combustibles para el secado de madera.

Otra de las ventajas de la biomasa es la diversificación y la posibilidad de hibridación de combustibles biomásicos, incluso de mezclas de éstos con otros de origen fósil. Algunas de las calderas existentes en el mercado tienen la propiedad de poder trabajar con diversas biomásas pudiendo elegir la que más convenga al empresario en cada momento o mezclarla en distintas proporciones. Existen fábricas cerámicas, papeleras, cementeras y de yeso que emplean una mezcla de combustibles biomásicos o de combustibles fósiles y biomasa en su proceso industrial.



1 La biomasa como combustible alternativo

La biomasa residual sólida se presenta como combustible alternativo para numerosas industrias que necesitan calor en sus procesos y servicios. Su interés para el sector industrial reside en su aceptable poder calorífico, buen comportamiento como combustible y su bajo coste. Algunos ejemplos de este tipo de biomasa son: la cáscara de almendra, el orujillo, las podas de frutales, el serrín, el hueso de aceituna, etc.

Estos combustibles pueden sustituir a los combustibles fósiles en procesos industriales que necesitan aporte térmico, como son el secado, la producción de agua caliente, vapor, aceite térmico, etc.

El contenido energético de la biomasa se mide a través de su poder calorífico. La tabla de la página siguiente recoge el poder calorífico inferior (PCI) para distintos contenidos de humedad de los recursos de biomasa más habituales. Para otros porcentajes de humedad, que afectan directamente a dicho PCI, se puede aplicar un factor de corrección aproximado como se indica en la figura 1.1.

Productos		Humedad (%)	PCI (kcal/kg)	Humedad (%)	PCI (kcal/kg)
Leñas y ramas	Coníferas	20	3.590	40	2.550
	Fronosas		3.310		2.340
Serrines y virutas	Coníferas	15	3.790	35	2.760
	Fronosas autóctonas		3.580		2.600
	Fronosas tropicales		3.780		2.760
Cortezas	Coníferas	20	3.650	40	2.650
	Fronosas		3.370		2.380
Vid	Sarmientos	20	3.280	40	2.310
	Ramilla de uva	25	2.950	50	1.770
	Orujo de uva	25	3.240	50	1.960
Aceite	Hueso	15	3.860	35	2.810
	Orujillo		3.780		2.760
Cáscara frutos secos	Almendra	10	3.940	15	3.690
	Avellana		3.710		3.470
	Piñón		4.090		3.830
Cacahuete		10	3.480	15	3.260
Paja de cereales		10	3.630	20	3.160
Cascarilla de arroz		10	3.370		
Girasol	Residuo del campo	10	3.310	15	3.090
Papel	Cartón, papel vario	5	3.780	10	3.630
	RSU frac.		4.480		4.210
	Plást.-pap.				

Tabla 1.1: Poderes caloríficos de biomosas. Fuente: CIEMAT.

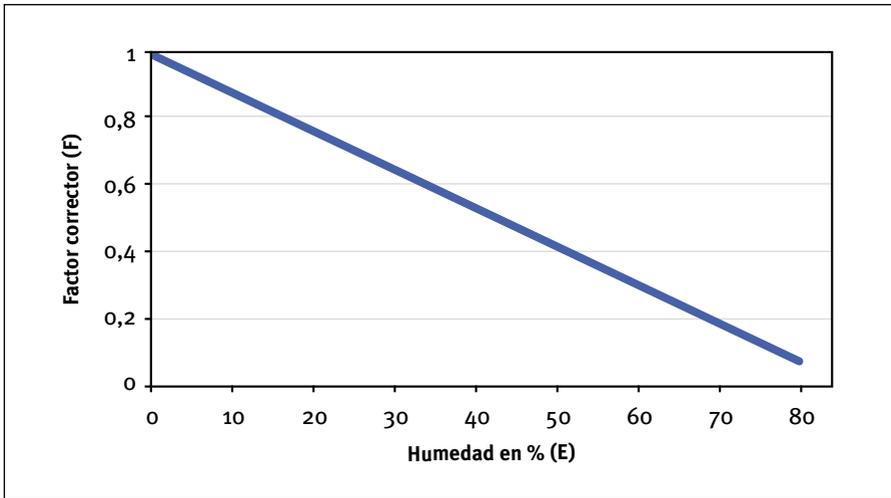


Figura 1.1: Factor de corrección en función de la humedad.

Esta variedad de combustibles, unida a la capacidad de adaptación de las tecnologías de aprovechamiento energético a los diferentes recursos existentes, provocan que en la actualidad muchas de las actividades industriales puedan llegar a satisfacer toda o parte de su demanda energética con biomasa.

Con los equipos que en la actualidad existen en el mercado se pueden conseguir rendimientos de combustión muy elevados; los rendimientos en los procesos industriales de elevada potencia pueden llegar a alcanzar hasta el 95% si se acoplan equipos de recuperación de calor. Los avances tecnológicos conseguidos, tanto en los sistemas de alimentación de la biomasa como en los equipos de combustión, hacen que en muchas ocasiones sean tan eficientes, cómodos y competitivos como los basados en combustibles fósiles.

En general, una planta de combustión de biomasa consta de los siguientes sistemas:

- Almacenamiento de combustible.
- Transporte del combustible al equipo de combustión.
- Equipos y cámara de combustión.
- Caldera (vapor, agua caliente, aceite térmico).
- Recuperadores auxiliares de calor.
- Depuración de gases.
- Extracción de cenizas.

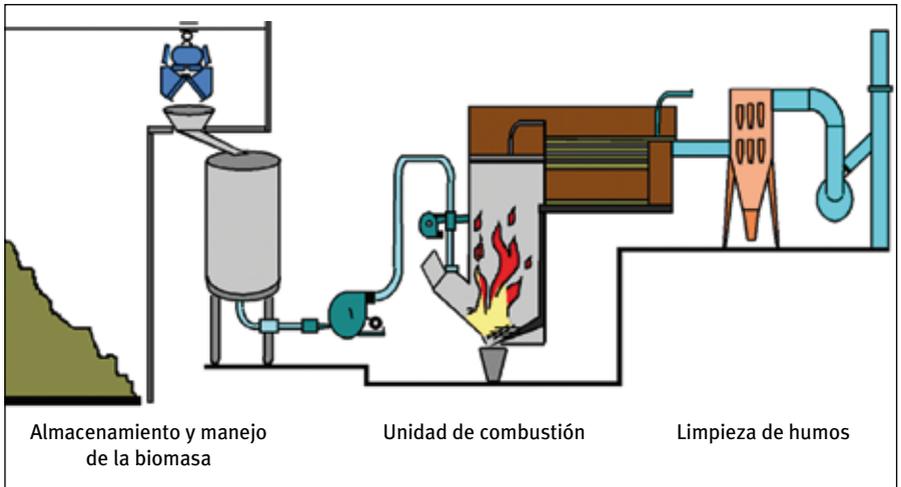


Figura 1.2: Esquema de una instalación de biomasa.

Existen diferentes tecnologías para llevar a cabo la combustión de la biomasa: cámaras de parrilla, combustión en lecho fluido, etc. También puede utilizarse biomasa en hornos industriales.

Otro método empleado en las industrias que utilizan biomasa como combustible es la gasificación. Este método consiste en la producción de un gas, a partir de la biomasa, y emplearlo para la producción de energía térmica y eléctrica. De este modo se obtiene un proceso con un rendimiento más elevado aunque también supone un incremento en la inversión.

