



calderas

EFICIENCIA Y AHORRO  
ENERGÉTICO POR INSTALACIÓN DE

CALDERAS DE  
BIOMASA TÉRMICA  
EN INDUSTRIAS  
DE CASTILLA Y LEÓN

cecale



# Índice

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN A LA BIOMASA</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>ANÁLISIS</b>	<b>31</b>
<b>3.</b>	<b>TENDENCIAS E INNOVACIONES</b>	<b>61</b>
<b>4.</b>	<b>BENEFICIOS Y PERJUICIOS</b>	<b>76</b>
<b>5.</b>	<b>APLICACIONES</b>	<b>92</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE ACTUACIÓN</b>	<b>118</b>
<b>7.</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>124</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>139</b>



ESTUDIO REALIZADO EN EL MARCO DEL OBSERVATORIO INDUSTRIAL DE ENERGÍA



REALIZADO POR:



ASISTENCIA TÉCNICA:





calderas

## 01. INTRODUCCIÓN A LA BIOMASA



## 1 INTRODUCCIÓN

La biomasa, sustancia orgánica renovable de origen animal o vegetal, era la fuente de energía más importante de la humanidad y en ella se basaba la actividad manufacturera hasta el inicio de la revolución industrial.

Con el uso masivo de combustibles fósiles el aprovechamiento masivo de la biomasa fue disminuyendo progresivamente y en la actualidad, presenta en el mundo un reparto muy desigual como fuente de energía primaria.

La Conferencia de Kyoto obliga a todos los países a desarrollar el uso de fuentes energéticas renovables, para reducir el consumo de combustibles fósiles y las emisiones contaminantes en la atmósfera, causantes del efecto invernadero.

Mientras que en los países desarrollados, es la energía renovable más extendida y que más se está potenciando, en multitud de países en vías de desarrollo es la principal fuente de energía primaria, lo que provoca en muchos casos problemas medioambientales, tales como la deforestación, desertización, reducción de la biodiversidad...

No obstante, en los últimos años el panorama energético mundial ha variado notablemente. El elevado coste de los combustibles fósiles y los avances técnicos que han posibilitado la aparición de sistemas de aprovechamiento energético de la biomasa cada vez más eficientes, fiables y limpios, han causado que esta fuente de energía renovable se empiece a considerar como una alternativa total o parcial, a los combustibles fósiles.

La energía de la biomasa proviene en última instancia del sol, como el resto de las energías renovables. Mediante la fotosíntesis el reino vegetal absorbe y almacena una parte de la energía solar que llega a la tierra; las células vegetales utilizan la radiación solar para formar sustancias orgánicas a partir de sustancias simples y el CO<sub>2</sub> presente en el aire.



El reino animal incorpora, transforma y modifica dicha energía. En este proceso de transformación de la materia orgánica se generan subproductos que no tienen valor para la cadena nutritiva o no sirven para la fabricación de productos de mercado, pero que pueden utilizarse como combustible en diferentes aprovechamientos energéticos.



## 2.1 CLASIFICACIÓN DE LA BIOMASA

Existen diferentes tipos o fuentes de biomasa que pueden ser utilizados para suministrar la demanda de energía de una instalación, una de las clasificaciones más generalmente aceptada es la siguiente:

- **Biomasa natural:** es la que se produce espontáneamente en la naturaleza sin ningún tipo de intervención humana. Los recursos generados en las podas naturales de un bosque constituyen un ejemplo de este tipo de biomasa. La utilización de estos recursos requiere de la gestión de su adquisición y transporte hasta la empresa, lo que puede provocar que su uso sea inviable económicamente.
- **Biomasa residual seca:** se incluyen en este grupo los subproductos sólidos no utilizados en las actividades agrícolas, en las forestales y en los procesos de las industrias agroalimentarias y de transformación de la madera y que, por tanto, son considerados residuos. Este es el grupo que en la actualidad presenta un mayor interés desde el punto de vista del aprovechamiento industrial. Algunos ejemplos de este tipo de biomasa son la cáscara de almendra, el orujillo, las podas de frutales, el serrín...
- **Biomasa residual húmeda:** son los vertidos denominados biodegradables: las aguas residuales urbanas e industriales y los residuos ganaderos (principalmente purines).
- **Cultivos energéticos:** son cultivos realizados con la única finalidad de producir biomasa transformable en combustible. Algunos ejemplos son el cardo (*cynara cadunculus*), el girasol cuando se destina a la producción de biocarburantes, el miscanto
- **Biocarburantes:** aunque su origen se encuentra en la transformación, tanto de la biomasa residual húmeda (por ejemplo el reciclado de aceites), como de la biomasa



residual seca rica en azúcares (trigo, maíz...) o en los cultivos energéticos (colza, girasol, patata...) por sus especiales características y usos finales de este tipo de biomasa exige una clasificación distinta de las anteriores.

## 2.2 TIPOS DE SUMINISTRO

Existen distintos tipos de suministros de biomasa:

- **Suministros manufacturados:** Pellet y Briquetas
- **Suministros no manufacturados:** Madera (astillas), Serrín, Polvo de Corcho, Orujo de aceituna, Orujo de uva, Cascara de girasol, Hueso de aceituna, entre otros

### 2.2.1 Pellets y Briquetas: es un combustible normalizado

Los pellets son fáciles de transportar y fáciles de almacenar en grandes cantidades.

Los pellets de madera se hacen a partir de residuos de madera seca (serrín, virutas, etc.) y prensados formando pequeños cilindros (pellets) con aditivos de origen vegetal. Tiene un poder calorífico aproximado de 5 kWh/kg (un kg de pellets contiene la misma energía que ½ litro de gasóleo).

#### Imagen. Características de pellets



##### Pellets idóneos:

- Superficie lisa
- Sin polvo
- Tamaño regular
- Sumergible en agua



##### Pellets deficientes:

- Superficie rugosa
- Con mucho polvo
- Tamaño variable
- Flotan en agua



### *¿Por qué pellet o briquetas?*

Para tratar de evitar o minimizar los problemas derivados de la heterogeneidad y baja densidad energética de la biomasa, un proceso de pre tratamiento de la misma consiste en la densificación o compactación de sus partículas, para dar lugar a unos biocombustibles sólidos derivados denominados pellet y briquetas.

Estos productos se diferencian entre sí por su tamaño, estando los primeros constituidos por partículas muy homogéneas, generalmente cilíndricas, de 3 a 12 mm de diámetro y algunos centímetros de largo, y siendo las briquetas piezas de forma cilíndrica, a veces poliédrica de 5 a 15 centímetros de diámetro y entre 20 y 40 centímetros de largo.

Los pellet y briquetas de biomasa tienen una densidad específica de 1 a 1,3 Kg/dm<sup>3</sup>. Además poseen una humedad no superior al 10 %, lo cual los convierte en unos biocombustibles de alto valor añadido.

A pesar de la calidad de los combustibles considerados, su proceso de fabricación supone **costes muy importantes** por lo que su utilización sólo es, en general, viable en los sectores doméstico y residencial, donde el mayor precio de los combustibles fósiles y su uso en actividades lúdicas permite una mayor competitividad del pellet y briquetas.

### *Argumentos de utilización de pellets y briquetas*

- Alto valor energético 1 Kg = 4,8 kWh
- Humedad controlada < 10 %
- Ciclo de combustión controlado
- Aporte de aire comburente controlado
- Emisiones contaminantes mínimas y controladas
- Bajo contenido de partículas sólidas en suspensión en los gases
- Baja formación de inquemados sólidos (cenizas)



### 2.2.2 Astillas de madera y otros

Se enumeran a continuación los distintos tipos:

- Restos de madera de tala y carpintería: Madera blanda: (Abetos, pinos, alerces, cerezos, alisos, etc.) y Madera dura: (arcés, robles, hayas, chopos, nogales, etc.)
- Madera de restos de limpieza del terreno: Madera dura y blanda
- Restos de madera de repoblación: De coníferas y árboles de hoja caduca con diámetro inferior a 80 mm
- Cortezas: Triturada y entera
- Restos de madera: Composición y granulometría diferentes de maderas blandas y duras, así como placas de madera aglomerada y placas de fibra de grosor medio
- Serrín: Madera dura y blanda
- Madera vieja: Diferentes cualidades (exentas de colas y pinturas)
- Cascaras, pepitas, etc

La madera troceada solo está disponible en algunas zonas y procesos, el P.C.I. es extremadamente variable en función de la humedad del mismo.

La madera troceada depende de procedencia, contenido de agua ("W"), la granulometría ("G") y el porcentaje de finos en su composición.

Para ofertar cualquier caldera de biomasa que utilice combustible diferente a pellet, briquetas o madera de coníferas es imprescindible disponer de un análisis del combustible con su composición.

Los datos que habría que incluir para el análisis de estos tipos de suministros son:

- Poder calorífico inferior en kW/kg ó Kcal/kg ó Kj/kg
- Humedad en%
- Contenido en cenizas en %
- Granulometria
- Densidad, Densidad aparente.
- Contenido de carbono (C) en %



- Contenido en hidrógeno (H) en %
- Contenido en azufre (S) en %
- Contenido en cloro (Cl) en %
- Contenido en potasio (K) en %
- Contenido en sodio (Na) en %

### 2.2.3 Pellets de madera frente a astilla de madera

Los pellets fluyen libremente, mientras que la astilla no, la astilla puede necesitar una **intervención manual** una o dos veces al año.

Los pellets tienen una forma más densa que la astilla. Por lo tanto, su **almacenamiento** precisa de menor espacio por kWh.

La astilla es más **económica** que los pellets por kWh.

La astilla es más **ecológica** porque su producción requiere menos energía.

Una caldera de astilla de madera puede quemar pellets, mientras que una caldera de pellets no puede quemar astilla.

## 2.3 CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DE LA BIOMASA

Habitualmente, el contenido energético de la biomasa se mide en función del poder calorífico del recurso, aunque para algunos de ellos, como es el caso de la biomasa residual húmeda o de los biocarburantes, se determina en función del poder calorífico del producto energético obtenido en su tratamiento.

- **Contenido Energético:**

La Directiva 2003/30/CE (8 Mayo 2003) la define de la siguiente manera: "el valor calorífico inferior de un combustible."



- **Poder calorífico:**

El poder calorífico expresa la energía máxima que puede liberar la unión química entre un combustible y el comburente y es equivalente a la energía que mantenía unidos los átomos en las moléculas de combustible (energía de enlace), menos la energía utilizada en la formación de nuevas moléculas en las materias (generalmente gases) formadas en la combustión.

Según la forma de medir podemos distinguir entre:

- a) **Poder calorífico superior (PCS):** Es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de una unidad de volumen de combustible cuando el vapor de agua originado en la combustión está condensado y se contabiliza, por consiguiente el calor desprendido en este cambio de fase.
- b) **Poder calorífico inferior (PCI):** Es la cantidad total de calor desprendido en la combustión completa de una unidad de volumen de combustible sin contar la parte correspondiente al calor latente del vapor de agua generado en la combustión, ya que no se produce cambio de fase, y se expulsa como vapor. Es el valor que interesa en los usos industriales, por ejemplo hornos o turbinas, porque los gases de combustión que salen por la chimenea están a temperaturas elevadas, y el agua en fase vapor no condensa, también es llamado poder calórico neto, ya que al poder calorífico superior se resta el calor latente de condensación.

- **Contenido de humedad (H.R.):**

Es la relación de la masa de agua contenida por kilogramo de materia seca.

El uso al que se destina la biomasa determina el grado de humedad máximo. En los procesos de conversión energética, el contenido de humedad suele ser inferior al 30%.

Si la biomasa supera esos límites obliga a implementar operaciones de  **acondicionamiento**, antes de ingresar al proceso de conversión de energía.

En la siguiente tabla se recoge el poder calorífico superior y el poder calorífico inferior a distintos contenidos de humedad en algunos de los recursos de la biomasa más habituales.

**Tabla. Poderes caloríficos de diferentes tipos de biomasa**

Poderes caloríficos de diferentes tipos de biomasa					
Producto	PCS (kcal/kg) Humedad = 0%	PCI a la humedad x (kcal/kg)			
		X	PCI	X	PCI
<b>Leñas y ramas</b>					
Coníferas	4.950	20%	3.590	40%	2.550
Fronosas	4600	20%	3331	40%	2340
<b>Serrines y virutas</b>					
Coníferas	4880	15%	3790	35%	2760
Fronosas autóctonas	4630	15%	3580	35%	2600
Fronosas tropicales	4870	15%	3780	35%	2760
<b>Corteza</b>					
Coníferas	5030	20%	3650	40%	2650
Fronosas	4670	20%	3370	40%	2380
<b>Vid</b>					
Sarmientos	4560	20%	3280	40%	2310
Ramilla de uva	4440	25%	2950	50%	1770
Orujo de uva	4820	25%	3240	50%	1960
<b>Aceite</b>					
Hueso	4960	15%	3860	35%	2810
Orujillo	4870	15%	3780	35%	2760
<b>Cáscaras frutos secos</b>					
Almendra	4760	10%	3940	15%	3690
Avellana	4500	10%	3710	15%	3470
Piñón	4930	10%	4060	15%	3830
Cacahuete	4250	10%	3480	15%	3260
<b>Paja de cereales</b>					
	4420	10%	2630	20%	3160
	4420	30%	2700		
<b>Cascarilla de arroz</b>					
	4130	10%	3337	15%	3150
<b>Girasol</b>					

Fuente: IER/BIOMASA. Manuales de Energías Renovables 5. IDAE

Nota: Para el cálculo del PCI se considera un contenido de hidrógeno en base seca del 6%.

- **Composición química y física:**

Las características químicas y físicas de la biomasa determinan el **tipo de combustible o subproducto energético que se puede generar**. En el caso de la Madera se genera una mezcla rica en monóxido de carbono (CO) mientras que los desechos animales producen altas

cantidades de metano, las características físicas determinan el tratamiento previo que sea necesario aplicar.

Los elementos químicos más importantes son carbono (C), hidrógeno (H), nitrógeno (N) y azufre (S) y, en algunos casos, cloro (Cl). Además, contiene oxígeno (O), lo cual no se determina directamente, sino que se calcula como diferencia entre el peso total y la suma de los otros elementos, más la ceniza.

La siguiente tabla muestra la composición para varios tipos de biomasa. Se incluye el carbón mineral como punto de comparación. Las sustancias que tienen un contenido alto de azufre (S) o cloro (Cl) no son aptos para la combustión porque en combinación con agua causan corrosión.

**Tabla. Composición química de diferentes formas de biomasa**

Tipo de biomasa	Porcentaje del peso (sin humedad)						Ceniza
	C	H	N	O	S	Cl	
Madera							
Sauce	47,66	5,2	0,3	44,70	0,03	0,01	1,45
Madera suave	52,1	6,1	0,2	39,9	-	-	1,7
Corteza de madera dura	50,35	5,83	0,11	39,62	0,07	0,03	3,99
Madera dura	50,48	6,04	0,17	42,43	0,08	0,02	0,78
Eucalipto	50,43	6,01	0,17	41,53	0,08	0,02	1,76
Roble	49,89	5,98	0,21	42,57	0,05	0,01	1,29
Corteza de pino	52,3	5,8	0,29	38,76	0,03	0,01	2,9
Asserín pino	52,49	6,24	0,15	40,45	0,03	0,04	0,6
Sub-productos agrícolas							
Brizna de trigo	39,07	4,77	0,58	50,17	0,08	0,37	4,96
Caña de azúcar	44,8	5,35	0,38	39,55	0,01	0,12	9,79
Bagazo de caña	46,95	5,47	0,38	39,55	0,01	0,12	9,79
Paja de arroz	39,65	4,88	0,92	35,77	0,12	0,5	18,16
Cascarrilla de arroz	38,68	5,14	0,41	37,45	0,05	0,12	18,15
Paja de maíz	46,91	5,47	0,56	42,78	0,04	0,25	3,99
Olote de maíz	47,79	5,64	0,44	44,71	0,01	0,21	1,2
Fibra de coco	50,29	5,05	0,45	39,63	39,63	0,28	4,14
Carbón mineral	71,7	4,7	1,3	8,30	0,64	0,06	20,7

Fuente: RWEDP, 2002



- **Porcentaje de cenizas:**

Es la cantidad de materia sólida no combustible por kilogramo de material. En procesos industriales es necesario conocer la composición de las cenizas, ya que este residuo puede tener **aplicaciones en posteriores procesos industriales.**

- **Densidad aparente:**

Es el peso por unidad de volumen del material en el estado físico que presenta, bajo condiciones dadas.