En función de las características del recurso y de la demanda (energía a baja o a alta temperatura y cantidad de la misma a suministrar) puede ser más idóneo uno que otro, pero en todos los casos, los avances tecnológicos antes mencionados proporcionan tanta seguridad como los sistemas basados en combustibles fósiles, con la ventaja de que el coste y las emisiones disminuyen.

El primer paso que toda industria debe dar para valorar la posibilidad del aprovechamiento energético de la biomasa es evaluar la cantidad y calidad de los recursos de biomasa propios o de los productores/distribuidores a los que tenga acceso, de manera que se obtenga el combustible a bajo coste. Como caso práctico se expone un ejemplo:

- Una industria tiene una demanda anual de calor de 10.800 GJ/año (260 tep, utilizando gasóleo con un rendimiento del 90%) y dispone de una caldera de gasóleo de 1.000 kW de potencia nominal, funcionando 3.000

horas anuales, con una carga media del 70%. Por ser muy antigua se plantea la posibilidad de sustituirla por otra caldera con el mismo combustible o por una instalación con biomasa. Se dispone de 2 tipos de biomasa en la zona: poda de vid (sarmientos) con humedad del 30% y cáscara de almendra con humedad del 15%. La inversión en el caso de la caldera de gasóleo es de 43.800 € y la instalación del sistema con biomasa ascendería a 180.000 €.

Con los valores de la tabla 1.1, el PCI de la cáscara de almendra con el 15% de humedad es de 3.690 kcal/kg. El PCI de los sarmientos de vid se obtiene de la misma tabla, pero aplicando el factor de corrección de la figura 1.1 ya que la humedad es del 30% y ésta no figura directamente en la tabla.

A continuación se calculan las toneladas anuales necesarias para obtener el calor demandado (260 tep) para cada combustible y considerado por la biomasa un rendimiento del 85%, frente a un 90% del gasóleo. También, aplicando los precios de mercado, se obtienen los costes anuales en cada caso.

	PCI (kcal/kg)	Humedad (%)	Energía Primaria (tep)	t/año	Precio (€/t)	Coste anual (€)
Cáscara de almendra	3.690	15	305,88	829	58,1	48.164,9
Poda de vid (sarmiento)	2.762	30	305,88	1.107	40,5	44.833,5
Gasóleo	9.700		288,80	298	780	232.440

Tabla 1.2: Comparación de costes de los combustibles.

Los resultados obtenidos en la tabla 1.2 muestran la gran diferencia existente entre la biomasa y el gasóleo. Los costes anuales en combustible pueden llegar a reducirse en 187.606 € al año si se emplea poda de vid en vez de gasóleo. Adicionalmente, las estimaciones propias del industrial sobre la evolución del precio del gasóleo es un elemento clave.

Hay que tener en cuenta que si la producción de biomasa es fuertemente estacional sería conveniente rellenar la tabla anterior con datos mensuales en vez de anuales. Además, es posible que la disponibilidad de biomasa no coincida con los períodos de mayor demanda térmica, lo que obligaría a estudiar las posibilidades

de almacenamiento. Otros factores que se consideran en el ejemplo son los costes de operación y de mantenimiento, estimados en un 15% de la inversión para el sistema con biomasa y un 10% para la inversión con gasóleo. Se puede estimar que el ahorro económico de la industria es:

a) Sobreinversión = Inversión en biomasa - Inversión en gasóleo = 136.200 €

b) Costes de combustibles, operación y mantenimiento

– Con cáscara de almendra: 48.164,9 € + 27.000 € = 75.165 €

– Con poda de vid (sarmientos): 44.833,5 + 27.000 = 71.833 €

– Con gasóleo: 232.440 + 4.380 = 236.820 €

c) Ahorro:

1 Coste con gasóleo - Coste con cáscara de almendra = 161.655 €

2 Coste con gasóleo - Coste con poda de vid (sarmientos) = 164.987 €

d) Periodo de retorno de la sobre-inversión:

– Con cáscara de almendra: $\frac{136.200}{161.655/12} = 10,11$ meses

– Con poda de vid: $\frac{136.200}{164.987/12} = 9,9$ meses

Con el periodo de retorno simple de la sobreinversión se aprecia que es económicamente factible la instalación con biomasa en sustitución del gasóleo.

La combustión de la biomasa no supone un incremento neto de CO₂ a la atmósfera. Al tener escaso o nulo contenido en azufre, la combustión de la biomasa no produce óxidos de este elemento, causantes de las lluvias ácidas, como ocurre con los combustibles fósiles.

Otra ventaja de la combustión de la biomasa es que permite recuperar en las cenizas de la combustión importantes elementos minerales de valor fertilizante, como fósforo y potasio.

La realización de inversiones en equipos que posibiliten la utilización térmica de la biomasa en la industria cuenta con ayudas a fondo perdido convocadas por las Comunidades Autónomas. Por tanto, la información relativa a las condiciones, plazos, etc. debe solicitarse a cada consejería correspondiente. Estas ayudas, total o parcialmente, se financian a través de Convenios de Colaboración entre IDAE y cada Comunidad Autónoma.

2 Valorización de la biomasa en la industria

2.1 APLICACIONES

Las posibles aplicaciones de la biomasa en la industria pueden abarcar todos los usos térmicos en los diferentes sectores. Caldera de agua caliente, aceite térmico y vapor, así como secaderos y hornos, pueden emplear biomasa como combustible.

Las aplicaciones de la biomasa en las industrias abarcan un amplio campo de nuevas posibilidades en el proceso industrial, en las operaciones de secado, en la producción de agua caliente o de aceite térmico e incluso en la climatización de naves industriales.

La utilización de combustibles biomásicos en hornos cerámicos en el proceso de fabricación de ladrillos, tejas y bovedillas puede ser un ejemplo de mejora de la rentabilidad con este tipo de combustibles. La utilización de biomasa en este sector se remonta a los años 80, cuando las empresas deciden diversificar las fuentes de energía para sus procesos.

Otra aplicación práctica puede ser la operación de secado, que es inherente a procesos industriales en el sector de ladrillos y tejas, vidrio y cemento y otros subsectores industriales que requieren energía térmica en sus procesos de fabricación. El calor suministrado en los secaderos de madera, tabaco y otros productos agrícolas, sector cerámico, salazones, etc., puede tener su origen en la combustión de biomasa residual, sustitutiva de otros combustibles tradicionales y de mayor precio.

Si el uso térmico demandado va a ser cubierto por un proceso de intercambio en una caldera, en principio no existen limitaciones técnicas en el uso de la biomasa como combustible. Aunque los sectores en los que más extendido se encuentra el uso de la biomasa son los relacionados con la madera, cualquier sector industrial puede tener en cuenta este combustible.

En las industrias de primera y segunda transformación de la madera, es decir, en los aserraderos, fabricación de tableros y muebles, etc. es posible valorizar los residuos del tratamiento y fabricación, bien para usos propios, o para la venta a otros sectores industriales. Así, por ejemplo, se estima que en las serrerías de madera industrial sólo un tercio de la madera que llega del monte libre de ramas se utiliza para tableros de carpintería. De los dos tercios restantes uno está constituido por los costales que pueden tener aprovechamiento en industrias de tableros aglomerados o bien valorizarse como combustible, y el otro está formado por residuos tales como cortezas, serrín, virutas y puntas.

En el sector de pasta y papel se pueden utilizar los residuos sólidos (cortezas, ramas, virutas y serrines) para generar calor y electricidad necesarios en el proceso. Las “lejías negras” procedentes de la deslignificación de la madera también se utilizan para la generación de energía en calderas especiales.

2.2 TÉCNICAS PARA COMBUSTIÓN DE LA BIOMASA

Existen actualmente diversas técnicas para la combustión de la biomasa. Los parámetros fundamentales que condicionan la elección de una u otra son la humedad y la granulometría del residuo. De acuerdo con lo expuesto anteriormente, las soluciones técnicas para la combustión de la biomasa se pueden agrupar en tres tipos:

- -Combustión en masa: es el tipo de combustión de hogar rotativo o en parrilla tipo vibrante. La biomasa, que puede ser de gran tamaño, se deposita en la parrilla o lecho donde permanece hasta completar su secado y combustión.

Es adecuada para combustibles de alto contenido de humedad y que generan residuos de composición muy variable. En este tipo de combustión, el combustible comparativamente no necesita demasiados tratamientos previos, por lo que presenta notables ventajas de versatilidad aunque es un sistema más caro.

- -Combustión en suspensión: el combustible es lanzado al hogar a través de un quemador y se quema en suspensión, sin que la materia toque las paredes o se deposite en el fondo del hogar. Es un sistema adecuado para combustibles de bajo contenido en humedad y un estrecho rango

de distribución de tamaños. El combustible es transportado por un sistema neumático.

- Combustión en semi-suspensión: en este tipo de combustión la materia se deposita sobre una parrilla, realizándose la combustión de la materia ligera en suspensión y la de la parte pesada en la parrilla. El combustible debe tener un tamaño medio típico de 3-50 mm y no debe presentar problemas de aglomeración o autopegamiento.

Existe una amplia variedad de sistemas para la combustión de biomasa en calderas que pueden suministrar el calor requerido en las industrias. Se pueden mencionar entre otros los siguientes:

- Sistemas de parrilla.
- Hogares rotativos.
- Quemadores de tornillo.
- Cámaras torsionales.
- Combustión en lecho fluidizado.

2.2.1 Sistemas de parrilla

La parrilla es una estructura metálica destinada a mantener el combustible en el hogar y facilitar el paso del aire primario de combustión. Se construyen mediante piezas de fundición de formas diversas, a través de las cuales circula el aire de combustión. El área total de las aberturas del emparrillado varía entre el 20 y el 40% de la superficie total de la parrilla y depende del tipo de biomasa empleada.

Las parrillas han de tener la posibilidad de evacuar las escorias, para lo que se disponen con un cierto grado de inclinación y algún sistema que facilite el movimiento hasta el punto más bajo, desde donde son extraídas. Este es el método de combustión más comúnmente empleado.

Así pues, la parrilla constituye la solera del hogar y proporciona la superficie sobre la cual se queman las partículas de combustible más grandes. Puede estar refrigerada por aire o por agua, en cuyo caso llevan soldados en su parte inferior una serie de tubos por los cuales circula el agua de refrigeración. Además, debe estar preparada para la extracción automática y continua de cenizas.

Existen diversos modelos de parrillas, en función del tipo de biomasa sólida que se trate y sobre todo dependiendo de su humedad. Así, se pueden distinguir los cuatro grupos siguientes:

- **Hogares de parrilla fija**, que son indicados para combustibles biomásicos en los que predominen las partículas pequeñas y de baja humedad. La

combustión se realiza de forma heterogénea, ya que el combustible apilado sobre la parrilla se encontrará en diferentes estados de combustión.

- **Hogares de parrilla inclinada**, adecuados para biomásas de granulometrías y humedades muy variables que tienden a formar gran cantidad de cenizas. En este tipo de hogares los residuos se desplazan por resbalamiento a lo largo de la parrilla, por lo que la combustión resulta más homogénea que en el caso anterior. Además, la retirada de las cenizas se suele realizar de forma relativamente fácil por medios mecánicos, ya que a medida que se producen van cayendo de la parrilla al cenicero.

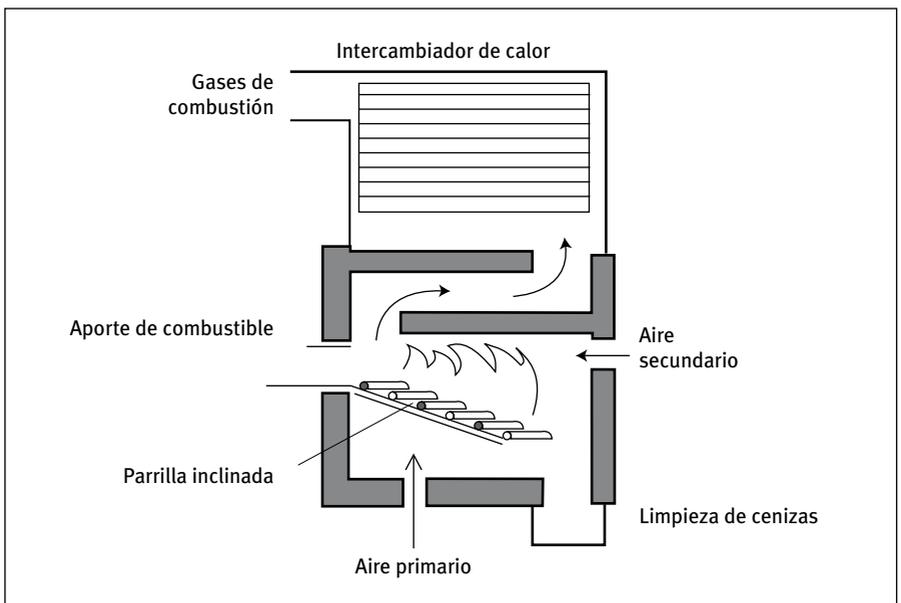


Figura 2.1: Esquema de caldera con parrilla.

- **Hogares de parrilla móvil**, apropiados para biomásas con una elevada fracción de inertes, de forma que en su combustión se crea una gran cantidad de cenizas. Están provistos de un sistema tractor que permite el movimiento de la parrilla y la descarga continua de las cenizas.
- **Hogares de parrilla vibratoria**, que permiten una descarga automática e intermitente de las cenizas. El tiempo de vibración y el de reposo se pueden ajustar en función de las características del combustible. La duración de la vibración suele variar entre 4 y 10 segundos según la carga de la misma y el tipo de combustible. Este tipo de parrilla suele tener refrigeración por agua.

2.2.2 Hogares rotativos

Se trata de hogares de forma cilíndrica que mediante un mecanismo y el accionamiento de un motor se mantienen en rotación. Variando la velocidad de rotación del horno se modifica el tiempo de permanencia del combustible, lo que resulta un método muy eficiente para el control de la combustión.

Este tipo de hogares se utiliza para distintos tipos de biomasa y particularmente para residuos muy heterogéneos y con amplios márgenes operativos.

2.2.3 Quemadores de tornillo

Es uno de los sistemas de combustión más empleados en instalaciones pequeñas y de potencia hasta 6 millones de kcal/h. Se utilizan para quemar residuos sólidos con humedades de hasta el 35% y granulometrías máximas de 30 mm.

La combustión ha de realizarse en un volumen restringido, lo que provoca elevadas temperaturas de llama y la consiguiente formación de escorias.

2.2.4 Cámaras torsionales

Están provistas de un tipo de quemador diseñado para quemar combustibles sólidos pulverizados, con tamaños comprendidos entre 0,1 mm y 30 mm como máximo (cáscaras de semilla de girasol, de algodón, serrines, orujillos, etc.), ya que el comburente debe poder ser transportado neumáticamente. Además, no son recomendables humedades superiores al 30%.