**Tabla. Densidad, poder calorífico y emisiones de CO<sub>2</sub> de los pallets y astillas**

	PALLET	ASTILLAS
Densidad aproximada Kg/m <sup>3</sup>	650	300
Poder Calorífico volumétrico kW hr/m <sup>3</sup>	3000	1000
Emisiones CO <sub>2</sub> /MW/hr	50-60	35-40

- Granulometría: Es el tamaño y forma de la biomasa.

- Temperatura de inflamación:

Según Norma UNE 9-017-85, es la temperatura más baja a la cual se inflama el combustible al ponerlo en contacto con una llama, de tal forma que cuando ésta se retira es imposible mantener la combustión.

- Temperatura de ignición:

Según Norma UNE 9-017-85, es la temperatura a partir de la cual la llama originada es duradera y persistente.



Con biomasa se puede generar energía térmica (agua caliente, aire caliente, vapor...), energía eléctrica incluso mecánica mediante el uso de biocarburantes en motores de combustión interna:

- **Generación de energía térmica.** El sistema más extendido para este tipo de aprovechamiento está basado en la combustión de la biomasa sólida, aunque es también posible quemar el biogás procedente de la digestión anaerobia de un residuo líquido o el gas de síntesis generado en la gasificación de uno sólido.
- **Generación de energía eléctrica.** En función del tipo y de cantidad de biomasa disponible varía la tecnología más adecuada a emplear para este fin:
  - Ciclo de vapor: está basado en la combustión de biomasa, a partir de la cual se genera vapor que posteriormente es expandido en una turbina de vapor.
  - Turbina de gas: utiliza gas de síntesis procedente de la gasificación de un recurso sólido. Si los gases de escape de la turbina se aprovechan en un ciclo de vapor estamos hablando de un ciclo combinado.
  - Motor alternativo: utiliza gas de síntesis procedente de la gasificación de un recurso sólido o biogás procedente de una digestión anaerobia.
  - Cogeneración: cuando una entidad presenta consumos térmicos y eléctricos importantes, se puede plantear la instalación de un sistema de cogeneración, consistente en la producción conjunta de energía térmica y eléctrica.
- **Generación de energía mecánica:** los biocarburantes pueden ser empleados en los motores alternativos de automóviles, camiones, autobuses..., sustituyendo total o parcialmente a los combustibles fósiles. La utilización de biocarburantes es especialmente interesante en industrias agrarias que dispongan de una adecuada materia prima para su producción (aceites reciclados, colza, girasol, maíz, trigo, patata...) y que puedan autoconsumirlos (por ejemplo en tractores), llegando a suponer importantes ahorros en la factura de los combustibles.



#### El Plan español de Energías Renovables 2011-2020

El Plan de Acción Nacional de Energías Renovables 2011-2020 ha sido aprobado por Acuerdo del Consejo de Ministros de 11 de noviembre de 2011, y establece objetivos acordes con la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, y atendiendo a los mandatos del Real Decreto 661/2007, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial y de la Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible.

Para la formación del escenario del mapa energético en 2020, se ha tenido en cuenta la evolución del consumo de energía en España, el alza de los precios del petróleo en relación a los mismos en la década de los noventa y la intensificación sustancial de los planes de ahorro y eficiencia energética. Las conclusiones principales del informe notificado a la Comisión Europea son las siguientes:

- En una primera estimación, la aportación de las energías renovables al consumo final bruto de energía sería del 22,7% en 2020—frente a un objetivo para España del 20% en 2020—, equivalente a unos excedentes de energía renovable de aproximadamente de 2,7 millones de toneladas equivalentes de petróleo (tep).
- Como estimación intermedia, se prevé que en el año 2012 la participación de las energías renovables sea del 15,5% (frente al valor orientativo previsto en la trayectoria indicativa del 11,0%) y en 2016 del 18,8% (frente a al 13,8% previsto en la trayectoria).
- El mayor desarrollo de las fuentes renovables en España corresponde a las áreas de generación eléctrica, con una previsión de la contribución de las energías renovables a la generación bruta de electricidad del 42,3% en 2020.

**Consumo español de Renovables y su aportación en la Energía Final (Metodología Comisión Europea)**

<b>CONSUMO FINAL DE ENERGÍAS RENOVABLES (en ktep)</b>	<b>2008</b>	<b>2012</b>	<b>2016</b>	<b>2020</b>
Energías renovables para generación eléctrica	5.342	8.477	10.682	13.495
Energías renovables para calefacción/refrigeración	3.633	3.955	4.740	5.618
Energías renovables en transporte	601	2.073	2.786	3.500
Total en Renovables en ktep	9.576	14.504	18.208	22.613
Total en Renovables según Directiva	10.687	14.505	17.983	22.382

<b>CONSUMO DE ENERGÍA FINAL (en ktep)</b>	<b>2008</b>	<b>2012</b>	<b>2016</b>	<b>2020</b>
Consumo de energía bruta final	101.918	93.321	95.826	98.677
% Energías Renovables/Energía Final	10.5%	15.5%	18.8%	22.7%

España hace saber en el informe enviado a Bruselas que está interesada en aprovechar las oportunidades que ofrecen los mecanismos de flexibilidad recogidos en la Directiva, en especial las transferencias estadísticas basadas en acuerdos bilaterales y proyectos conjuntos con terceros países.

No obstante, para el aprovechamiento de los excedentes de energía renovable estimados, sobre los que España puede obtener significativos beneficios por su transferencia mediante los mecanismos de flexibilidad previstos en la Directiva, y habida cuenta que alrededor de dos tercios de la generación eléctrica renovable en 2020 se estima sea de carácter no gestionable, resulta indispensable un mayor desarrollo de las interconexiones eléctricas de España con el sistema eléctrico europeo, circunstancia sobre la que se ha llamado especial atención en el informe remitido a Bruselas.



## PLAN REGIONAL DE ÁMBITO SECTORIAL DE LA BIOENERGÍA DE CASTILLA Y LEÓN

La Junta de Castilla y León aprobó, el 20 de enero de 2011, el Plan Regional de Ámbito Sectorial de la Bioenergía de Castilla y León (BOCyL nº 17 de 26 de enero de 2011). Este plan nace de la necesidad de poder **aprovechar el gran potencial de recursos de biomasa de los que dispone Castilla y León**, que a fecha del plan sólo el 2% tiene aprovechamiento energético, o se transforma en bioenergía.

Para la elaboración del Plan se tuvo en cuenta las recomendaciones de la Comisión Europea para los Estados y Regiones, algunas de ellas especificadas en el Plan de Acción Europeo sobre la Biomasa, en este sentido, el Plan incluye un **análisis detallado de los recursos de Biomasa susceptibles de valorización energética y un diagnóstico de la situación del sector** y su contexto, plantea objetivos cuantitativos y se proponen acciones y medidas para su consecución, finalizando con un análisis económico y de efectos.

El ámbito temporal del Plan comprende el periodo desde su aprobación hasta el 31 de diciembre de 2020, con una revisión programada para 2015, la justificación del plan se asienta en los siguientes puntos:

- Necesidad de avanzar en la diversificación energética: La dependencia energética del exterior mantiene una tendencia creciente en España, la diversificación energética se plantea como una actuación muy necesaria, siendo las energías renovables una vía para lograr esta meta.
- Compromiso de reducir la emisión de gases de efecto invernadero: El empleo de biocombustibles reduce el consumo de combustibles fósiles contribuyendo, por tanto, a la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero y, en general, al desarrollo sostenible.
- Interés de fomentar el empleo y el desarrollo industrial: La inversión en este sector permite la mejora del tejido industrial, creando o manteniendo empleos muy bien distribuidos en los tres sectores económicos, primario, secundario y terciario. La cadena de valor de la biomasa está muy relacionada con el medio rural, esto la habilita para poder ser empleada como herramienta de desarrollo rural.



- Necesidad de avanzar en la gestión de residuos: La valorización energética de los residuos orgánicos biodegradables, especialmente los urbanos, agrarios e industriales, permite resolver parcialmente varios problemas ambientales y abre la posibilidad de reducir gastos a sus productores.
- Disponibilidad de un gran potencial de biomasa: Castilla y León es la Comunidad Autónoma más extensa de España y de mayor superficie agrícola y forestal, así como cuenta con una fuerte industria asociada, esto la dota de gran cantidad de recursos susceptibles de ser valorizados. Los planes y programas energéticos de España han asignado habitualmente el mayor potencial del Estado a esta Comunidad.
- Necesidad de disminuir el riesgo de incendio y mejorar el estado fitosanitario de las masas forestales: El aprovechamiento energético de la biomasa forestal, especialmente la procedente de restos forestales, supone la extracción fuera del monte de masa combustible que, de otro modo, permanecería en él con el consiguiente incremento de riesgo de incendios y problemas fitosanitarios.
- Conveniencia de buscar alternativas a los cultivos tradicionales: Las fluctuaciones que experimenta el sector agrícola hacen conveniente la búsqueda de alternativas a los cultivos tradicionales y la apertura de nuevos mercados para los agricultores.

#### BIOMASA FORESTAL:

El Plan entiende por biomasa forestal cualquier vegetal procedente de terrenos forestales que sea apto para producir energía. El plan muestra que potencial de recursos dispone Castilla y León en Biomasa forestal.



## CULTIVOS ENERGETICOS

### a) HERBACEOS

El Plan entiende por cultivos energéticos aquellos cultivos que se enmarcan bajo la definición establecida tras la reforma de la PAC de 2003, y más concretamente, la establecida en la Directiva 2003/30 CE, se trata de aquellos cultivos no alimentarios destinados a la producción de energía, que se utilizan fundamentalmente en la producción de los siguientes productos energéticos:

- Biocarburantes (bioetanol, biodiésel, biogás, biometanol, biometiléter, bioETBE17, bioMTBE18, biocarburantes sintéticos, biohidrógeno, aceite vegetal puro, etc.).
- Energía térmica y eléctrica producida a partir de biomasa.

Clasificación respecto al aprovechamiento final de la biomasa cultivada:

- Cultivos oleaginosos: Especies herbáceas o leñosas anuales o plurianuales cuya semilla será destinada a la producción de biodiesel, como el girasol, colza, soja, *Jatropha curcas*, *Ricinus communis*, *Linum usitatissimum*, etc.
- Cultivos alcoholígenos: Especies herbáceas utilizadas para la producción de bioetanol a partir de procesos de fermentación de azúcares simples, podemos citar la remolacha, la caña de azúcar, sorgo dulce, patata (*Heliantus tuberosus*), etc.
- Cultivos amiláceos y/o inulínicos: Especies herbáceas utilizadas para producir bioetanol a partir de la fermentación de los azúcares, pero mediante una hidrólisis previa de sus azúcares complejos para convertirlos en azúcares más simples, son los cereales, como el trigo, cebada y maíz dulce principalmente, y la patata en el caso de cultivos inulínicos.
- Cultivos lignocelulósicos: Especies leñosas cultivadas en alta densidad y corta rotación (chopo, sauce, eucalipto, *Paulownia*, acacia, etc.), las cuáles se tratan en otros apartados de este capítulo, y especies herbáceas con alto contenido en celulosa y de alta producción (cardo - *Cynara cardunculus*, *Myscanthus sinensis*, *Panicum virgatum*, agropiro, sorgo papelero, etc.). También se incluyen algunos cultivos dedicados fundamentalmente a la producción de biomasa y no de grano, pero en este caso se han asimilado a otros restos de cultivos como podas de vid. Estos cultivos



lignocelulósicos se pueden utilizar tanto para producir biocarburantes de segunda generación como para producir energía eléctrica o térmica.

También se puede realizar la siguiente clasificación respecto a cultivos tradicionales y nuevos cultivos:

- Cultivos tradicionales: Cultivos que se están sembrando fundamentalmente con fines alimentarios pero que se pueden destinar a la producción de biocombustibles, tales como cereales (cebada, trigo, centeno, avena, triticale y/o maíz), girasol y/o colza. Desarrollando nuevas variedades destinadas especialmente a la producción de biocarburantes (mayor índice de almidón) o para la producción de biomasa (mayor producción de paja en detrimento de la producción de la grano), se podría obtener una mayor producción de los mismos.
- Nuevos cultivos: Cultivos que no se utilizan hoy en día para alimentación y que se están desarrollando actualmente en muchos casos, o implantándose en distintos países, con la finalidad de producir biomasa. Como ejemplos pueden citarse cultivos como la pataca (*Helianthus tuberosus* L), el sorgo papalero (*Sorghum bicolor* L), el cardo (*Cynara cardunculus* L), el miscantus (*Miscanthus sinensis*), el switchgrass (*Panicum virgatum*), la *Jatropha curcas* o el agropiro, entre otros.

Al igual que en el punto anterior, El plan muestra que potencial de recursos dispone Castilla y León en cultivos energéticos herbáceos.

Sobre esta superficie agrícola fácilmente valorizable se determinará un objetivo, que será naturalmente menor. Por ello, en relación a la superficie agrícola fácilmente valorizable mediante cultivos energéticos, se consideran las siguientes cifras:

- Para el año 2015:
  - 4,5% de las casi 500.000 ha de regadío que podrían dedicarse a cultivos energéticos.



- 11% de las más de 2,6 millones de ha de secano que podrían dedicarse a cultivos energéticos.
- Para el año 2020:
  - 8% de las casi 500.000 ha de regadío que podrían dedicarse a cultivos energéticos.
  - 15% de las más de 2,6 millones de ha de secano que podrían dedicarse a cultivos energéticos.
- A modo indicativo, para el año 2030:
  - 11% de las casi 500.000 ha de regadío que podrían dedicarse a cultivos energéticos.
  - 17% de las más de 2,6 millones de ha de secano que podrían dedicarse a cultivos energéticos.

#### b) LEÑOSOS

El presente Plan entiende por cultivos energéticos leñosos al cultivo a turno corto de especies leñosas, de crecimiento rápido y con un sistema de manejo intensivo al objeto de lograr altas producciones de madera para destino energético.

Este tipo de cultivos puede agruparse en los dos bloques siguientes:

- Plantaciones basadas en el método de beneficio de monte bajo esto es, cultivos capaces de rebrotar de raíz o de cepa que son objeto de recepe para producir múltiples brotes (Short Rotation Coppice, SRC).
- Plantaciones basadas en el cultivo de fustes individuales (Short Rotation Forestry, SRF).

La producción de este tipo de cultivos es muy variable según la especie empleada, por ello, se ha tomado un valor medio 15 t/ha de materia seca al objeto de elaborar la estimación presentada en la tabla resumen.