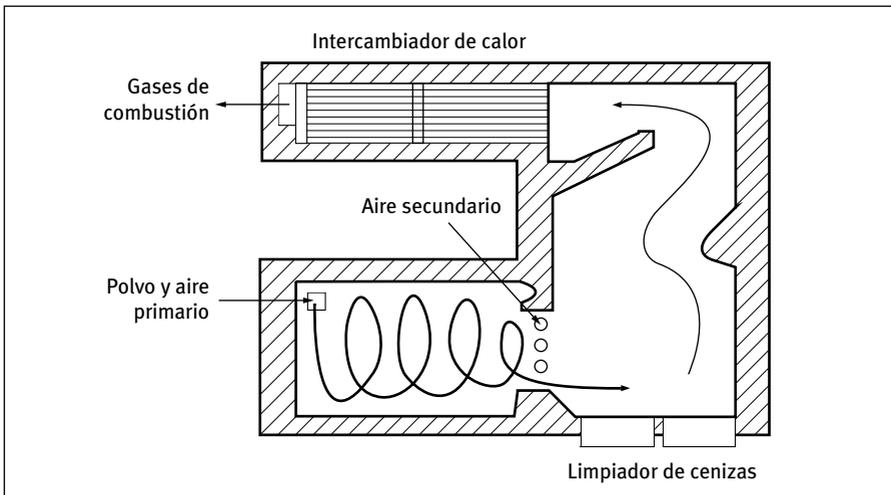


Figura 2.2: Esquema de caldera de biomasa pulverizada.

El combustible se introduce a presión en la cámara de combustión mediante un sistema neumático y de forma que adopta un movimiento helicoidal dentro de la cámara, al mezclarse con el aire de combustión. Las partículas de combustible se mantienen en suspensión aerodinámica, produciéndose en primer lugar un proceso de volatización. El residuo carbonoso que queda se concentra en la periferia de la cámara, donde existe una mayor presión parcial de oxígeno, lo que permite la rápida conversión de estas partículas carbonosas a la fase gaseosa.

2.2.5 Combustión en Lecho Fluido (CLF)

El lecho fluido en sus diferentes variantes es una tecnología de combustión limpia, que se viene usando de forma creciente para resolver problemas de eliminación de residuos de todo tipo, con aprovechamiento energético y respetando los límites medioambientales establecidos.

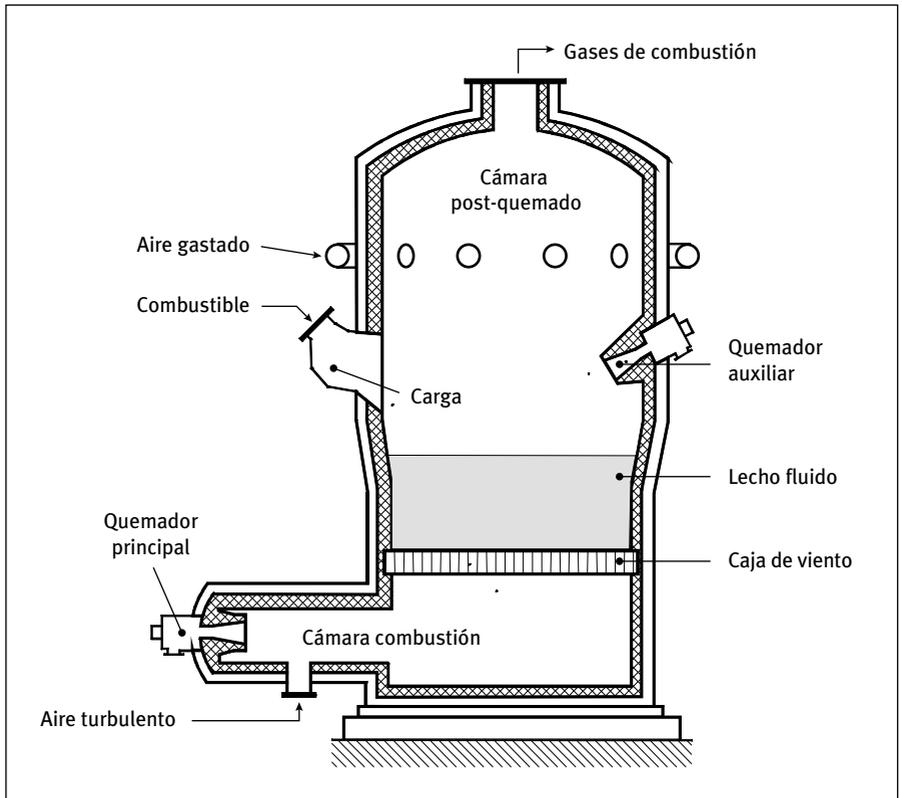


Figura 2.3: Esquema de lecho fluido estacionario.

En una caldera de lecho fluido típica, la biomasa, junto con el material inerte del lecho, por ejemplo arena, sílice, alúmina o cenizas, y un sorbente (caliza) se mantienen en suspensión por medio de una corriente de aire. Es posible controlar los parámetros que influyen en la combustión: turbulencia, tiempo y temperatura (normalmente 800 °C-900 °C). Mediante estos controles se aprovechará el calor generado a una temperatura más baja que en una caldera convencional, pero sin pérdida de eficiencia. Con estas temperaturas se está por debajo de la formación de emisiones contaminantes de los óxidos de nitrógeno y también se evitan los problemas de sinterización y formación de escorias asociados con las calderas convencionales.

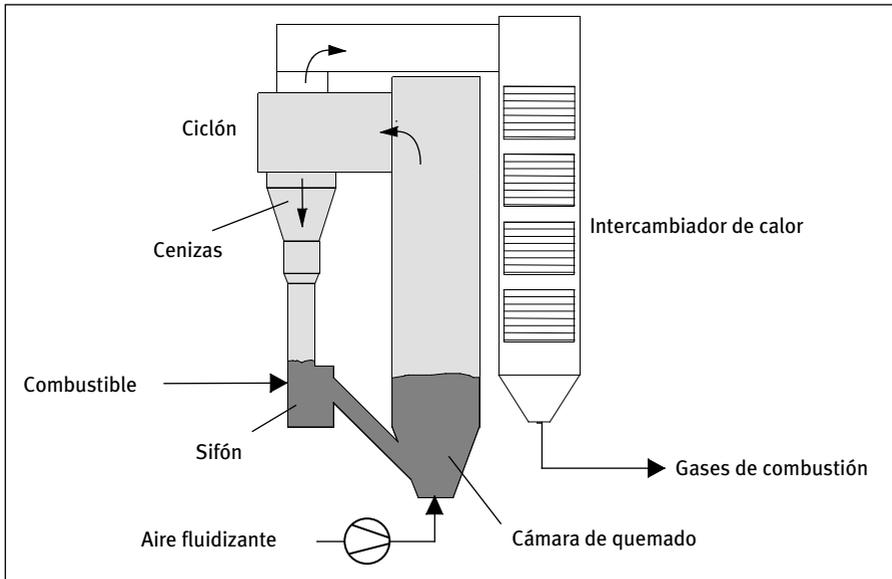


Figura 2.4: Esquema de caldera de lecho fluidizado circulante.

La combustión en lecho fluido con recuperación de energía está considerada hoy en día como una de las alternativas más convenientes para la valorización energética de la biomasa. La turbulencia en el volumen del combustor, juntamente con el efecto de torbellino y la inercia térmica del material del lecho dan lugar a una combustión completa, controlada y uniforme.

Estos factores son claves para maximizar el rendimiento y controlar las emisiones. El alto rendimiento de los combustores de lecho fluido los hace particularmente adecuados para manejar combustibles problemáticos, con bajos contenidos energéticos y altos contenidos de humedad.