#### RESTOS AGRÍCOLAS:

El Plan entiende por biomasa agrícola aquel material procedente bien de cultivos energéticos en los que se aprovecha el resto de la planta en lugar del grano, bien de cultivos agrícolas de cualquier tipo que no cumplen o no se utilizan para su aprovechamiento principal, que es el de la alimentación humana o la animal en su mayor parte, bien cultivos industriales o bien restos de cultivos dedicados a la bioenergía a través de su grano como pueden ser restos de cereales, restos de oleaginosas, etc. Se clasifican los residuos agrícolas atendiendo a su constitución.

- Residuos agrícolas herbáceos: Procedentes de cultivos herbáceos como paja de cereal, cañotes de maíz o sorgo, mazorcas de maíz, cabezuelas y tallos de girasol, restos de cosecha de colza, etc.
- Residuos agrícolas leñosos: Procedentes de cultivos leñosos como vid, olivos y frutales.

#### BIOMASA GANADERA:

El presente Plan entiende por biomasa ganadera todos aquellos restos orgánicos procedentes de las explotaciones ganaderas intensivas y que podrían ser susceptibles de valorización energética. Se trata de subproductos animales no destinados al consumo humano, SANDACH, tales como estiércoles, lisieres, purines, gallinaza y similares, además de las aguas residuales de limpieza que se unen a ellos, y en algunos casos las aguas de lluvia por su vertido en balsas.

El PBCyL clasifica la biomasa ganadera atendiendo al tipo de animal criado, de esta forma se identifican:

- SANDACH de la cabaña bovina.
- SANDACH de la cabaña porcina.
- SANDACH de la cabaña avícola.
- SANDACH de la cabaña ovina y caprina.



BIOMASA DE LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA:

El Plan entiende por residuos agroalimentarios y SANDACH de origen agroalimentario a los residuos y desechos orgánicos biodegradables de la industria agroalimentaria.

El PBCyL clasifica los residuos y subproductos animales agroalimentarios atendiendo al tipo de industrias que los generan y teniendo en cuenta los principales sectores de la industria de Castilla y León:

- Residuos de la industria cárnica.
- Residuos de la industria láctea.
- Residuos de la industria vitivinícola.
- Residuos de la industria azucarera y derivados.
- Residuos de la industria de elaboración de pan, bollería y galletas.
- Residuos de la industria de molinería.
- Residuos de la industria de conservas vegetales.
- Residuos de la industria de fabricación de productos de alimentación animal
- Residuos de otras industrias agroalimentarias (centrales de tratamiento hortícola, almazaras, etc.).



### BIOMASA ASOCIADA A LA INDUSTRIA DE LA MADERA

El presente Plan entiende por biomasa asociada a la industria de la madera tanto a los residuos y subproductos que esta industria genera como resultado de su actividad industrial como a la madera en rollo importada y reciclada que consume y de la cual, una fracción puede ser derivada a valorización energética.

El PBCyL clasifica a las características físico-químicas de los subproductos generados por las industrias de la madera y valorizables energéticamente, estos pueden clasificarse en madera, corteza y lejías negras. Por otro lado, si se atiende al tipo de industria que los generan, se pueden agrupar del siguiente modo:

- Restos de madera y cortezas procedentes de la industria de primera transformación y muy especialmente de los aserraderos, industria de desenrollo y fábricas de tableros.
- Restos de madera y cortezas procedentes de la industria de segunda transformación. Es el caso de las carpinterías y las fábricas de muebles.
- Residuos procedentes de la industria de la pasta de papel. Lejías negras generadas en el proceso.
- Otras fracciones. Madera en rollo no obtenida en Castilla y León y madera reciclada destinada actualmente a la industria transformadora, que podría derivarse a bioenergía.

### BIOMASA DE ORIGEN URBANO Y DE OTRAS INDUSTRIAS:

El Plan entiende por biomasa de origen urbano a todos aquellos residuos catalogados como urbanos y que, por su contenido orgánico, pueden ser valorizados energéticamente. De igual forma se considera biomasa urbana aquellos residuos orgánicos generados por las industrias y que, sin estar vinculados a los procesos productivos, son asimilables a los generados en domicilios o actividades comerciales o de servicios.



Por otro lado, en este grupo se incluyen también aquellos residuos industriales no peligrosos que son biodegradables y no proceden de las industrias de la madera y agroalimentaria (tratados estos dos últimos en otro apartado de este capítulo). Se trataría, por ejemplo, de lodos de plantas de depuración de aguas residuales, madera procedente de la construcción y demolición y residuos de envases de madera. Este capítulo agrupa tipos de biomasa con orígenes y contextos muy diferentes. No obstante, todos tienen en común que se trata de un material tipificado como residuo y al que por Ley se le debe dar un tratamiento.

Por ello, los mecanismos que se promuevan para su planificación energética se han de enmarcar dentro de la política de gestión de residuos de la Administración Autonómica y de las entidades locales. Una forma sencilla de agruparlos para su mejor visualización es la siguiente:

- GRUPO A: Fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, FORU. Son los residuos biodegradables de cocinas y restaurantes y residuos de mercados y similares a los anteriores generados en los comercios, industrias e instituciones.
- GRUPO B: Aceites vegetales usados. Son los aceites y grasas comestibles generados tanto en domicilios particulares como en actividades de servicios.
- GRUPO C: Lodos de plantas de depuración de aguas residuales, EDAR, tanto industriales como urbanas.
- GRUPO D: Residuos de envases de madera, madera procedente de la construcción y demolición, residuos de poda y jardinería y residuos voluminosos de madera.

Tabla. SINTESIS DE BIOMASA EN CASTILLA Y LEON 2009

2009			BM POTENCIAL			BM FÁCILMENTE VALORIZABLE			
			Recurso en origen (t/año)	Superficie (ha/año)	Energía primaria (ktep/año)	Recurso en origen (t/año)	Superficie (ha/año)	Energía primaria (ktep/año)	
BM forestal	Fracción leñosa		12.600.053	–	2,835	294,000	35,000	70	
	Fracción maderable		7.972.639	–	1,794	349,000	5,000	102	
	<b>TOTAL</b>		<b>20.572.692</b>	<b>3.000.000</b>	4,629	643,000	40,000	172	
BM agrícola	Cult. energéticos	Herbáceos	regadío	2.384.115	476,823	954	0	0	0
			secano	6.827.534	2.897.347	2,512	34,044	14,487	12
		Leñosos		14.304.690	476,823	3,290	30,360	1,012	7
		<b>TOTAL</b>		<b>23.516.339</b>	<b>3.850.993</b>	6,756	64,404	15,499	19
	Restos agrícolas	Herbáceos	regadío	2.294.852	339,978	955	68,846	15,300	23
			secano	4.139.766	2.069.883	1,457	124,193	62,096	44
		Leñosos		240,640	85,943	86	2,406	859	1
		<b>TOTAL</b>		<b>6.675.258</b>	<b>2.495.804</b>	2,498	195,445	78,255	68
	<b>TOTAL</b>		<b>30.191.597</b>	–	9,254	259,849	–	87	
	BM ganadera	Estiércol vacuno		5.802.538	–	487	348,152	–	29
Purines		11.652.613	–	181	1.747.892	–	27		
Gallinaza		667,361	–	51	73,410	–	6		
<b>TOTAL</b>		<b>18.122.512</b>	–	719	<b>2.169.454</b>	–	62		
BM industrial	Industrias de madera		826,862	–	246	133,722	–	36	
	Industrias agroalimentarias		922,366	–	107	119,945	–	14	
	<b>TOTAL</b>		<b>1.749.228</b>	–	353	233,667	–	50	
BM urbana	Aceites vegetales usados		11,435	–	10	6,406	–	6	
	Fracción orgánica residuos urbanos		496,673	–	164	233,436	–	77	
	Lodos de EDAR		480,000	–	40	33,600	–	3	
	Residuos envases madera		0	–	0	0	–	0	
	Madera de resid. construcción-demolición		80,000	–	32	16,000	–	6	
	Residuos podas de calles y jardines		24,520	–	8	18,390	–	6	
	Residuos voluminosos madera		0	–	0	0	–	0	
	<b>TOTAL</b>		<b>1.092.628</b>	–	254	307,832	–	98	
<b>BM TOTAL</b>			<b>71.728.657</b>	–	15,209	<b>3.613.802</b>	–	469	

Tabla. SINTESIS DE BIOMASA EN CASTILLA Y LEON 2015

2015				BM POTENCIAL			BM FÁCILMENTE VALORIZABLE			
				Recurso en origen (t/año)	Superficie (ha/año)	Energía primaria (ktep/año)	Recurso en origen (t/año)	Superficie (ha/año)	Energía primaria (ktep/año)	
BM forestal	Fracción leñosa			14.000.000	–	3,157	523,000	41,900	117	
	Fracción maderable			8.875.000	–	1,997	1.143.000	21,600	257	
	<b>TOTAL</b>			<b>22.875.000</b>	<b>3.000.000</b>	5,154	1.666.000	63,500	374	
BM agrícola	Cult. energéticos	Herbáceos	regadío	2.550.000	510,000	1	115	23	40	
			secano	6.827.534	2.897.347	2,512	748,964	318,708	261	
		Leñosos			15.300.000	510,000	3,519	127,000	4,200	29
		<b>TOTAL</b>			24.677.534	–	7,051	990,714	345,858	330
	Restos agrícolas	Herbáceos	regadío	2.550.000	510,000	1	309,825	45,900	103	
			secano	4.139.766	2.669.883	1,457	372,579	186,289	131	
		Leñosos			226,164	92,612	97	11,308	5	5
		<b>TOTAL</b>			6.915.930	3.272.495	2,612	693,712	266,820	239
	<b>TOTAL</b>			<b>31.593.464</b>	–	9,663	1.684.426	–	569	
	BM ganadera	Estiércol vacuno			5.814.153	–	488	697,698	–	59
Purines			12.764.837	–	198	2.297.671	–	36		
Gallinaza			736,820	–	56	125,259	–	10		
<b>TOTAL</b>			<b>19.315.810</b>	–	742	<b>3.120.628</b>	–	105		
BM industrial	Industrias de madera			1.590.000	–	468	507,000	–	156	
	Industrias agroalimentarias			977,367	–	115	186,693	–	22	
	<b>TOTAL</b>			<b>2.567.367</b>	–	583	693,693	–	178	
BM urbana	Aceites vegetales usados			11,807	–	10	8,207	–	7	
	Fracción orgánica residuos urbanos			408,651	–	135	192,066	–	64	
	Lodos de EDAR			725,000	–	60	50,740	–	4	
	Residuos envases madera			0	–	0	0	–	0	
	Madera de resid. construcción-demolición			80,000	–	32	56,000	–	22	
	Residuos podas de calles y jardines			25,511	–	8	19,133	–	6	
	Residuos voluminosos madera			0	–	0	0	–	0	
	<b>TOTAL</b>			<b>1.250.969</b>	–	245	326,146	–	103	
<b>BM TOTAL</b>				<b>77.602.610</b>	–	16,387	<b>7.490.893</b>	–	1	

Tabla. SINTESIS DE BIOMASA EN CASTILLA Y LEON 2020

2020				BM POTENCIAL			BM FÁCILMENTE VALORIZABLE			
				Recurso en origen (t/año)	Superficie (ha/año)	Energía primaria (ktep/año)	Recurso en origen (t/año)	Superficie (ha/año)	Energía primaria (ktep/año)	
BM forestal	Fracción leñosa			15.000.000	–	3,381	678,000	45,500	153	
	Fracción maderable			9.500.000	–	2,139	1.499.000	28,300	337	
	<b>TOTAL</b>			<b>24.500.000</b>	<b>3.000.000</b>	5,520	2.177.000	73,800	490	
BM agrícola	Cult. energéticos	Herbáceos	regadío	2.550.000	510,000	1	204	41	71	
			secano	6.827.534	2.897.347	2,512	1.021.315	434,602	355	
		Leñosos			15.300.000	510,000	3,519	200,000	6,700	45
		<b>TOTAL</b>			<b>26.677.534</b>	–	7,051	1.425.315	482,102	471
	Restos agrícolas	Herbáceos	regadío	2.550.000	510,000	1	306,000	61,200	102	
			secano	4.139.766	2.669.883	1,457	471,933	280,569	195	
		Leñosos			226,164	92,612	97	18,093	7	8
		<b>TOTAL</b>			<b>6.915.930</b>	<b>3.272.495</b>	2,612	796,026	349,178	305
	<b>TOTAL</b>			<b>31.593.464</b>	–	9,663	2.221.341	–	776	
	BM ganadera	Estiércol vacuno			5.825.790	–	489	815,611	–	68
Purines			13.983.221	–	217	2.656.812	–	41		
Gallinaza			813,509	–	62	154,567	–	12		
<b>TOTAL</b>			<b>20.622.520</b>	–	768	<b>3.626.990</b>	–	121		
BM industrial	Industrias de madera			1.869.000	–	547	745,000	–	230	
	Industrias agroalimentarias			994,904	–	117	229,461	–	27	
	<b>TOTAL</b>			<b>2.863.904</b>	–	664	974,461	–	257	
BM urbana	Aceites vegetales usados			11,998	–	11	8,793	–	8	
	Fracción orgánica residuos urbanos			408,651	–	135	192,066	–	64	
	Lodos de EDAR			770,000	–	64	53,852	–	4	
	Residuos envases madera			0	–	0	0	–	0	
	Madera de resid. construcción-demolición			90,000	–	36	90,000	–	36	
	Residuos podas de calles y jardines			26,021	–	8	19,516	–	6	
	Residuos voluminosos madera			0	–	0	0	–	0	
	<b>TOTAL</b>			<b>1.306.670</b>	–	254	364,227	–	118	
<b>BM TOTAL</b>				<b>80.886.558</b>	–	16,869	<b>9.364.019</b>	–	2	



calderas

## 02. ANÁLISIS



## 1 SISTEMA DE SUBVENCIONES

Cada comunidad autónoma tiene sus propias medidas para el apoyo a esta energía y como no, sus trámites y formularios.

### 1.1 AGENCIAS

- Agencias Nacionales de Energía:
  - Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)
  - Comisión Nacional de Energía
- Agencias Regionales y Locales
  - ANDALUCÍA:**
    - Agencia Andaluza de la Energía (AAE)
    - Agencia Local Energía de Sevilla, ALES
    - Agencia Provincial de la Energía de Granada, AEG
    - Agencia Provincial de la Energía de Huelva, APEH
    - Agencia Provincial de la Energía de Sevilla, Sevilla Siglo XXI-Energía
    - Agencia de Gestión Energética de la Provincia de Jaén, AGENER
  - ASTURIAS:**
    - Fundación Agencia Local de la Energía del Nalón, ENERNALÓN
    - Fundación Asturiana de la Energía, FAEN
    - Agencia de Energía de Gijón
  - CANARIAS:**
    - Agencia Insular de Energía de Tenerife, AIET
    - Agencia de Energía de las Canarias Occidentales, AECO



**CASTILLA Y LEÓN:**

- Agencia energética Municipal de Valladolid, AEMVA
- Agencia Provincial de la Energía de Ávila, APEA
- Agencia Provincial de la Energía de Burgos, AGENBUR
- Ente Regional de la Energía de Castilla y León, EREN

**CASTILLA-LA MANCHA:**

- Agencia de Gestión de la Energía de Castilla-La Mancha, AGECAM
- Agencia Provincial de la Energía de Toledo, APET

**CATALUÑA:**

- Centre de Documentació i Educació Ambiental - Agència de Serveis Energètics de Terrassa, CDEA-ASE
- Instituto Catalán de Energía, ICAEN
- Agencia Comarcal de la Energía (MARESME), ACE
- Agencia de l'Energia d'Osona, AEO
- Fundació Tàrraco Energía Local

**COMUNIDAD DE MADRID:**

- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid, FENERCOM

**COMUNIDAD FORAL DE NAVARRA:**

- Agencia Energética Municipal de Pamplona, AEMPA

**COMUNIDAD VALENCIANA:**

- Agencia Valenciana de la Energía, AVEN
- Agencia Energética de La Ribera, AER



**EXTREMADURA:**

- Agencia Extremeña de la Energía - Badajoz, AGENEX
- Agencia Extremeña de la Energía - Cáceres, AGENEX

**GALICIA:**

- Agencia Local de Vigo
- Instituto Enerxético de Galicia (INEGA)
- Fundación Axencia Enerxética Provincial da Coruña, FAEPAC

**ILLES BALEARS:**

- Agència d'Energia de les Pitiüeses

**MURCIA:**

- Fundación Agencia Regional de Gestión de la Energía de Murcia, ARGEM

**PAÍS VASCO:**

- Ente Vasco de la Energía (EVE)

## 1.2 SUBVENCIONES EN CASTILLA Y LEÓN

El EREN (Ente Regional de la Energía de Castilla y León) mantiene 2 líneas de subvenciones a fecha de 2012.

### LÍNEA 1. AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Diferenciando distintos sectores:

- Sector edificación
- Sector industria
- Sector transportes
- Sector servicios públicos



- Sector transformación de la energía
- Plan Renove Electrodomésticos

#### Dentro del sector industrial

- **Subvenciones para sustitución de equipos consumidores de Energía por otros que usen tecnologías de alta eficiencia en el SECTOR INDUSTRIAL (2012)**

Financia la realización de inversiones para la sustitución de equipos consumidores de energía por otros que usen tecnologías de alta eficiencia energética en el sector industrial de Castilla y León.

- **Subvenciones dirigidas a la realización de AUDITORÍAS ENERGÉTICAS en el sector industrial manufacturero (2012)**

Financia la realización de inversiones en auditorías energéticas a las instalaciones industriales en el sector industrial manufacturero de Castilla y León, quedando excluida la industria extractiva energética, la agrupación de actividad del refino del petróleo y el tratamiento de combustibles nucleares, así como las empresas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica. Las auditorías podrán realizarse a líneas de producción, procesos productivos o sistemas auxiliares individuales consumidores de energía sin necesidad de realizar la auditoría energética global.

#### **LINEA 2. ENERGÍAS RENOVABLES**

Diferenciando 2 sectores:

- Subvenciones para actuaciones en materia de energía SOLAR TÉRMICA y/o FOTOVOLTAICA (2012): financia la realización de inversiones en instalaciones de aprovechamiento de la energía solar no conectada a red en Castilla y León.
- **Subvenciones para actuaciones de ENERGÍAS RENOVABLES, excepto solar (2012)**



Promover la realización en Castilla y León de inversiones en materia de energías renovables, excepto solar, mediante la ejecución de **actuaciones relativas a bioenergía en aplicaciones térmicas**, bioenergía en aplicaciones eléctricas (**biomasa**), bioenergía en aplicaciones de biocombustibles, instalaciones de geotermia, instalaciones de energía eólica de pequeña potencia y **acciones de divulgación sobre la utilización de la bioenergía**.

Se subvencionan las siguientes inversiones:

- **Aplicaciones relativas a Bioenergía**

- 1) Aplicaciones eléctricas. Digestión de biomasa (principalmente cultivos energéticos, residuos ganaderos y residuos de industrias agroalimentarias) para producir biogás y generar electricidad.
- 2) Aplicaciones eléctricas. Gasificación de biomasa para producir gas pobre y generar electricidad.
- 3) Aplicaciones eléctricas. Combustión de biomasa para generar electricidad.
- 4) Aplicaciones térmicas. Instalaciones térmicas en ámbito residencial y servicios.
- 5) **Aplicaciones térmicas. Instalaciones térmicas en la industria.**
- 6) **Biocombustibles. Adaptación de vehículos para transporte de pellets mediante sistemas neumáticos.**
- 7) Biocombustibles. Equipos e instalaciones para adecuación y mejora de características de biocombustibles.
- 8) Biocombustibles. Surtidores nuevos o adaptación de surtidores existentes para suministro de biocombustibles líquidos y gaseosos.
- 9) Biocombustibles. Mantenimiento durante un año de puntos de suministro de biocombustibles.
- 10) **Estudios de logística de suministro de biomasa y biocombustible y su uso energético y estudios de redes centralizadas.**

- **Instalaciones de geotermia**

- 1) Instalaciones para aprovechar y utilizar aguas termales, cualquiera que sea su uso, procedentes de yacimientos geotérmicos que acrediten.



- 2) Instalaciones de producción de energía térmica (frío y/o calor), para climatización utilizando bombas de calor que intercambien con el terreno, ya sea en circuito abierto o cerrado.
  - 3) Test de Respuesta Térmica de sondeos.
- **Instalaciones de energía eólica de pequeña potencia**
    - 1) Instalaciones con potencia instalada menor de 1.001 We.
    - 2) Instalaciones con potencia instalada mayor o igual a 1.001 y menor de 5.001 We.
    - 3) Instalaciones con potencia instalada mayor o igual a 5.001 y menor de 150.000 We.
  - **Acciones de divulgación sobre la utilización de la Bioenergía**
    - 1) Campañas de publicidad para aplicaciones en el sector doméstico, actividades empresariales agrícolas y ganaderas.

Tabla. Porcentaje y cuantía máxima subvencionables en Biomasa

Actuación		Porcentaje máximo (%)	Cuantía máxima (euros)
Bioenergía. Aplicaciones eléctricas. Digestión de biomasa (principalmente cultivos energéticos, residuos ganaderos y residuos de industrias agroalimentarias) para producir biogás y generar electricidad.	Con potencia menor de 250 kWe	2500%	150.000
Bioenergía. Aplicaciones eléctricas. Gasificación de biomasa para producir gas pobre y generar electricidad. Bioenergía. Aplicaciones eléctricas. Combustión de biomasa para generar electricidad.	Con potencia mayor o igual de 250 kWe	25	50.000
Bioenergía. Aplicaciones térmicas. Instalaciones térmicas en ámbito residencial y servicios.	En vivienda aislada	25	10.000
	En edificios de viviendas o edificios públicos	30	50.000
	Redes de calefacción centralizada	35	150.000
Bioenergía. Aplicaciones térmicas. Instalaciones térmicas en la industria.	En sector agrícola y ganadero	35	50.000
	En otros sectores	25	50.000
Bioenergía. Biocombustibles. Adaptación de vehículos para transporte de pelets mediante sistemas neumáticos.		25	3.000
Bioenergía. Biocombustibles. Equipos e instalaciones para adecuación y mejora de características de biocombustibles.		25	3.000
Bioenergía. Biocombustibles. Surtidores nuevos o adaptación de surtidores existentes para suministro de biocombustibles líquidos y gaseosos.	Bioetanol	25	20.000
	Biodiesel y otros	25	2.000
Bioenergía. Biocombustibles. Mantenimiento durante un año de puntos de suministro de biocombustibles.	Pellets y astillas para uso residencial y terciario	--	6.000 €/distribuidor
	Biocarburantes	--	5.000 €/biogasolinera
Bioenergía. Estudios y divulgación. Estudios de logística de suministro de biomasa y biocombustible y su uso energético y estudios de redes centralizadas.		35	3.000
Bioenergía. Estudios y divulgación. Campañas de publicidad para aplicaciones en el sector doméstico, actividades empresariales agrícolas y ganaderas.		35	2.000

En el caso de que el solicitante sea una Empresa de Servicios Energéticos, a los porcentajes anteriores, se les sumarán 10 puntos porcentuales.



### PROYECTO EUROPEO PARA IMPULSAR LA BIOMASA EN MUNICIPIOS

El Instituto de Recursos Naturales de la Universidad de León coordina un proyecto europeo de transferencia de conocimiento en el uso de biomasa y residuos. Tanto los municipios grandes como los pequeños poseen recursos que pueden ser aprovechados para producir electricidad. Un proyecto europeo llamado BIO-EN-AREA llevará a cabo una serie de acciones bioenergéticas para **impulsar el uso de la biomasa en el ámbito municipal**.

El Instituto de Recursos Naturales (Irena) de la Universidad de León es el coordinador de la iniciativa. Colaboran en ella ayuntamientos y agencias energéticas municipales de España, Estonia, Grecia, Irlanda e Italia. Se trata de establecer unos parámetros para que las instituciones valoren de forma efectiva en el campo energético la biomasa y los residuos que poseen.

Viendo casos prácticos del uso de la biomasa, municipios de toda Europa pueden aprovechar esa experiencia y esos conocimientos para poner en marcha sus propios proyectos de energía renovable. El **subproyecto Ebimun** se llevará a cabo en **tres tipos de núcleos de población diferentes**, en zonas aisladas y municipios pequeños de menos de 5.000 habitantes, en poblaciones de entre 5.000 y 20.000 habitantes y en localidades de más de 50.000 habitantes.

Además de coordinar el subproyecto, el Irena realizará también un estudio de las mejoras técnicas que se pueden desarrollar en este campo, como un seguimiento de las tecnologías existentes para la valoración de la biomasa en los aprovechamientos térmicos, es decir, el tipo de caldera más adecuada para emplearla para la combustión de la biomasa.

Otro aspecto importante es tener en cuenta el entorno natural de cada país. Cada municipio, por cuestiones geográficas, posee diferentes tipos de biomasa. El tamaño de la población es



otro factor muy a tener en cuenta: se preparan diferentes protocolos para los diferentes municipios.

La colaboración entre diferentes países europeos puede aumentar la eficiencia de las energías renovables, sin olvidar que sería una forma de luchar contra el cambio climático.

### PROYECTO EUROPEO BIOMASUD SOE2/P2/E414

Biomassud es un proyecto dentro del marco del programa Interreg IV B, financiados con fondos FEDER.

El proyecto BIOMASUD tiene como objetivo el **diseño y la implementación de mecanismos de soporte que ayuden al desarrollo de un mercado sostenible de la biomasa sólida**. Para conseguirlo se definirán unos requerimientos mínimos de sostenibilidad en toda la cadena de valor para este mercado. Además, se creará un sistema que audite y certifique el cumplimiento de estos requisitos, así como un sistema de trazabilidad que permita gestionar los recursos desde una perspectiva global.

Una de las herramientas más importantes que se van a desarrollar en el proyecto BIOMASUD es **BIORAISE**.

Es una **herramienta SIG on line** para calcular el **potencial de biomasa en una región**. Hasta ahora se contemplaba la biomasa primaria tanto agrícola como forestal. Con BIOMASUD se pretende implementar la biomasa secundaria proveniente de las industrias forestales y agrícolas.



Imagen. Visor de BIOMASUD



### PROYECTO PELET IN

La Fundación Asturiana de la Energía coordina el proyecto ‘Desarrollo de un Pellet para aplicaciones industriales, PELET IN’ que se está llevando a cabo gracias al consorcio formado por las empresas HUNOSA y PELLETS ASTURIAS, el centro de investigación INCAR y la Fundación Asturiana de la Energía, FAEN.

El proyecto PELET IN tiene como principal objetivo el **diseño y fabricación de un pellet**, formado por **mezclas de biomasa** 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. Está financiado parcialmente por el 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.



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.I.:** 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.I.:** 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.I.:** 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.

**Además, existen Pequeños Distribuidores de Biomasa:** en cada provincia existen comercializadores de Biomasa que realizan la venta después de haber realizado la instalación. En muchos casos, hacen la inversión de la instalación a cambio de asegurar un periodo de suministro de Biomasa. Entre otros está la empresa palentina Torregest.

Tabla. Empresas instaladoras de biomasa registrados en el EREN

ÁVILA				
EMPRESA	DIRECCIÓN	C.P.	LOCALIDAD	TELÉFONO
PROYECTA RENOVABLES, S.L.	HORNOS CALEROS, 56	05003	ÁVILA	920/25.02.85
ABINMA S.L.	C/ TEJARES Nº 6 LOCAL	05002	ÁVILA	920/21.10.38
ÁVILA HIDROCALOR, S.L.	TRAVESIA SAN BENITO, 3	05003	ÁVILA	920/22.22.29
GRUPO ENERCOR, S.L.	C/ JUAN DE YEPES, 9	05002	ÁVILA	920/25.62.16
PELLETÁVILA	C/ BARCELONA, PARC, 58- NAVE,7	05194	VICOLOZANO	920/25.91.50
BURGOS				
EMPRESA	DIRECCIÓN	C.P.	LOCALIDAD	TELÉFONO
CÁRVIC INGENIERÍA Y SERVICIOS, S.L.	C/ CARMEN SALLÉS, Nº 2 COMERCIAL, OFICINA C	09006	BURGOS	947/24.23.28
ABASOLNORTE	C/ DOCTOR FLEMING, 12 BAJO	09002	BURGOS	947/27.69.35
CENIT ENERGÍA, S.L.	POLÍGONO INDUSTRIAL PENTASA I. C/LA RIBERA S/N, NAVE 16	09007	BURGOS	947/10.69.15
INSTALACIONES ALVIGAR, S.L.	C/MONTE DE LA TORRE, 24 2ºC	09400	ARANDA DE DUERO	616/87.78.79
ECO-SYSTEMS INSTALACIONES EFICIENTES, S.L.	AVDA. CONSTITUCIÓN ESPAÑOLA, 16	09007	BURGOS	667/23.70.09
ENERGÍA RENOVABLES CAMPO	CTRA. MADRID-IRÚN, KM. 243 - NAVES TAGLOSA Nº 208	09007	BURGOS	606/75.86.15
LEVENGER	C/ LUIS BUÑUEL, 2	09580	VILLASANA DE MENA	676.078.318
LEÓN				
EMPRESA	DIRECCIÓN	C.P.	LOCALIDAD	TELÉFONO
BIERZO CONFORT	CTRA LA ESPINA, KM 5,5	24492	CUBILLOS DEL SIL	987/45.81.71
BIERZO CONFORT	C/SANCHO ORDOÑEZ, Nº 19	24007	LEÓN	987/24.81.71
BIERZO CALOR, S.L.	AVDA. GALICIA, Nº 112	24400	PONFERRADA	987/41.65.80
CALOR ERBI, S.L.	AVDA. GÓMEZ NUÑEZ, 2-3º	24400	PONFERRADA	902/340.300
DECORACEITOSA, S.L.	AVDA. LIBERTAD 25	24008	VILLAQUILAMBRE	987/30.77.17
INSTALACIONES DEL JAMUZ, S.L.	PLAZA DE LAS TIERRAS BAÑEZANAS, 9	24750	LA BAÑEZA	987/64.44.64
DAJUL. SERVICIOS INTEGRALES S.L.	C/ REAL, 6	24400	PONFERRADA	987/41.56.52
TORIBIO MORAL S.A	AVD. FERNANDO DE CASTRO 21	24320	SAHAGÚN	987/78.07.06
I-NICIATIVA	C/MIGUEL ZAERA		LEÓN	649/89.40.29
INMASER INTEGRAL	AVDA. PÁRROCO PABLO DÍEZ, 172	24010	SAN ANDRES DEL RABANEDO	987/84.05.95
ENERGÍA RENOVABLES DEL ÓRBIGO, S.L. (ERORBI)	C/ FUEROS DE LEÓN, 43	24286	HOSPITAL DE ÓRBIGO	615/10.12.66
CARBÓN VERDE	POL.INDUSTRIAL DEL BIERZO	24650	TORAL DE LOS VADOS	987/54.54.19
PALENCIA				
EMPRESA	DIRECCIÓN	C.P.	LOCALIDAD	TELÉFONO
GRUPO ENERPAL	C/ CURTIDORES, Nº 2-POLÍGONO SAN ANTOLIN	34005	PALENCIA	979/74.50.42
CASA DE CAMPO DE PALENCIA, S.L.	C/ EL MESON Nº 29 BAJO	34419	VILLALOBON	979/76.50.10
INSTALACIONES SOLARES PALENCIA, S.L.	C/ GENERAL SAN MARTÍN, 10 - 4º E	34004	PALENCIA	678/05.00.69
ERCYL	AVDA. ASTURIAS, 55	34880	GUARDO	979/85.04.06
INSTALACIÓN Y FONTANERÍA PABLO BARRIO, S.L.	POLÍGONO INDUSTRIAL Nº 188	34800	AGUILAR DE CAMPÓ	979/12.28.97
CALOR NATURAL HNOS.BARCENILLA	AVDA. PONCE DE LEÓN s/n	34005	PALENCIA	979 725 183