Desde el punto de vista de la presión de operación se dividen en dos grandes grupos:

- Lechos fluidos atmosféricos (CLFA), que operan a la presión atmosférica.
- Lechos fluidos a presión (CLFP), que operan a presiones comprendidas entre 5 y 20 bar.

Estos sistemas no son todavía muy frecuentes en las instalaciones de generación de energía térmica y son más apropiados en instalaciones de generación de electricidad.

2.3 SISTEMAS BASADOS EN LA GASIFICACIÓN DEL RECURSO

En estos sistemas se consigue la gasificación de la biomasa mediante la acción del calor y la ausencia de oxígeno. El gas obtenido se puede aprovechar de manera similar al gas natural u otros combustibles gaseosos tradicionales. El proceso consta de las siguientes fases: acondicionamiento de la biomasa, gasificación, purificación del gas obtenido y generación de energía térmica y eléctrica. Existen diferentes tecnologías para realizar este proceso, como pueden ser: gasificación de corrientes paralelas, gasificación en contracorriente, gasificación en lecho fluido, etc. En función del tipo de biomasa utilizado y de su utilización en los procesos industriales es necesario seleccionar las tecnologías más adecuadas.

3 Suministro de biomasa

Existe un mercado creciente de empresas que suministran biomasa al sector industrial asegurando un suministro continuo en función de las necesidades propias de las industrias, alcanzando cada vez un mayor rango en la eficiencia del servicio de distribución a los clientes y ofreciendo muchas de ellas los servicios de aprovisionamiento, sistemas de acondicionamiento y transporte de los combustibles, a la vez que una calidad en el producto.

Los principales tipos de biomasa para usos industriales disponibles en el mercado actual son los siguientes: biomasa forestal, astillas de madera, cortezas, cáscara de almendra y de piñón, hueso de aceituna, serrín, residuos de la poda de vid y olivo, cáscara de avellana, orujillo, cáscara de piña, etc.

En el conjunto de suministradores se incluyen empresas con diferente capacidad de distribución. Se pueden mencionar, como muestra, algunas de las empresas con mayor capacidad de distribución:

- **Compañía General de Carbones (CGC):** el Grupo Compañía General de Carbones (Grupo CGC) viene desarrollando actividades como empresa suministradora de productos energéticos en España y Portugal desde 1916. En los últimos años, el enfoque de un crecimiento sostenible y la concienciación medioambiental, han llevado al Grupo a invertir en mercados relacionados con las energías renovables y el reciclaje. De esta forma, el Grupo se ha constituido como uno de los principales suministradores de biomasa.
- **García Munté, S.L.:** su actividad se centra en el suministro de recursos energéticos al sector industrial, así como el asesoramiento técnico

ambiental a sus clientes. Distribuye diversos tipos de biomasa y es especialista en la fabricación y distribución de “biocoque” (mezcla de biomasa y coque de petróleo micronizado).

- **Factor Verde, S.L.:** es una empresa especializada en aprovisionamiento, logística y sistemas de acondicionamiento de combustibles biomásicos, que continúa apostando firmemente por la promoción de plantas de biomasa. Distribuye astillas de madera, astillas de sarmiento y de olivo (poda) y otras biomasas.
- **Asociación Española de Recuperadores de Madera (ASERMA):** es una asociación que cuenta con treinta y tres empresas asociadas distribuidas por toda la geografía española y que son Gestores Autorizados de Residuos de Madera, dedicándose a la recuperación y/o comercialización de residuos y subproductos de la madera.
- **Eur-Uribor, S.L.:** Entre sus actividades en el sector energético destaca como suministrador de biomasa derivada del olivo y la industria del aceite. También distribuye cáscara de almendra, astillas y residuos forestales.

4 Ejemplos

Para ilustrar la variedad de situaciones en las industrias en las que es posible el consumo de biomasa, en este documento se ha optado por presentar un extenso número de ejemplos.

4.1 COCOMBUSTIÓN EN CALES DE PACHS, S.A.

La fábrica Cales de Pachs, en el término municipal de Pacs del Penedès, tiene una larga tradición como empresa productora, habiendo cumplido su 40 aniversario en el año 2007. Su constante interés por mejorar la eficiencia de los consumos energéticos hizo que en 1995 dispusiera de un nuevo horno, de doble cuba, con un sistema de regeneración para la recuperación del calor utilizando la mejor técnica disponible.

En el año 2005 incorpora un nuevo horno similar al anterior. La producción anual es de 120.000 toneladas de cal, que requieren un consumo específico de 800 kcal/kg. Se trata por lo tanto de un proceso que demanda altos consumos de energía.

En el proceso de obtención del óxido cálcico (cal viva) se precisan temperaturas de 1.100 °C - 1.300 °C que se conseguían con la combustión de carbón micronizado. Actualmente se está utilizando un combustible innovador, el “biocoque”, con un poder calorífico de 7.000 kcal/kg. Está formado por una mezcla de coque de petróleo y biomasa, en proporciones de 60% y 40% respectivamente. La biomasa empleada en este combustible es serrín reciclado y serrín de alcornoque. El suministro y la tecnología del “biocoque” pertenecen en exclusiva a la empresa García Munté Energía, S.L. El “biocoque” se puede mezclar con varios tipos de biomasa, lo que favorece su implantación en el mercado.

El coque del petróleo es un producto pesado que se origina en las refinerías y se considera un excedente cuya valorización energética adquiere un gran interés. El coque micronizado que se emplea para obtener el “biocoque” es del tipo 90/90, es decir, tiene 90% de pureza y tamaño inferior a 90 micras.

Las ventajas derivadas de esta innovación son, principalmente:

- Diversificación de las fuentes energéticas. -
- Combustible con un poder calorífico constante, pues admite variación en los porcentajes de la mezcla para ajustar dicho poder calorífico.
- Posibilidad de emplear diferentes biomásas (serrín, orujillo, hueso de aceituna, restos de poda...etc.).
- Mejora del rendimiento energético del horno, porque la humedad de la mezcla es constante y nunca superior al 1% y también porque la biomasa aporta volátiles que favorecen la combustión.
- Disminución de las emisiones de CO₂ al incorporar biomasa.
- Disponer de un combustible que presenta un precio muy competitivo ante el gas natural y otros combustibles tradicionales.

Concretamente, en la fábrica de Cales de Pachs se empleaban unas 10.000 toneladas de coque al año. Este combustible ha sido sustituido parcialmente por biomasa, de manera que ahora se consumen 5.000 toneladas al año de biomasa y 7.500 toneladas de coque.

En dos grandes silos se almacena, respectivamente, el coque y la biomasa, que son posteriormente triturados, mezclados y micronizados. Este biocombustible se transporta a los hornos provistos de quemadores de materia pulverizada.

La mezcla de coque y biomasa utilizada no siempre es la misma, en función de las necesidades requeridas en los hornos la mezcla puede llegar a ser del 43% de coque y 57% de biomasa. De este modo se obtiene, además de un ahorro económico, la diversificación del combustible y se evita la emisión de 9.000 toneladas de CO₂ al año.

Este nuevo combustible se puede emplear en industrias de cal, cemento, cerámica, yeso, papelera, química, etc. Las fábricas que emplean como combustible coque micronizado pueden emplear “biocoque” sin ningún cambio en la instalación.



Figura 4.1: Silos de almacenamiento de coque y biomasa.

García Munté es líder en el mercado de la distribución de micronizado y única empresa que distribuye en este momento “bio-coque”. El desarrollo de estos productos se debe a una fuerte apuesta de García Munté en investigación y desarrollo y en satisfacer las necesidades actuales y futuras de sus clientes y posibles clientes. García Munté dispone de otra planta en Huelva, y el proceso se puede desarrollar potencialmente en cualquier punto de España.