SALAMANCA				
EMPRESA	DIRECCIÓN	C.P.	LOCALIDAD	TELÉFONO
CHIMECAL CHIMENEAS, S.L	C/ DOCTOR FLEMING (P.I. EL MONTALVO I)	37188	CARBAJOSA DE LA SAGRADA	923/19.01.83
GESTIÓN E INGENIERÍA DE PROCESOS ENERGÉTICOS, S.L	PLAZA DE GABRIEL Y GALÁN, 11 ENTREPLTA	37005	SALAMANCA	902/36.46.40
BIOENERGY BARBERO, S.L.	CRTA. DE BÉJAR, KM.5	37796	LAS TORRES	636/47.67.07
CALOR VERDE BIOMASA, S.L.	AVDA. DE CARBAJOSA, 3	37188	CARBAJOSA DE LA SAGRADA	605/47.12.34
GEBIO, S.L.	C/ SEGUNDA, 4 NAVE 3.- P.I. EL MONTALVO III	37188	CARBAJOSA DE LA SAGRADA	923/22.13.27
DAJUL. SERVICIOS INTEGRALES S.L.	LAS LILAS, 7 (Bajo)	37004	SALAMANCA	923/61.00.81
CLIMAVERDE SALAMANCA	PASEO DE LA ESTACIÓN, 62	37004	SALAMANCA	923/12.18.58
BALATA MEDIO AMBIENTE, S.L.	C/FUENTE LAS NAVAS, 3-5	37766	ENDRINAL DE LA SIERRA	660/63.29.16
GRUPO ERCAM	C/ HOCES DEL DURATÓN, 89-95. P.I. EL MONTALVO II	37008	SALAMANCA	923/19.18.91
SEGOVIA				
EMPRESA	DIRECCIÓN	C.P.	LOCALIDAD	TELÉFONO
ELECTICIDAD EUFON S.A	CTRA DE VALLADOLID S/N	40200	CUÉLLAR	921/14.02.78
SAN MIGUEL INSTALACIONES, S.A.	POLÍGONO MALRIEGA, PARCELA 13	40200	CUÉLLAR	921/14.14.05
BIORURAL	C/ REAL S/N	40530	COVACHUELAS	616/32.26.92
SORIA				
EMPRESA	DIRECCIÓN	C.P.	LOCALIDAD	TELÉFONO
ECOCALDERAS	C/ OLMO 1	42148	MURIEL VIEJO	975/37.54.61
FONCAMAR	C/ FUENTE PISADERA 5	42140	SAN LEONARDO DE YAGÜE	975/37.66.13
BIG-MAT M.O. ODORICIO	POL. INDUSTRIAL LAS CASA C/D, PARCELA 45	42005	SORIA	975/23.38.38
EMILIO REDONDO CRESPO	C/ MAESTRO GARCÍA MUÑOS 24 BAJO	42004	SORIA	975/22.16.26
FONTANERÍA Y CALEFACCIÓN CESAR MILLA	CTRA. DE SORIA, 7	42157	SORIA	645/91.62.09
VALLADOLID				
EMPRESA	DIRECCIÓN	C.P.	LOCALIDAD	TELÉFONO
CÉNIT SOLAR	PARQUE TECNOLÓGICO DE BOECILLO - P 205 EDIF.USOS COMUNES OF.1	47151	BOECILLO	983/54.81.90
INSTALACIONES JUALA, S.L.	AVDA. PUENTE BLANCA, Nº 25	47420	ÍSCAR	983/61.13.15
REBI	ACERA RECOLETOS, 5. 2ª PLANTA	47004	VALLADOLID	983/38.61.03
BIOMASA Y CONFORT	AVDA. PUENTE BLANCA, Nº 15	47420	ISCAR	983/62.04.76
COMERCIAL ENERGÉTICA	AVDA/ LA LAGUNA 33	14140	LAGUNA DE DUERO	983/54.60.66
FORESA	C/ GENERAL SOLCHAGA, 36	47008	VALLADOLID	983/47.42.08
ZAMORA				
EMPRESA	DIRECCIÓN	C.P.	LOCALIDAD	TELÉFONO
Z. INESOL, S.L	C/PICO DE PÁJARO, PARCELA 22	49019	ZAMORA	980/67.13.21
ZASISTEC	C/ FUENTE DE LOS COMPADRES, 22 NAVE 2	49028	ZAMORA	980/16.18.53
ARQUENER S.L.	C/ CAMPO DE MARTE, 21	49007	ZAMORA	980/51.22.22
BIOMASER	C/SILERA, 1, BIS	49630	VILLALPANDO	980/66.02.43
COBEN CERÁMICAS, S.L.	CARTAGENA DE INDIAS PARCELAS 6-9	49600	BENAVENTE	980/63.74.32



Para la instalación de Calderas de Biomasa, se procederá a su instalación por instaladores autorizados, que utilizaran diferentes calderas homologadas.

Entre los diferentes **fabricantes de calderas** para Biomasa, nos centraremos en calderas con **potencia superior a 200 kw**, por ser las que pueden tener **más aplicación en la industria**, que se comercializan en España. Comenzaremos con las marcas que ofrecen modelos de mayor potencia.

- **BINDER**

Binder suministra e instala sistemas completos de combustión (con capacidad entre 100 a 10.000 kW), incluidos los contenedores de combustible, chimeneas de acero inoxidable y depósitos de inercia, ofrece una alta eficiencia en todo el rango de potencias

- Modulación de la potencia desde 25 a 100%
- Control de velocidad de los ventiladores
- Regulación lambda
- Bajas emisiones
- Diseño Low-Nox,
- Diseño de la zona de combustión buscando tiempo de permanencia óptimos y minimización de gases no quemados
- Sistema de limpieza de los gases de salida gracias a mono y multiciclones, filtros electrónicos o filtros de bolsa

Modelo	Potencias Nominales en kW				Sistemas combustión →	Intercamb. calor	EBF	RRF	SRF-S	SRF-H	PRF	TSRF
	10 kW	100 kW	1 000 kW	10 000 kW								
RRK 15-20M				20 000								
RRK 12-15M				15 000								
RRK 8-10M				10 000								
RRK 6-7M				8 000								
RRK 4-5M				7 000								
RRK 2500-3000				6 000								
RRK 1800-2300				5 000								
RRK 1200-1650				4 000								
RRK 1000				3 000								
RRK 640-850				2 100								
RRK 400-600				1 650								
RRK 200-350				1 200								
RRK 130-250				840								
RRK 80-175				650								
RRK 22-49				500								
RRK 15-35				400								
				350								
				300								
				250								
				200								
				185								
				149								
				117								
				93								
				75								
				22 49								
				15 35								

C...disponible en versión contenedor, (\*) con contenedor standar



\*)...Todas las indicaciones de tamaño de combustible y altura de almacenamiento en silo son valores indicativos que dependen de la versión y del tipo de combustible. Atención: en descargas mayor de 2 veces el diámetro del depósito puede producirse un atochamiento.

## • MAWERA (Grupo Viessmann)

Las calderas de Mawera se pueden usar para generar agua caliente y vapor de alta y baja presión o para procesos de calor a través de fluido térmico (instalaciones de cogeneración).

Cámaras de combustión con Rango de potencia de 110 a 13.000 kW

Sistemas de combustión

El tipo de combustible y las condiciones de cada cliente determinan el sistema de combustión más conveniente. Mawera dispone de los sistemas de combustión de rejilla doble alimentada por empuje, de rejilla plana por empuje y de combustión directa o especial. Cada uno de ellos



está disponible también en la variante de Low NOx para la reducción de las emisiones de óxido de nitrógeno.

Es posible configurar los siguientes parámetros:

1) Intercambiadores de calor

- Agua caliente de baja presión
- Agua caliente de alta presión
- Vapor
- Fluido térmico

2) Sistemas de suministro

- Tornillos transportadores de tubo y de cubeta
- Sistemas de transporte hidráulico y neumático
- Transportador de cadena de cubeta

3) Sistemas de limpieza de gases de salida

- Separador de polvo
- Separador de tipo multiciclón
- Filtro electroestático
- Filtro de mangas

- **HERZ**

Ofrece calderas para calefacción con potencias de 10 kw a 1000 kw que permiten el uso de distintos combustibles: pellets, astillas, cáscara de almendra, hueso de aceituna, etc... Disponen de alimentadores de entrada motorizados, limpieza automática de intercambiadores, encendido automático, técnica de *sonda Lambda* que transmite la información al control de regulación electrónico, sistemas automáticos de extracción de



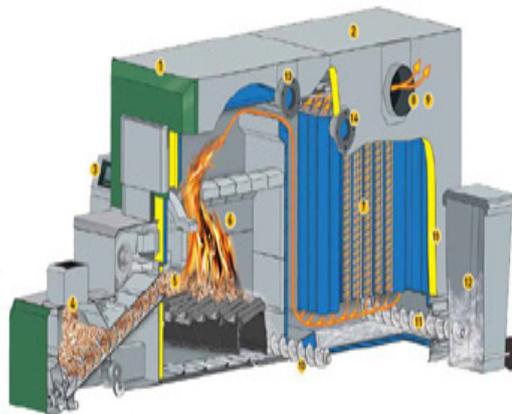
cenizas, rendimientos superiores al 93 % y ofrecen mejores valores de emisiones que los indicados en las normas mas estrictas.

HERZ cuenta con diversos modelos y potencias de calderas automáticas. Desde los 10 KW del modelo PELLETSTAR hasta los 1.000 KW del modelo BIOFIRE.

- PELLETSTAR
- FIREMATIC
- BIOFIRE
- BIOMATIC
- FIRESTAR A LEÑA

#### BIOFIRE

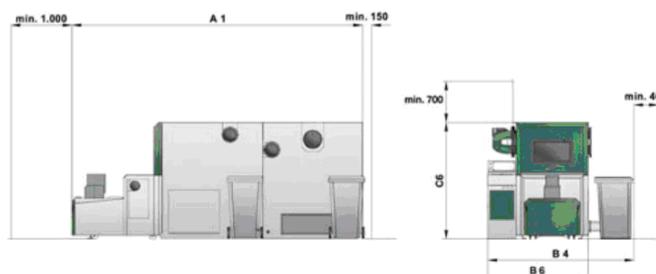
La caldera HERZ modelo BIOFIRE dispone de una amplia gama de potencias que van desde 500 kw hasta 1.000 kw. Las calderas BIOFIRE permiten el uso de los distintos combustibles de biomasa: pellets, astillas, huesillo,..etc. y están equipadas con distintos sistemas de alimentación automática adaptables a todas las necesidades. Las calderas BIOFIRE son de última generación y se caracterizan por una total automatización en el funcionamiento mediante el sistema Biocontrol 3000, una total automatización de la limpieza tanto de la zona de combustión como de los intercambiadores y un elevado rendimiento.





- 1- Módulo de la cámara de combustión.
- 2- Módulo del intercambiador de calor.
- 3- Mando integrado BioControl 3000.
- 4- Depósito intermedio.
- 5- Sinfín introductor.
- 6- Encendido automático con soplador de aire caliente.
- 7- Cámara de combustión con sistema automático de limpieza del quemador (plato vibratorio).
- 8- Anillo de aire secundario dividido en 2 zonas.
- 9- Intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática.
- 10- Vigilancia automática de la combustión y de los gases de salida mediante el control con sonda Lambda.
- 11- Ventilador de aspiración con variador de frecuencia y regulación de depresión.
- 12- Sinfines para la extracción de cenizas de la combustión.
- 13- Sinfín para la extracción de cenizas volátiles.
- 14- Depósito para cenizas volátiles.
- 15- Conexión de impulsión.
- 16- Conexión de retorno

DATOS TÉCNICOS		500	600	800	1000
Rango de potencias	<b>KW</b>	200 - 500	200 - 600	300 - 800	300 - 1000
A 1	<b>mm</b>	4770	4770	4735	4735
C 6	<b>mm</b>	1977	1977	1977	1977
B 4	<b>mm</b>	2397	2397	2485	2485
B 6	<b>mm</b>	1647	1647	1735	1735
Peso	<b>kg</b>	6250	6250	6475	6475



- **HARGASSNER**

Hargassner cuenta con una amplia experiencia en el sector de la calefacción por biomasa, una ventaja en know-how que aporta un enorme impulso tecnológico a las calderas.

Dentro de la gama de calderas de las que dispone destacamos las calderas para astilla y pos aspiración de 200 kw

- Astillas: Caldera de astilla 150-200 kW



Presenta las siguientes ventajas resumidas:

- Lambda Hatronic con detección automática de combustible
- Cámara refractaria de combustión a altas temperaturas con refrigeración por aire exterior
- Bóveda doble y ladrillo turbo para una óptima postcombustión
- Dispositivo de limpieza automática de la caldera
- 2 ventiladores de aire secundario con 3 niveles de alimentación de aire para una óptima postcombustión
- Tubuladores para una óptima transmisión térmica
- Intercambiador de calor de seguridad integrado
- Descarga automática de las cenizas de combustión y volátiles
- Dispositivo de aire primario y guiado de aire secundario precalentado
- Ignición automática
- Parrilla escalonada con superficie de gran tamaño
- Regulación individual de parrilla de inserción y eliminación de cenizas



- Elementos de parrilla de fundición, resistentes a altas temperaturas con inyección de aire optimizada y efecto de autolimpieza
- Kit de limpieza
- Diámetro de descarga de silo de  $\varnothing$  150 -  $\varnothing$  500 cm
- Sistema de extracción del combustible eficiente = reducción de costes
- Montaje modular del sinfín de alimentación, con tapa desmontable
- Mecanismo agitador especial con 3 o 4 brazos con resorte de acero
- Nuevo engranaje en el sinfín del silo con rueda dentada recta ultra-eficiente (90%)
- Sinfín del silo y su canal con dimensionado óptimo, con cabezal de acople esférico
- Dispositivo de seguridad antiretorno de llama mediante clapeta de protección
- Sinfín de alimentación y canal de acero INOX, sinfín estándar de 700 mm
- Monitorización de temperatura del sinfín de alimentación ETÜ (de serie)
- Monitorización de temperatura del silo TÜB (de serie)
- Máximo confort y máxima fiabilidad de funcionamiento
- Caldera precableada, fácil y rápido montaje de la caldera.
- Alimentación de la caldera a la derecha o izquierda de la caldera posible

- Pellets aspiración: Caldera de pellets 150-200 kW por aspiración



Presenta las siguientes ventajas:

- Lambda Hatronic con detección automática de combustible
- Cámara de ladrillo refractario refrigerada por aire exterior
- Bóveda doble y ladrillo turbo
- Dispositivo de limpieza automática de la caldera
- 2 ventiladores de aire secundario con 3 zonas de entrada
- Tubuladores para una óptima transmisión térmica
- Intercambiador de calor de seguridad integrado
- Dispositivos de limpieza automáticos
- Descarga autom. de las cenizas de combustión y volátiles
- Parrilla de empuje por etapas con superficie de gran tamaño
- Indicación de nivel de llenado del silo de pellets
- Parrilla y eliminación de cenizas con regulación separada
- Elementos de parrilla de alta temperatura con inyección de aire
- Dosificador de pellets doble con antiretorno de llama 100%
- Aspiración de pellets durante la combustión

- **KWB**





### Respeto hacia la naturaleza

- Preferencia por el uso de materiales renovables y reciclables.
- Minimización de la emisión de gases de combustión, cenizas y ruidos en la operación de los sistemas de calefacción.
- Selección de compras: elección de proveedores y productos acordes a las guías a seguir por KWB.
- Adherencia a todas las regulaciones legales y elaboración de estándares futuros.