Figura 4.2: Transporte de mezcla coque-biomasa al proceso de micronizado.

4.2 FÁBRICA DE PUERTAS DE MADERA EN DAIMIEL (CIUDAD REAL)

En 2002 tuvo lugar la puesta en marcha de las modificaciones de la fábrica Puertas Dayfor en Daimiel (Ciudad Real). Estas modificaciones afectaban al sistema de calderas del proceso y de calefacción.

Las modificaciones realizadas incluían un sistema de aspiración y almacenamiento de serrines y virutas para alimentar las nuevas calderas de biomasa. Este sistema recoge los residuos directamente desde el proceso y los almacena para su uso energético, a la vez que el aire de aspiración es reutilizado para calefacción de las naves, previo paso por unas baterías de aceite.



Figura 4.3: Caldera de biomasa de tecnología Sugimat.

Se trata de un sistema modular que incluye una trituradora para los recortes, acoplada al silo de alimentación de las dos calderas de 600.000 kcal/h y 1.500.000 kcal/h fabricadas por Sugimat. Las calderas tienen alimentación automática y se alimentan con residuos del proceso de elaboración: recortes de madera maciza, chapa de madera, tableros de fibra y tableros de partículas

que previamente se transforman en virutas. El sistema también cuenta con precalentamiento de aire secundario y depuración de gases con ciclones. La energía se emplea para calentar tres prensas y para calefactar las naves de la fábrica.

4.3 UTILIZACIÓN DE LA BIOMASA EN ASERRADERO DE CADAVEDO (ASTURIAS)

En Cadavedo (Asturias) se realiza un moderno secado de maderas por circulación de agua caliente en las instalaciones de la empresa Maderas García Hermanos, S.L. El sistema se basa en el aprovechamiento del calor de una caldera de aceite térmico sintético 10 millones de kcal/h alimentada automáticamente con cortezas de troncos de pino con un 40% de humedad. La producción de biomasa en el aserradero es de 2,6 tep al día.

La biomasa se almacena en un silo y posteriormente se tritura en un molino de martillos. El sistema de control de secado se realiza mediante sondas conectadas a un sistema de gestión desde un ordenador que permiten medir el grado de humedad de la madera y la temperatura del secado, actuando sobre este parámetro y realizando proyecciones de agua sobre las zonas más secas, manteniendo constante en el bloque de madera el grado de humedad, evitando así posibles deformaciones en el producto final.

Las ventajas de este sistema son:

- La reducción de la superficie necesaria para el secado del producto final.
- Obtención de un grado de humedad menor que el que se obtendría al aire libre (actualmente se logra un 8%, diferente al 14% que se conseguía en el exterior).



Figura 4.4: Secadero de madera con biomasa.

- Rapidez en el servicio, ya que se reducen los tiempos de secado desde los 1,5 meses a 18 horas por cada centímetro de espesor de tabla y metro cúbico de madera.

4.4 GRANJA PORCINA EN SANTA CRUZ DE LA ZARZA (TOLEDO)

La granja porcina de Santa Cruz de la Zarza, en la provincia de Toledo, funciona desde hace unos meses totalmente con energías renovables, lo que la perfila, no sólo como una granja que se preocupa por la protección del medio ambiente, sino como una empresa de futuro, gracias al ahorro energético y económico que supone su nueva fuente de energía: la biomasa.

El aporte térmico que procede de las calderas de combustión de biomasa se emplea para calefacción de las naves y producción de agua caliente. La biomasa utilizada es el hueso de aceituna, muy utilizada ya en nuestro país y que presenta un alto rendimiento energético, sin olvidar que, al igual que sucede con otras biomásas, se disminuyen las emisiones de gases nocivos y las de CO₂ son neutras.



Figura 4-5: Granja porcina de Santa Cruz de Zarza en Toledo.

La instalación, realizada por la empresa Gaianer, de Talavera de la Reina, con el soporte de la empresa Nova Energía, consiste en tres calderas de biomasa BioCalora KP50. Las calderas BioCalora destacan por su alto nivel de automatismo, su robustez de funcionamiento y su muy fácil manejo y manutención. Estas calderas son distribuidas en España por Nova Energía. Reúnen la última tecnología en combustión con biomasa, lo que permite reducir las facturas energéticas hasta un 70%. Son automáticas, modulantes y con un diseño compacto y estilizado.

La potencia nominal de la caldera es de 50 kW, con un consumo de combustible entre 3,0 y 11,5 kg/hora y una eficiencia energética del 91,5%. También disponen de un quemador con alimentador y ventilador incorporado, 36 turbuladores en el intercambiador que consiguen un máximo de rendimiento energético, reducen a mínimos las emisiones y limpian de cualquier partícula el intercambiador. Además

de todo esto, estas calderas disponen de un recogedor de cenizas automático y un sistema de control, lo que la convierte en una caldera sencilla y de fácil uso.

En esta instalación se han conectado en paralelo dos calderas que tienen una tolva compartida que se carga automáticamente a través de un tornillo sinfín que proviene del silo. Las calderas entran en funcionamiento de manera escalonada, a medida que las necesidades energéticas lo requieren. Así, según el momento del día y del año pueden funcionar una o las dos calderas, al mismo tiempo.



Figura 4.6: Calderas de biomasa de la granja porcina de Santa Cruz de la Zarza (Toledo).

Después de comprobar el gran ahorro, el propietario de la granja también sustituyó la caldera de la sala de precebo. En esta ocasión una sola caldera KP50 fue suficiente. El sistema de alimentación de la caldera es similar al anterior y también utiliza el mismo combustible.

Cabe destacar que estas calderas tienen la opción de ser conectadas a un módem tipo GSM (como un teléfono móvil). El usuario desde su móvil puede dar instrucciones de uso a distancia o comprobar el funcionamiento de las mismas. Por ejemplo, enviando a la caldera un SMS con el texto “Estatus” el usuario recibirá un mensaje indicándole la temperatura de caldera y otros parámetros.

Si la caldera tiene algún fallo enviará un SMS al instalador indicándole el nombre de la caldera (ej. Granja Sr. Pérez) y el fallo concreto (ej. “Fallo en alimentador de combustible”). De esta manera el instalador podrá solucionar el problema rápidamente y sin interrupción de servicio.

El consumo energético anual de esta instalación es de 438.000 kWh, para lo que se requieren 88 toneladas de hueso de aceituna. El coste anual de este hueso es de unos 9.500 €, que comparados con los 29.900 € del precio del gasóleo, suponen un ahorro de más de 20.000 € al año.

La instalación ha recibido una subvención del 30% procedente de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, con lo que se ha reducido todavía más el periodo de amortización.

En resumen, se han instalado tres calderas de biomasa con las que se cubre un consumo energético de 438.000 kWh, lo que ha supuesto una reducción de las facturas de combustible del 70% con respecto al sistema anterior con gasóleo.

Cabe destacar que en algunas Comunidades Autónomas se puede solicitar un plan renove para sustituir las calderas. Como todas las ayudas en este ámbito son compatibles y se pueden sustituir las calderas de combustibles fósiles por calderas automáticas de biomasa, se podrá reducir el periodo de amortización de la instalación.

4.5 SISTEMA PARA EL SECADO DE LODOS EN TALAVERA DE LA REINA (TOLEDO)

En diversas industrias se generan lodos como subproducto que precisan de un secado para su mejor tratamiento. También en la depuración de aguas residuales se generan una elevada cantidad de residuos, entre los cuales, los que representan una mayor fracción son los denominados lodos o fangos de depuradora. Su eliminación o destino final es problemático, por lo que es necesario buscar nuevas alternativas o mejorar las ya existentes.