### Ventajas KWB

- Rango de potencias desde 10 hasta 300kW.
- Combustible: astillas de madera, pellets, leña, etc.
- Nivel de emisiones extremadamente bajo, quemado perfecto de los gases debido a:
  - Control del aire primario y secundario
  - Sonda lambda para el control de la concentración de oxígeno
- Alta eficiencia constante debido a:
  - Limpieza automática del intercambiador de calor KWB
- Aislamiento total y aire precalentado
- Máxima facilidad de uso debido a:
  - La innovadora unidad de control KWB Comfort 3.0: absoluta innovación a nivel mundial, con dos botones y un selector giratorio, además de una pantalla gráfica totalmente innovadora y clara
- Transporte automático de cenizas al contenedor
- Seguridad absoluta debido a Obturador antiincendios KWB
- Muy conveniente para Microrredes, servicios de calefacción, edificios residenciales...



**Organismos, Fundaciones, Centros Tecnológicos y Asociaciones, reconocidos por el EREN en Castilla y León:**

- Asociación para la Difusión del Aprovechamiento de la Biomasa en España (ADABE)
- Asociación Europea para la Biomasa (AEBIOM)
- Asociación agraria de Jóvenes Agricultores (ASAJA)
- Asociación Nacional de Empresas Forestales (ASEMFO)
- Asociación Europea de Bioetanol como biocombustible. European Bioethanol Fuel Association
- Asociación Técnica para la Gestión de Residuos y Medioambiente (ATEGRUS)
- Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (AVEBIOM)
- Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa (BIOPLAT)
- Confederación Europea de Propietarios Forestales (CEPF)
- Centro de Servicios y Promoción Forestal y de su Industria de Castilla y León (CESEFOR)
- Coordinadora de Organizaciones de Agricultores y Ganaderos (COAG)
- European Landowners Organization (ELO)
- Federación de Asociaciones Forestales de Castilla y León (FAFCYLE)
- Grupo de Empresas Agrarias – GEA, contacto en España de ELO
- Instituto de Recursos Naturales, dentro de la Universidad de León (IRENA)
- Instituto de las Bioenergías. Asociación Internacional de los Profesionales y de los Usuarios de la Bioenergía (ITEBE)
- Unión de Pequeños Agricultores y Ganaderos (UPA)
- Unión Regional de Cooperativas Agrarias de Castilla y León (URCACYL)
- Unión de Selvicultores del Sur de Europa (USSE)



Eficiencia energética es la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Se puede mejorar mediante la implantación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos de consumo en la sociedad.

La eficiencia energética o ahorro de energía es una práctica empleada durante el consumo de energía que tiene como objeto procurar disminuir el uso de energía pero con el mismo resultado final. Es una optimización del consumo de energía. Los individuos y las organizaciones que son consumidores directos de la energía pueden desear ahorrar energía para reducir costes energéticos y promover sostenibilidad económica, política y ambiental. Los usuarios industriales y comerciales pueden desear aumentar eficacia y maximizar así su beneficio. Entre las preocupaciones actuales está el ahorro de energía y el efecto medioambiental de la generación de energía eléctrica.

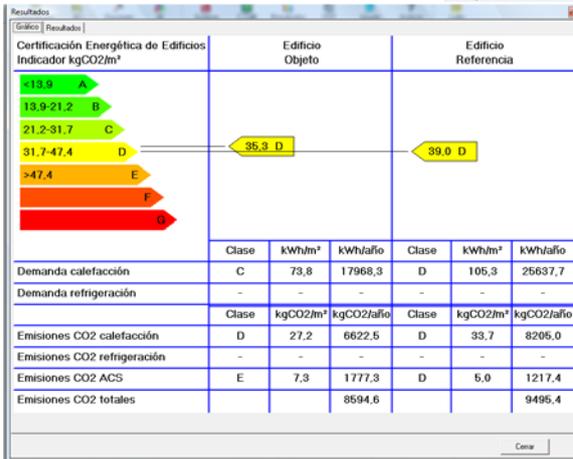
Las instalaciones que utilizan Biomasa, como la energía que contiene la biomasa es energía solar almacenada a través de la fotosíntesis, proceso por el cual algunos organismos vivos, como las plantas, utilizan la energía solar para convertir los compuestos inorgánicos que asimilan (como el CO<sub>2</sub>) en compuestos orgánicos, en la combustión producen CO<sub>2</sub>, pero el mismo que el que almacenaron, por lo que **se le considera neutro, no contaminante**.

En la climatización de edificios el uso de biomasa permite obtener la **máxima calificación en eficiencia energética (clase A)** siendo una alternativa a la energía solar térmica según código técnico de la edificación

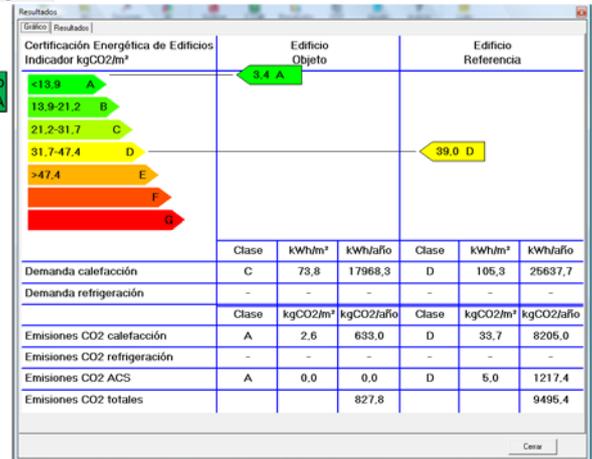


### Imagen. Etiqueta de Eficiencia Energética

Etiqueta de Eficiencia Energética



Utilizando BIOMASA



Con el objeto de realizar un estudio sobre la implantación de la Biomasa en el sector industrial de Castilla y León podemos analizar los **datos proporcionados por Avebiom** (Asociación Española de Valoración Energética de la Biomasa), la asociación tiene actualmente registradas **118 instalaciones con una potencia acumulada de 163.963 Kw**, lo que nos proporciona una muestra representativa del conjunto de las instalaciones, en estos datos no están representados las aplicaciones que funcionan con Biocombustibles ni las instalaciones domésticas.

**Tabla. Instalaciones que usan energía biomasa registradas en Castilla y León**

GRUPO	SUBGRUPO	Nº REGISTROS	POTENCIA ACUMULADA (Kw)
Agro-Ganadero	Avícola Porcino Deshidratadora Secadero cereal Vivero	27	16.731
Alimentaria	Conservas Bodega Legumbres Panificadora Láctea Cárnica	11	4.765
Madera-Muebles	(*)	15	129.860
Ocio	Hotel Casa Rural Restaurante Camping Bar-cafeteria Spas	32	1.709
Servicios	Oficinas Locales comerciales Naves industriales Tanatorio	27	4.390
Otros	Sin clasificar	6	6.508



(\*) Dado el gran número de subgrupos se describen estos a continuación: (Aserraderos, Chapados, Corcho, Embalajes, Palets, Estructuras, Molduras, Muebles, Papeleras, Parquet-Tarima, Perchas, Puertas, Secaderos, Servicios y Tableros.

Si sobre esta tabla construimos otra donde se represente el porcentaje (%) de instalaciones de cada grupo y su potencia media, esto nos permite sacar algunas conclusiones:

**Tabla. Porcentaje de empresas que usan energía de biomasa, por sectores**

GRUPO	Porcentaje Del Total (%)	POTENCIA MEDIA (Kw)
Agro-Ganadero	22,9	619,7
Alimentaria	9,3	433,2
Madera-Muebles	12,7	8.657,3
Ocio	27,1	53,4
Servicios	22,9	162,6
Otros	5,1	1.084,7

Podemos ver que la mayoría de las instalaciones se centran en tres sectores: las instalaciones en el subsector de **ocio** son las más numerosas, si bien con una potencia media muy baja, 53,4 kW, en el sector **agroalimentario** su presencia es importante, siendo la potencia media de 619,7 kW, nos muestra la representación muy gráfica del tipo de industria agro-alimentaria en Castilla y León, con instalaciones de tamaño mediano que necesitan un gran aporte de calor considerando el tamaño de la instalación. Es importante destacar la industria de la **Madera-Muebles**, cuyo número de instalaciones no es muy elevado pero nos da la medida del potencial de este tipo de energía, aquí la potencia Media es muy importante 8.657,3 Kw.



calderas

### 03. TENDENCIAS E INNOVACIONES

## 1.1 TECNOLOGÍAS

La existencia de diversas tecnologías que han alcanzado o están a punto de alcanzar el punto de explotación comercial y que pueden suponer un avance decisivo en la implementación de estrategias de penetración de la bioenergía constituye una destacada oportunidad del momento actual, concretamente las siguientes:

- **Tecnología de gasificación de la biomasa sólida** que permite transformar el potencial energético de la biomasa en estado sólido en syngas, que es más conveniente y presenta menores problemas de almacenamiento, manipulación y transporte. Emparejamiento con la tecnología de cogeneración, que permite aprovechar el potencial exotérmico de las reacciones de gasificación para aplicaciones térmicas, de manera que se alcanzan índices de aprovechamiento energético elevados.
- **Tecnología de adaptación de instalaciones convencionales a la co-combustión**, manteniendo los efectos ambientales positivos sin tener que incurrir de manera inmediata en costosas instalaciones nuevas.
- **Tecnología de conversión de la biomasa residual en biogás** que puede ser inmediatamente aprovechado en aplicaciones eléctricas.

Junto a ellas existen otras que se espera puedan alcanzar en un plazo breve un estado de desarrollo que les permita ser competitivas:



- **Tecnologías de obtención de biocarburantes de segunda y tercera generación a partir de material lignocelulósico**, es importante incentivar la entrada de las tecnologías de segunda generación con el fin de que no se generen barreras a la salida en relación con la primera generación, que podrían dificultar la adopción de aquéllas.
- **Biorrefinerías.**
- **Tecnologías de conversión de biomasa en líquido (BTL)** mediante la obtención previa de syngas.

En el momento actual, las regiones geográficas con abundancia de recursos naturales están en condiciones de liderar, desde el momento inicial, el proceso de desarrollo tecnológico bioenergético de frontera, esta oportunidad es, en buena medida, consecuencia directa del contexto tecnológico que acabamos de señalar y también de la experiencia adquirida en el ámbito de los biocarburantes de primera generación, esta experiencia ha sido positiva y debe seguir potenciándose (como se ha hecho recientemente con la apertura de la nueva Planta de Investigación de Biocombustibles y Bioproductos del Villarejo de Órbigo) pero no puede cerrar el paso a **nuevos desarrollos orientados a una concepción integral del fenómeno bioenergético** que ligue la **producción a la explotación de los recursos de biomasa autóctonos**.

La **bioenergía** está en condiciones de servir de **eje vertebrador de actuaciones industriales y agronómicas y forestales con una importante componente tecnológica de vanguardia**, como lo atestiguaría un repaso a las líneas prioritarias de investigación establecidas en convocatorias públicas y privadas de ámbito internacional, europeo, nacional o regional



## 1.2 ANÁLISIS DE COSTE TECNOLÓGICO

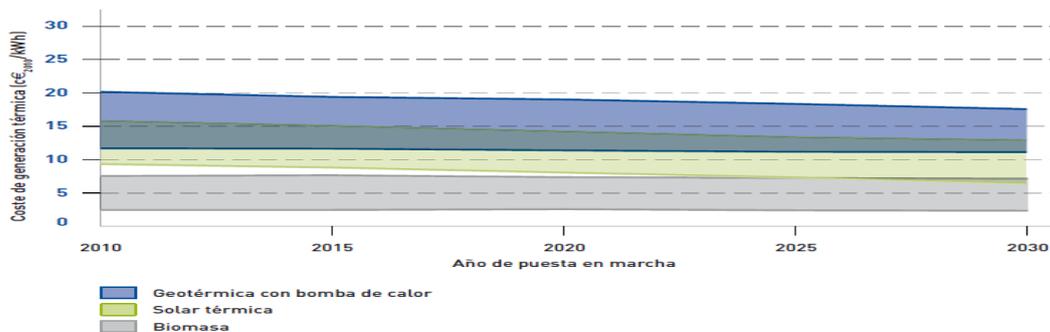
### Tecnologías de generación térmica

Para las tecnologías de generación de calor, hemos agrupado las plantas según tres potenciales configuraciones. Para cada configuración mostramos los rangos de costes para las tres tecnologías tratadas: solar térmica, geotérmica y biomasa, las tres configuraciones corresponden a:

1. Generación de calor en el ámbito residencial.
2. Generación de calor y frío en el ámbito residencial. Se trata de plantas que requieren los ciclos de frío, pero se benefician generalmente de mayor escala y horas de utilización que las plantas de generación pura de calor.
3. Generación de calor en el ámbito industrial o district heating. Se trata de configuraciones que se benefician de mayor escala y por tanto de menores costes de generación.

En cualquier caso se puede observar que **el mayor potencial de reducción de costes** se encuentra en la **solar térmica**, donde se espera una reducción de costes como consecuencia del empleo de una reducción de costes en el proceso productivo y una mejora de la cadena de suministro en España si se desarrolla el mercado local.

- *Tecnología de generación térmica (calor) residencial*



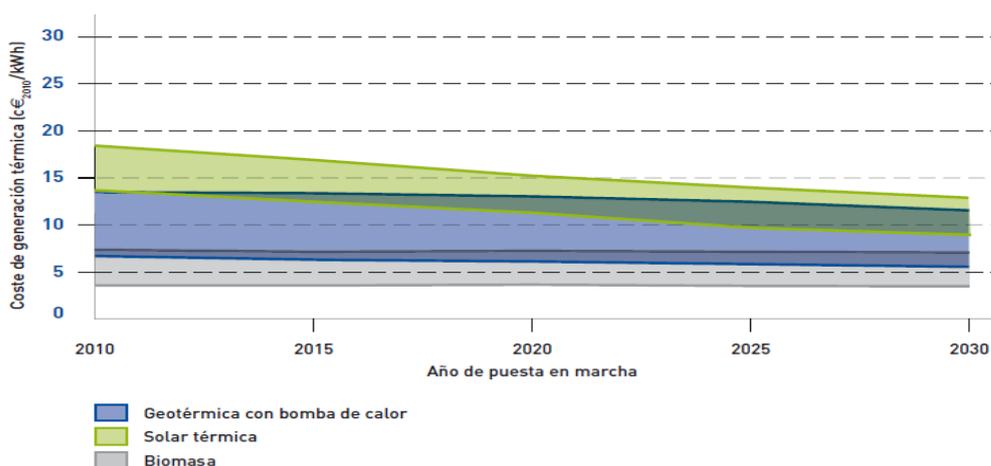
Nota 1: se estiman 1.000 horas anuales equivalentes de solar térmica debido a la restricción en la insolación anual, especialmente durante los meses que requieren más calefacción  
Nota 2: la generación térmica residencial con biomasa puede alcanzar valores de hasta ~15 c€/kW en el caso de calderas de 25 kW de potencia y pellets comprados en bolsas pequeñas (~15 kg)

Para las plantas de biomasa el rango de costes corresponde en cualquier caso a calderas de 500 kW de potencia y el rango de variación viene determinado por el coste del combustible. Así, el límite superior corresponde a plantas de pellets a granel (~160 €/t) mientras que para el límite inferior se asume el empleo de cáscaras de almendra a granel (~106 €/t). En ambos casos las plantas operan 1.500 horas equivalentes anuales.

(NOTA: Los estudio de consumo están considerados sobre 1.100)

- *Tecnología de generación térmica (calor y frío) residencial*

Al tratarse igualmente de configuraciones de uso doméstico se trata de plantas con potencia equivalente a la anterior. La única diferencia fundamental se encuentra en la necesidad de la inversión en el ciclo de frío y en el mayor número de horas de funcionamiento.



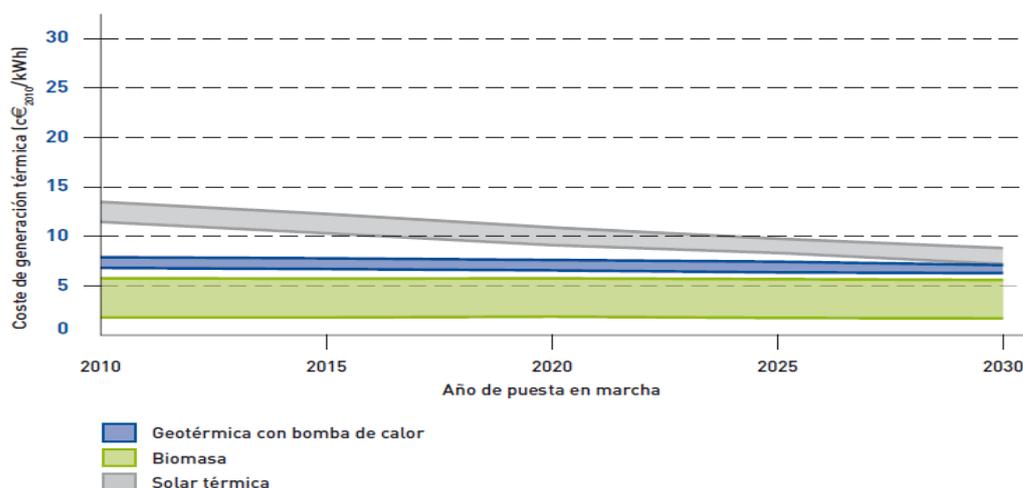
Para Biomasa ahora las plantas operan 2.500 horas equivalentes anuales.

- *Tecnología de generación térmica industrial y district heating*

Para la generación térmica industrial y district heating nos encontramos con plantas de mayor potencia y que por tanto se benefician de una mayor escala.



Para biomasa, los rangos de costes propuestos corresponde a calderas de 1.000 kW que trabajan durante 4.500 heq, mientras que el rango de variación viene determinado por el coste del combustible siendo el límite superior pellets a granel (~160 €/t) y el límite inferior cáscara de almendra a granel (~106 €/t).



*Costes actuales de generación (con BIOMASA)*

La evaluación de costes se centra en la combustión de biomasa en calderas asociadas a ciclos de agua, tanto de calefacción como de ACS. La biomasa considerada incluye biomasa astillada, pellets a granel, pellets en bolsas grandes y pellets en bolsas de 15 kg, así como huesos de aceitunas y cascara de almendra. Por lo tanto, quedan excluidas las estufas de leña “tradicionales”. El coste actual de generación térmica a partir de biomasa en España puede ser muy variable en función de las características de la instalación, tal y como muestra la siguiente tabla:

Tecnología	Coste de generación (€/kWh)		
	Residencial calor	Residencial calor y frío	Industrial calor
25 kW	16,0 (12,0/23,5)	13,2 (9,2/17,2)	-
200 kW	7,5 (3,5/8,6)	8,1 (4,1/8,8)	-
500 kW	6,8 (2,8/7,6)	7,7 (3,7/8,3)	3,9 (1,7/5,9)
1.000 kW	-	-	3,7 (1,5/5,6)
2.000 kW	-	-	3,6 (1,5/5,5)



El valor medio estimado equivale a 1.500 horas en el caso residencial y 4.500 horas en el caso industrial, siendo el combustible pellets a granel.

Respecto de los rangos (mostrados entre paréntesis), en el caso de generación residencial, el valor mínimo corresponde a 1.500 horas anuales equivalentes y el valor máximo corresponde a 1.000 horas anuales equivalentes. En el caso de generación industrial, el mínimo corresponde a 5.000 horas anuales equivalentes y el máximo corresponde a 4.000 horas anuales equivalentes. Para el combustible, el valor mínimo corresponde a cascara de almendra a granel y el máximo a pellets a granel, salvo en el caso residencial de 25 kW, cuyo valor máximo corresponde a pellets en bolsas de 15 kg.

Tecnología	Coste de inversión incluyendo instalación (€/kW)
25 kW	837
200 kW	219
500 kW	172
1.000 kW	132
2.000 kW	93
Equipos de absorción de frío	300

El coste de inversión de calderas residenciales refleja los precios actuales de mercado de kits que incluyen caldera, alimentador y silo, el coste de inversión de calderas industriales se ha obtenido mediante la suma de precios actuales de mercado de calderas, alimentadores y silos industriales.

El coste de la biomasa bruta dependerá del grupo de biomasa. Adicionalmente se consideran los siguientes costes extra asociados al tratamiento de la biomasa para calefacción:



- La biomasa astillada a granel añade un sobrecoste del 10% con respecto al precio de la biomasa bruta.
- La biomasa pelletizada y comprada a granel añade un sobrecoste del 30%.
- La biomasa pelletizada y comprada en bolsas grandes un 50% y biomasa pelletizada y comprada en bolsas pequeñas un 60%.
- El coste de transporte de astillas o pellets a granel es de 50 € 2010/t y de pellets en bolsas de 90 €2010/t.

El rendimiento térmico neto considerado para las calderas nuevas de biomasa es del 90%.

### Tendencias tecnológicas principales

Las calderas de biomasa son una tecnología muy extendida en algunos países europeos, lo que implica que la curva de experiencia tecnológica y de costes está muy avanzada actualmente, con altos rendimientos y precios ajustados. Por lo tanto, no se esperan cambios tecnológicos significativos en las calderas de biomasa.

Respecto a la oferta de biomasa, el desarrollo de procesos comerciales de torrefacción de biomasa permitiría aumentar el volumen de biomasa disponible para fines térmicos (especialmente para el mercado residencial) en el rango inferior de coste por unidad de energía y volumen.

- *Tecnología de generación eléctrica con biomasa*

La generación con biomasa es muy relevante en España por capacidad instalada y disponibilidad de recurso natural, si bien es cierto que su desarrollo reciente se encuentra por debajo de lo esperable dado su potencial.

**Tabla. Evolución esperada de los costes de generación eléctrica con biomasa**

**(Coste de generación €/kWh) – 6.000 horas**

Tecnología	2010	2020	2030
Escala - 10/20 MW Grupo b.6.1	17,7/20,0	16,8/18,7	16,0/17,7
Escala - 10/20 MW Grupos b.6.2, 6.3, 8.1	13,6/15,5	12,9/14,6	12,4/13,9
Escala - 10/20 MW Grupo b.6.1	10,5/11,5	10,0/11,0	9,7/10,6
Escala - 2 MW Grupo b.6.1	25,2/27,6	22,0/25,7	19,2/24,3
Escala - 2 MW Grupos b.6.2, 6.3, 8.1	20,8/21,9	18,0/20,6	15,5/19,6
Escala - 2 MW Grupo b.8.2	16,9/17,5	16/15	15,6/12,8

(b.6.1 o cultivo energético, b.8.2 o biomasa industrial forestal y b.6.2, b.6.3 y b.8.1 para otras biomasas)

Se puede ver que lo que presenta mayor potencial son instalaciones de entre 10 y 20 MW alimentadas por biomasa Industrial forestal.

Para los costes de generación eléctrica dedicada con biomasa en España existe un rango muy amplio de precios en función de 1) la escala o potencia de las plantas 2) el tipo y coste de la biomasa empleada y 3) la tecnología empleada.

De este modo, el coste actual de generación eléctrica a partir de biomasa en España se estima entre 10,51 y 19,96 c€/2010/kWh para instalaciones de potencia comprendidas entre 10 y 20 MW, y entre 21,15 y 27,57 c€/2010/kWh para instalaciones de combustión dedicada de 2 MW de ciclo de vapor o de gasificación. En cualquier caso existen multitud de variaciones posibles



en la configuración y diseño en las plantas de generación dedicada de ciclo de vapor, y que tendría un significativo impacto en los costes de generación. Entre las opciones posibles destacan las siguientes:

Sustitución de la caldera de parrilla convencional por una caldera de lecho fluido, lo que permite aumentar el rendimiento eléctrico neto en ~4% pero aumenta el coste de la caldera en ~25%.

Utilización de una etapa de recalentamiento en el ciclo de vapor, lo que implica un coste de inversión total un 10% superior, pero que permite aumentar el rendimiento eléctrico neto un 18% (Actualmente no existen calderas comerciales que permitan el recalentamiento para potencias inferiores a 15 MWel.)

Sustitución del agua/vapor por un líquido orgánico con menor punto de ebullición en lo que se denominan ciclos ORC (Organic Rankine Cycle). Esta solución permite reducir la temperatura de trabajo de la caldera y, teóricamente, los costes, aumentando así el rendimiento neto, si bien en la práctica estos resultados no se han observado.

Empleo de aero-ventiladores para la refrigeración del ciclo, lo que evita la utilización de agua y reduce el impacto medioambiental, pero incrementa el coste de la planta y reduce el rendimiento eléctrico neto.

Por otra parte, la extracción de calor del ciclo permite la utilización del calor bien para ciclos industriales bien para district heating para uso doméstico. El empleo de cogeneraciones permite aumentar el rendimiento energético total de la planta, y generar calor a partir de una fuente renovable.



### Principales barreras al desarrollo de la tecnología

Las principales barreras para el desarrollo de la generación eléctrica con biomasa han sido identificadas y clasificadas como barreras en el aprovechamiento del recurso, barreras normativas y barreras tecnológicas.

#### Barreras en el aprovechamiento del recurso

- La falta de apoyo a los cultivos energéticos desde las administraciones públicas tiene como resultado una menor seguridad de aprovisionamiento de la biomasa. Este escaso apoyo se debe a la inexistencia de una tarifa que cubra todos los gastos así como al riesgo derivado del tiempo que el cultivo tarda en crecer, a la heterogeneidad del tratamiento legal por parte de las comunidades autónomas y a la falta de una definición transparente de que se considera cultivo energético (especies, plantaciones ya existentes, etc.).
- El rechazo a la cosecha de cultivos energéticos por parte de los agricultores implica que existe un desarrollo muy limitado de este tipo de cultivos.
- Los obstáculos administrativos para convertir un terreno forestal en agrícola y viceversa reducen los incentivos de los agricultores para probar los cultivos energéticos y, por lo tanto, reduce la oferta de biomasa.
- Falta de impulso desde las comunidades autónomas para la puesta en aprovechamiento de los montes, tanto públicos como privados.



### Barreras normativas

- La limitación de las dimensiones de los camiones (en España los camiones no pueden superar las 44 t de carga y los 17 metros de longitud frente a 60 t y 24 metros en Suecia) implica unos mayores costes logísticos, especialmente en el caso de la biomasa de baja densidad.
- El nivel tarifario no refleja las diferencias reales de escala en los costes de inversión y operación de las plantas, y limita el desarrollo de plantas de pequeña escala.
- Las limitaciones a la hibridación con la tecnología solar termoeléctrica (limitación al 50% de cada tecnología).
- No se contabilizan las posibles externalidades positivas de la biomasa, como son la creación de empleo rural, la valorización de los bosques, la eliminación de residuos de los bosques, etc.
- La falta de homogeneización y transparencia en los criterios de conexión a la red eléctrica, unida al escaso desarrollo de la disposición adicional decimotercera del Real Decreto 661 reducen la rentabilidad y la certidumbre de las inversiones.

### Barreras tecnológicas

- La escasa demanda en horas valle reduce el número de horas anuales equivalentes por debajo de las horas de diseño, lo cual disminuye la rentabilidad de las inversiones.
- La heterogeneidad de la biomasa residual y de las ubicaciones en las que se recoge la dificulta la utilización de procesos estandarizados y de coste reducido.



### Tendencias tecnológicas principales

Se han identificado tres tendencias tecnológicas significativas que podrían reducir los costes de generación en el futuro, si alcanzaran su madurez comercial. En concreto se trata de plantas de gasificación de mayor escala, desarrollo comercial de los ciclos ORC y calderas de biomasa asociadas a motores Stirling.

El desarrollo comercial de los procesos con gasificación de pequeña escala y la experiencia acumulada podría dar lugar a: a) mayor flexibilidad de los gasificadores en cuanto a la tipología de la biomasa, y b) procesos de limpieza de gases más evolucionados.

En esta situación podría producirse un desarrollo de plantas de gasificación de mayor escala, cuyo coste de generación sería aproximadamente un 14% menor que el coste estimado para plantas de ciclo de vapor en 2020, y hasta un ~25% en 2030.

En segundo lugar, se podría producir el desarrollo comercial de los ciclos ORC, los cuales aportarían flexibilidad en la tipología de biomasa, mayores rendimientos eléctricos y menores costes de inversión, de tal forma que podrían suponer un ahorro del ~20% en el coste de generación a largo plazo para plantas de pequeña escala. Si este proceso tiene lugar, podría producirse una extensión de estos ciclos hacia escalas mayores, reduciendo por tanto el coste.

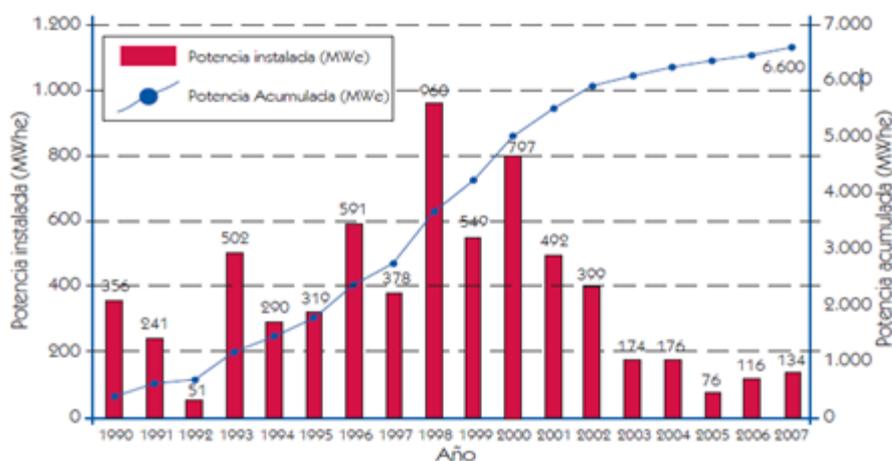
Para ambos, encontramos barreras de financiación debido a que son instalaciones con una inversión mayor que las equivalente en gasoil o gas, aunque debido al ahorro en el precio del combustible, los periodos de amortización son muy rápidos, los problemas de financiación frenan su implantación. En este sector es posible la venta de calor, donde grupos de inversión realizan la inversión a cambio de cobrar un precio fijo por kw/h consumido, con precios inferiores a los proporcionados por el gas o el gasoil y con una subida de precios ya pactada (punto muy importante, dado el rápido crecimiento de los precios de los gas y gasoil experimentado en los últimos años), además pasado un periodo fijado de años, la instalación pasa a manos del cliente.