En Talavera de la Reina (Toledo) se está realizando un proceso para secado de lodos que posteriormente se utilizarán para la fabricación de ladrillos.

El secado térmico de lodos necesita de una fuente de calor, ya que se realiza mediante procesos de transmisión de calor: convección, conducción y radiación. En este proceso se produce la extracción de la humedad desde el interior de la masa del lodo hacia la superficie para su posterior evaporación.

Las necesidades energéticas para dicho secado son obtenidas mediante calderas de biomasa, con posibilidad de apoyo de una instalación de energía solar, en las que se produce el agua caliente. Este fluido caloportador es el encargado de producir el secado de los fangos mediante el intercambio de calor. Como combustible se emplean pellets, cáscara de almendra y hueso de aceituna, dependiendo de la disponibilidad y del precio de cada uno de ellos.



Figura 4.7: Biomasa almacenada para su consumo en la planta de tratamiento de lodos de Talavera de la Reina (Toledo).

Se trata de un sistema autónomo que consta de un equipo compacto, móvil e integrado en una unidad modular, diseñado de forma personalizada en función de las necesidades de cada proceso.

El equipo incluye todos los elementos propios de una sala de calderas, pero con la diferencia del combustible empleado, y también incluye un almacén o silo para acumulación del combustible.



Figura 4.8: Equipo modular Bioenerbox.

La unidad de secado es un tanque agitador horizontal cilíndrico con una camisa externa por la que circula el fluido caloportador, a partir del cual se produce el secado de los lodos. La agitación del tanque favorece el proceso de secado, evitando las zonas muertas, distribuyendo el calor por todo el tanque y, por lo tanto, por toda la masa de lodo. El fluido caloportador procede de la caldera de biomasa, formando un circuito cerrado.

La entrada y salida de lodo se realiza mediante contenedores y cintas transportadoras.

Todo el proceso se rige por un sistema de control para el cumplimiento de una serie de especificaciones del proyecto y para evitar funcionamientos anómalos

por parte del sistema. Los sistemas de control se localizan en la propia caldera y externos a ella para control de humedad, temperatura y/o presión.

El proyecto presenta un sistema basado en los principios básicos de intercambio de calor entre fluidos y geometrías cilíndricas, por lo tanto es un sistema fácilmente reproducible a escala industrial, ya que se basa en tecnologías conocidas y tiene la posibilidad de un desarrollo a escala superior para procesos industriales.

En la actualidad existen diferentes hornos de secado de lodos en España, pero la mayoría emplea como fuente de energía combustibles convencionales, en concreto el gas natural o el propano.

4.6 INDUSTRIA DEL ALGODÓN EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

El algodón es una fibra natural que se obtiene de una planta subtropical. La fibra se separa del resto (semillas y otros residuos) con una máquina desmotadora de algodón. En este proceso hay gran parte de la planta que no se aprovecha, con lo que en muchos casos se desecha sin ninguna utilización.

En la planta de Courma, situada en Dos Hermanas (Sevilla), emplean los restos del proceso de separación del algodón como fuente de energía térmica para secado del producto.

De este modo se valoriza un residuo que podría llegar a ser un problema por tener que almacenarlo, tratarlo o trasladarlo a una planta de residuos industriales.

La instalación se compone de un silo para almacenamiento de esta biomasa residual, con extracción mecánica para el suministro a la caldera. La cámara de combustión es con parrilla fija, con una capacidad de 800 kg/h, y emplea aceite térmico para suministrar 2.000.000 kcal/h de potencia. El intercambio de calor se realiza mediante



Figura 4.9: Caldera cilíndrica de aceite térmico con biomasa en la planta de Courma, Dos Hermanas.

baterías que suministran la energía térmica necesaria en el propio proceso del desmotaje del algodón. La depuración de humos se realiza mediante multiciclón

de alto rendimiento con una importante recuperación de calor, lo que hace que esta planta tenga un rendimiento energético muy elevado y unas emisiones de CO₂ menores en comparación con otras plantas de las mismas características.

El proyecto de ingeniería de la planta y su ejecución fue llevada a cabo por la empresa Combustión y Secado Ingeniería, y la caldera es de la marca Eratic.

4.7 INDUSTRIA DEL CORCHO EN MÉRIDA (BADAJOZ)

La producción del corcho, corteza del alcornoque, está asociada con sus propiedades físicas, empleado como aislamiento acústico, en la industria del tapón y en otras aplicaciones industriales.

Derivado del alcornoque, este producto natural se obtiene al desprender la corteza del tronco y de las ramas del árbol. Para su obtención se realiza lo que viene a denominarse como descorche. En este proceso se generan residuos que en la planta de Aplicork de Mérida se utilizan como combustible para alimentar una caldera de biomasa. Esta caldera proporciona calor para el propio proceso de secado del corcho y para la óptima transformación del mismo.

La instalación cuenta con una cámara de combustión de residuos de corcho con recuperación de calor mediante una caldera de aceite térmico marca Eratic que aportan el calor necesario en el proceso de transformación. Se



Figura 4.10: Secaderos rotativos con calor procedente de la biomasa.

dispone de dos túneles de estabilización del corcho, baterías de calentamiento y secadero (con calor proporcionado por la caldera de biomasa).

Los secaderos son de tipo rotativo para el granulado de corcho, con aporte de calor mediante cámara de combustión mixta de residuos de corcho y

polvo de corcho, con depuración previa de los gases para la eliminación de sólidos, evitando así el ensuciamiento del producto. -

El proyecto de ingeniería de la planta y su ejecución fue llevada a cabo por la empresa Combustión y Secado Ingeniería (CIS Engineering). -

4.8 INDUSTRIA LADRILLERA EN CASTILLEJA DEL CAMPO (SEVILLA)

Cerámica del Sur de Castilleja del Campo, S.L. es una empresa fundada en 1964 por los hermanos Lombardo, dedicándose desde sus inicios a la fabricación de ladrillos de diferentes tipos con la máxima calidad que el mercado puede demandar. La fábrica produce anualmente un total de entre 50.000 y 60.000 toneladas de ladrillo de seis tipos diferentes.



Figura 4.11: Almacén de la planta ladrillera de Castilleja del Campo.

Para el proceso de elaboración del ladrillo se necesita calor para el secado a no muy elevada temperatura (unos 70 °C), y posteriormente se acaba el proceso en un horno tipo túnel.



Figura 4.12: Caldera de biomasa para el secado del ladrillo.

Con objeto de optimizar el proceso de secado, los dirigentes de la empresa han apostado por producir el calor mediante una instalación con calderas de biomasa. La decisión ha sido tomada por el bajo coste de los combustibles biomásicos en comparación con el gas natural, teniendo un ahorro más que considerable a lo largo de un año.

Otra de las decisiones por la que la empresa decidió utilizar la biomasa como combustible para el secado del ladrillo es la disminución de las emisiones del CO₂, cumpliendo al Plan Nacional de Asignación de emisiones de efecto invernadero.

En el pasado año, la planta consumió unas 3.000 toneladas de biomasa, en su mayor parte hueso de aceituna.

4.9 INDUSTRIA EXTRACTORA DE ACEITE EN BAEZA (JAÉN)

En el proceso de la elaboración de aceite, aparte del propio aceite, se obtienen diversos subproductos. Hasta hace muy pocos años la mayoría no se aprovechaban, pero con el estudio y la aplicación de nuevas tecnologías en algunos de ellos se ha logrado que se empleen como combustibles en las propias extractoras, de manera que el proceso sea más eficiente.

En la industria extractora del aceite de Oleicota, situada en Baeza (Jaén), se han instalado unas novedosas calderas de biomasa marca Eratic que producen calor para la generación de gases calientes utilizando orujillo como combustible.

El orujillo, producido en el proceso de extracción, reduce su humedad en un secadero tipo trómel en el cual los gases calientes procedentes de la cámara de combustión entran en contacto directamente con el producto a secar. Parte de este orujillo seco se introduce mediante sinfines a la cámara de combustión marca Eratic para la generación del calor necesario en la planta.

El proyecto se compone de una cámara de combustión estática en posición vertical de 8.000.000 a 10.000.000 kcal/h con regulación automática de temperatura y alimentación de combustible totalmente automatizada. La planta consume 2,500 kg/hora de orujillo.

El proyecto de ingeniería de la planta y su ejecución fue llevada a cabo por la empresa Combustión y Secado Ingeniería (CIS Engineering).



Figura 4.13: Cámara de combustión en la empresa Oleicota en Baeza.

4.10 PAPELERA EN ALFARA DE ALGIMIA (VALENCIA)

La empresa Papelera Nesa, S.A. ha realizado recientemente diversas modificaciones en sus instalaciones en Alfara de Algimia. -

En ellas ha apostado por la reutilización de sus propios residuos como combustible alternativo, de manera que obtiene una planta más eficiente y con menos emisión de contaminantes. -

El nuevo sistema consiste en la valorización de biomásas residuales de la industria papelera mediante el secado y la incineración de los mismos, con recuperación de energía en forma de vapor saturado. -

El proyecto de ingeniería de la planta y su ejecución fue llevada a cabo por la empresa Combustión y Secado Ingeniería (CIS Engineering). -

La primera fase del proyecto estaba destinada a la valorización de las capas aislantes que componen, junto con la capa de cartoncillo, el envase de tetrabrik. Para el aprovechamiento de los residuos generados en el proceso de fabricación, se ha instalado un sistema de carga de estos residuos, una cámara de combustión con parrilla móvil, una caldera de recuperación de vapor y un sistema de descarga de cenizas totalmente automatizada. Además, se ha instalado un multiciclón intercambiador para decantación de partículas y precalentamiento del aire de combustión. La caldera es de la marca Eratic. -



Figura 4.14: Instalación de Nesa en Alfara de Algimia.

En la segunda fase se incorpora un secadero tubular por toberas y fluidificación, un sistema patentado que aprovecha el calor residual contenido en los gases de salida de la caldera de vapor para secar los lodos de depuradora. Se compone de un silo de almacenamiento para lodo de secado y de un sistema de inyección del lodo al interior de la cámara de combustión instalada en la primera fase, que incorpora un quemador especialmente diseñado para quemar este tipo de producto.

La instalación cumple una doble finalidad: la eliminación de residuos (tetra-brik y lodos), mediante el secado y la combustión, y la producción de energía térmica (vapor saturado), que supone la eliminación de los costes de vertido y un ahorro del 90% del consumo de combustible.

4.11 FÁBRICA DE CONTRACHAPADOS EN LA CORUÑA

La empresa Galparket, S.A, dedicada a la fabricación de parqué flotante, ha implantado en su fábrica de La Coruña un nuevo sistema de aprovechamiento de combustible.

Para el proceso de elaboración de parqué flotante, es necesaria una operación de secado con el fin de obtener una elevada calidad del producto. La energía requerida se obtiene con los residuos de la fabricación. Esta biomasa residual está formada por astillas y virutas de madera, que son capaces de generar gran parte de la energía térmica (en forma de aceite térmico y de agua caliente) para el proceso productivo.

La planta de combustión de residuos triturados de fabricación con recuperación de calor obtiene la energía mediante una caldera de aceite térmico de 4.000.000 kcal/h. Parte de la energía es utilizada directamente en forma de aceite térmico para el calentamiento de platos de prensa y para calefacción y acondicionamiento de las naves de producción. El resto de la energía se transforma en agua caliente para los secaderos de madera, ya que ésta se recibe con un alto porcentaje de humedad, que es rebajado antes de utilizarla en el proceso.

El proyecto de ingeniería de la planta y su ejecución fue llevada a cabo por la empresa Combustión y Secado Ingeniería (CIS Engineering). -

La instalación incluye una cámara de combustión por fluidificación y borboteo, de moderno diseño, con parrilla inferior de combustión y cenicero para decantación de escorias e inquemados, con extracción de cenizas por medio de un impulsor. La caldera es de la marca Eratic. -

El equipo de combustión incluye, además de un depurador multiciclónico con recuperador energético para aumentar la eficiencia, un sistema reinjector de inquemados que minimiza las emisiones por chimenea.

El proyecto se completó con una renovación integral del circuito de distribución de aceite, tendido de tuberías, colectores, equipos de recirculación, válvulas automáticas y un moderno sistema de control y seguridad para toda la instalación.

4.12 FÁBRICA DE PUERTAS EN SAN LEONARDO DE YAGÜE (SORIA)

Puertas Norma se dedica a la elaboración de puertas, armarios y complementos decorativos.

Para el proceso de elaboración de estos productos se necesita el aporte de energía térmica. Esta energía, en el caso que nos ocupa, es proporcionada por una caldera de aceite térmico con cuerpo de radiación y cuerpo de convección con limpieza automática de cenizas y una potencia de 13,95 MW.



Figura 4.15: Caldera Sugimat en la planta de San Lorenzo de Yagüe.

Las biomásas empleadas en la caldera son cortezas, chapas, virutas, serrín y polvo del propio proceso de fabricación, con una humedad media del 20%. De este modo se aprovechan los residuos del proceso de fabricación como combustible que de otro modo se desecharían.

La temperatura del aceite térmico en el proceso de la fabricación de las puertas alcanza los 180 °C. -

El hogar de combustión tiene parrillas móviles accionadas hidráulicamente y un sistema de descodificación automática vía húmeda. -

4.13 CALDERA DE BIOMASA EN UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

El siguiente proceso no se refiere directamente a una empresa del sector industrial, pero se introduce en este documento por la utilización de biomasa para la producción de calor.



Figura 4.16: Caldera de biomasa con 3 MW de potencia.

En las plantas de residuos sólidos urbanos se emplea un proceso químico de separación de sustancias por medio de lixiviación. En este proceso se necesita agua caliente a una temperatura de 90 °C. En concreto, en la planta de residuos sólidos urbanos de Villarrasa (Huelva) la energía necesaria para este proceso se consigue con una caldera de biomasa de 3 MW con tecnología Vulcano Sadeca. El consumo de biomasa, concretamente hueso de aceituna, oscila entre 350 y 700 kilogramos cada hora.

5 Bibliografía y referencias

- Bioebro, S.L.: www.bioebro.com
- Bioenergía Aragonesa, S.L.: www.bioenergiaaragonesa.com
- CyS Ingeniería: www.cys-ingenieria.es
- CGC (Compañía General de Carbones): www.grupo-cgc.com
- Eratic, S.A.: www.eratic.es
- Eur-uribor: www.elanuario.net
- Factor verde: www.factorverde.com
- García Munté, S.L.: www.garciamunte.com
- Grupo Nova Energía: www.gruponovaenergia.com
- Maderas García Hermanos, S.L.: www.mgarciahnos.com
- Sugimat, S.L.: www.sugimat.com
- Vulcano Sadeca: www.vulcanosadeca.es

IDA Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía

c/ Madera, 8 - 28004 Madrid
Tel.: 91 456 49 00. Fax: 91 523 04 14
comunicacion@ida.es
www.ida.es



P.V.P.: 5 € (IVA incluido)