- *Tecnología de Cogeneración*

En cuanto a la potencia de cogeneración instalada en España se tiene, en diciembre de 2006, un total de 6.467 MW de los cuales 5.875 corresponden a 860 plantas consideradas de autoproducción y el resto, 592 MW, a plantas de tratamiento y valorización de residuos.

Estas plantas operan, como media, 5.485 horas anuales, con un rendimiento eléctrico equivalente del 57,6%, una eficiencia eléctrica del 29,7%, aprovechando el 73,2% de la energía contenida en el combustible utilizado. En 2007 se alcanzaron los 6.600 MW, tal y como se puede apreciar en la figura siguiente.

**Gráfico. Evolución de la cogeneración en España**



Fuente: IDAE

Por comunidades autónomas, la distribución de estas plantas es la siguiente:

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Plantas de autoproducción POTENCIA (Mwe)	Plantas de tratamiento y valorización de residuos POTENCIA (Mwe)	TOTAL
Andalucía	606	146	752
Aragón	523	43	566
Asturias	67	6	73
Baleares	6	-	6
Canarias	33	-	33
Cantabria	288	-	288
Castilla La Mancha	419	-	419
Castilla y León	498	110	608
Cataluña	1.169	144	1.313
Comunidad Valenciana	635	2	637
Extremadura	9	4	13
Galicia	637	-	637
La Rioja	50	-	50
Madrid	249	42	301
Murcia	220	70	290
Navarra	111	15	126
País Vasco	354	10	364
<b>TOTAL ESPAÑA</b>	<b>5.875</b>	<b>692</b>	<b>6467</b>

Fuente: CNE

Fundamentalmente, la mayor potencia instalada pertenece al sector industrial y, dentro de éste, a los sectores de alimentación, química y papel y cartón, donde además las horas medias anuales de utilización alcanzan las 6.113, mientras que en el sector servicios se sitúan en 4.242.



calderas

## 04. BENEFICIOS Y PERJUICIOS

### 1.1 VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE BIOMASA

El empleo energético de la biomasa presenta **numerosas ventajas**, no sólo para el propietario de la instalación de aprovechamiento, sino también para el conjunto de la sociedad.

En el primero de los casos, las ventajas mencionadas son fundamentalmente **económicas**, ya que se **disminuye la factura energética** al reducir la cantidad de combustibles que se deben adquirir del exterior.

En el segundo de los casos, el uso de la biomasa presenta, al igual que ocurre con otras energías renovables, numerosas ventajas **medioambientales y socioeconómicas**.

#### 1.1.1 Ventajas Económicas del uso Energético de la Biomasa

La sustitución de la Electricidad, el Gasóleo o del Gas en las instalaciones térmicas por Biomasa proporcionara unos ahorros considerables, según vemos a continuación, tomando como ejemplo base el calentamiento de una nave de 556 m<sup>2</sup> y un consumo previsto de 100.000 kWh.

El ahorro energético que se obtiene con el uso de energía biomasa para calentar una nave de estas características sería de:

- 20,3% con respecto al gas natural
- 36,2% con respecto al gasóleo
- 45,8% con respecto al propano
- 71,6% con respecto a la energía eléctrica

Tabla. Comparación del coste energético del calentamiento de una nave, según fuente de energía

NAVE de 556 m2 Potencia instalada 55,6 kw. Horas de funcionamiento 1800. Consumo previsto en kWh: 100.000					
	GAS NATURAL	GASOLEO	BIOMASA (PELLET)	PROPANO	ELÉCTRICO
Poder Calorífico	Se factura en kWh Se mide en m3 1 m3=10,612 kWh	11,70 kW/l	5 kW/kg	P (12,9 kW/kg)	1 kW
Precio combustible	P Con= 0,05263951 €/kWh Ter fijo= 8,99 €/mes		El precio medio de pellets de madera de buena calidad para el cliente final circula entre 4 y 5,90 euros por saco de 15 kg IVA incluido	Bombona de propano 11kg=14,48 €	Tarifas de último recurso a partir de 1/07/2012 T.p: 21,89 €/kW año T.e: 0,15 €/kWh sin dis. Hor
Otros (alquiler contador)	2,50*12				0,60€/mes imp 4,864% a 1,05113
Precio combustible con IVA en €/kWh	0,0698728				
Precio combustible con IVA en €/litro		1,01			
Precio combustible con IVA en €/kilogramo			0,24	1,324	
Consumo en kWh (el gas= 2544 m3)	100.000				100.000
Consumo en litros (no contamos el tiempo necesario en cargar el deposito)		8.547			
Consumo en kg (no se considera el tiempo utilizado en cargar los pellets y el de sacar las cenizas y sus bolsas de basura)			20.000	7.752	
Funcionamiento: Inmediato... Gas, Gasoil, Electricidad sigue consumiendo biomasa	1	1	1,1	1	1
Rendimientos	0,97	0,97	0,92	0,97	0,97
Costes					
Coste combustible	7.203	8.999	5.739	10.581	20.207
PRECIO DE LA ENERGÍA €/KW	0,072	0,089	0,0574	0,1058	0,2021
<b>AHORRO ANUAL EN €, POR CADA 100.000 kWh de consumo</b>	<b>-1.464</b>	<b>-3.160</b>	<b>0</b>	<b>-4.842</b>	<b>-14.468</b>



### 1.1.2 Ventajas ambientales del uso de la biomasa

Se considera que todo el CO<sub>2</sub> emitido en la utilización energética de la **biomasa** había sido previamente fijado en el crecimiento de la materia vegetal que la había generado, por lo que no contribuye al incremento de su proporción en la atmósfera y, por tanto, **no es responsable del efecto invernadero**.

Los vegetales mediante la fotosíntesis transforman el dióxido de carbono en oxígeno para desarrollarse, con lo que se supone que todo el CO<sub>2</sub> emitido en su combustión lo había fijado o transformado en oxígeno a lo largo de su vida.

Se considera que la biomasa es una **fuentes renovable de energía** porque su valor proviene del Sol. A través del proceso de fotosíntesis, la clorofila de las plantas captura su energía, y convierte el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) del aire y el agua del suelo en carbohidratos, para formar la materia orgánica. Cuando estos carbohidratos se queman, regresan a su forma de dióxido de carbono y agua, liberando la energía que contienen. De esta forma la biomasa funciona como una especie de **batería que almacena la energía solar**.

Entonces, se produce en **forma sostenida** o sea, en el mismo nivel en que se consume esa batería durará indefinidamente.

La biomasa tiene **contenidos de azufre prácticamente nulos**, generalmente inferiores 0,1%. Por este motivo, las emisiones de dióxido de azufre, que junto con las de óxidos de nitrógeno son las causantes de la lluvia ácida, son mínimas.

En cuanto a las **oportunidades de la bioenergía para la Comunidad de Castilla y León**, probablemente **una de las más interesantes es su conexión con el desarrollo rural** e, implícitamente, a la fijación de población de forma más homogénea y al crecimiento del empleo rural gracias a la diversificación de las actividades vinculadas con el sector forestal, agrario e industrial.



En definitiva, las actividades conectadas con el aprovechamiento energético de la biomasa, la producción directa de materia prima para la industria, el cuidado y limpieza de los bosques y montes, no sólo favorecen el **aumento de la rentas agrarias** sino que **también potencian y complementan otras actividades** como las relacionadas con el turismo de interior, el turismo activo o el turismo enológico, por ejemplo. El sector **bioenergético** impulsaría la creación de empleo, con puestos de trabajo destinados fundamentalmente a jóvenes profesionales con formación que puedan servir de relevo y compensar la pérdida de aquellos otros, menos cualificados y más envejecidos.

Dado que la producción de biocombustibles para transporte es más intensiva en mano de obra que el empleo de biomasa para la producción de calor y electricidad, la primera alternativa es preferible desde el punto de vista de la creación de empleo a la segunda, en cualquier caso, la creación de empleo en última instancia depende de la escala de las plantas transformadoras (las plantas más pequeñas son generalmente más intensivas en trabajo) y el tipo de biomasa considerado, si bien considerado este punto, hay que tener en cuenta también que la producción de calor y electricidad se convierte por sí misma en un objetivo que supondría el apoyo al sector industrial y comercial a nivel de pymes que, unida a la actividad de producción de biocombustibles para transporte, generaría un *mix* interesante y dinamizador del sector y de una parte importante de la economía en Castilla y León.

Por otro lado, el desarrollo de la industria bioenergética, en especial aquella vinculada a los residuos forestales y agrarios, es además un instrumento para mejorar el medio ambiente, y no sólo por los argumentos basados en el ciclo del carbono y el secuestro del CO<sub>2</sub> sino también porque la **explotación económica de esos recursos redonda en un medio ambiente más ordenado y limpio**, y en el que los riesgos de incendios deben necesariamente ser más bajos.

En este punto conviene recordar que la sustitución de combustibles fósiles por biomasa para la generación de calor y electricidad es menos costosa y da lugar a mayores reducciones de las emisiones de CO<sub>2</sub> que la sustitución de gasolina o diésel por biocombustibles, debido a las



pérdidas energéticas que inevitablemente se producen en la conversión de la biomasa en biocombustibles, debe ser destacado igualmente que si desde el punto de vista de la lucha contra el cambio climático o la reducción de la dependencia energética del exterior, los esfuerzos en bioenergía deberían concentrarse en promover la investigación y el desarrollo de tecnologías basadas en el aprovechamiento energético de la biomasa lignocelulósica y la procedente de residuos urbanos, agrícolas y ganaderos, la existencia de una regulación favorable, tanto en el ámbito europeo como español, es también una oportunidad que puede ser aprovechada, aunque tanto desde la perspectiva industrial, como agraria, existen incentivos que favorecen la actividad de generación de bioenergía, no puede desconocerse que convendría reducir el grado de incertidumbre regulatoria que se presenta en el momento actual, conviene potenciar esta oportunidad a través de una estrategia general que permita la coordinación efectiva entre los distintos subsistemas normativos, y permita una efectiva aplicación del Plan de Bioenergía de Castilla y León.

La oportunidad de introducir diversificación en las explotaciones agrarias se añade a la que se abre con la potenciación de nuevos cultivos dedicados específicamente a servir de materia prima al sector bioenergético que no entren en colisión con los destinados a la alimentación y que experimentarán un mayor impulso una vez se consoliden los biocarburantes de segunda generación, se espera que las actividades vinculadas a la logística de los residuos agrarios y ganaderos experimenten un impulso significativo, lo que puede ampliar el escenario de negocio a los agentes integrantes del sector, de igual manera, la organización de la logística de la biomasa seca y la instalación de instalaciones de gasificación-cogeneración permitiría poner en explotación áreas dedicadas exclusivamente a la producción de biomasa con fines energéticos.



### 1.1.3 Ventajas Socioeconómicas del uso Energético de la Biomasa

El aprovechamiento energético de la biomasa contribuye a la **diversificación energética**, uno de los objetivos marcados por los planes energéticos, tanto a escala nacional como europea.

La implantación de cultivos energéticos en tierras abandonadas **evita la erosión y la degradación del suelo**. La Política Agraria Común (PAC) permite la utilización de tierras en retirada para la producción de cultivos no alimentarios, como son los cultivos energéticos.

El aprovechamiento de algunos tipos de biomasa (principalmente la forestal y los cultivos energéticos) contribuyen a la **creación de puestos de trabajo en el medio rural**.



Una de las principales amenazas que afectan al sector de la bioenergía en la actualidad es la **incertidumbre y los riesgos idiosincráticos**. A la incertidumbre propia de todo proceso innovador se le han unido en los últimos tiempos numerosos interrogantes cuya respuesta es difícil dar en estos momentos. Algunas preguntas son esenciales, una primera puede ser la relativa a la **estimación de la magnitud real de las ventajas medioambientales de determinados biocombustibles** cuando el análisis abandona la seguridad del equilibrio parcial a corto plazo y se comienza a hacer preguntas más propias del **equilibrio general y del largo plazo**. Es aquí donde entran, por ejemplo, las preocupaciones por los efectos derivados de las posibles talas de bosques en desarrollo, el incremento de riesgo de desertificación en determinadas áreas, el agravamiento de la explotación de acuíferos estimulada por los cultivos energéticos, o los resultados obtenidos por los análisis de ciclo de vida.

Otra cuestión de no menor importancia guarda relación con el **balance energético** total de algunas formas de obtención de determinados biocombustibles, cada vez son más numerosas las voces que afirman que en muchas ocasiones la energía total consumida durante el proceso de producción de bioenergía es mayor que la propia cantidad generada, aunque los resultados no son concluyentes, todo parece apuntar a que en ocasiones la producción de biocarburantes tiene un balance energético negativo.

Una tercera fuente de incertidumbre se refiere a los efectos que la extensión de los cultivos energéticos puede estar ocasionando a los cultivos alimentarios, los críticos sostienen que una concepción de la bioenergía que compite con el destino final del producto y que compite también por el uso de las tierras, introduce en las decisiones de los agentes abundante ruido informativo, toda vez que las regulaciones y los incentivos fiscales hacen que sea difícil realizar un verdadero análisis de eficiencia, y esta idea debe ser compartida por el regulador y el legislador por cuanto las modificaciones en normas de diverso rango han sido frecuentes, desde la forma de articular los incentivos a la producción agraria, a la manera de favorecer el



consumo de energía verde, pasando por el mecanismo de fijación de objetivos ambientales para el futuro próximo.

La **ausencia de información perfecta** que estas cuestiones suscitan, llevan a plantearnos que en el actual contexto hay que aplicar principio del “primum non nocere”, mientras no tengamos respuestas definitivas para las cuestiones planteadas, las decisiones que hayan de adoptarse en el momento actual deben permitir mejorar siempre. La ausencia de respuestas precisas relativas a la **bondad ambiental, económica y energética** ha provocado una cierta opinión contraria por parte de determinados colectivos, que se constituye en una amenaza propia, así como la concentración a corto plazo de la actividad relacionada con la biomasa en unas pocas empresas que puede ocasionar problemas de poder de mercado, y el desinterés en la planificación de I+D.

Con relación al sector industrial, las principales debilidades tienen su origen en la limitada preocupación demostrada hasta el momento por la región con relación a la bioenergía de segunda generación, la dependencia tecnológica del exterior, los **elevados costes de inversión de instalaciones complejas**, especialmente las biorrefinerías y las carencias en las infraestructuras logísticas y de transporte.

Las debilidades mayores tienen que ver con la estrechez del mercado que relaciona a agricultores con productores de bioenergía y que explica el divorcio existente entre ambos subsectores; los primeros, no ofrecen en el mercado energético sus producciones y los segundos se abastecen de materia prima importada, este hecho se ve agravado por la dificultad, prácticamente imposibilidad, de firmar entre ambos tipos de agentes contratos de largo plazo que permitieran reducir la incertidumbre y crear mercado, aunque a medida que se avance hacia la segunda generación de biocarburantes esta limitación disminuirá su importancia, convendría, en aras al crecimiento de este nicho de mercado, que se redoblasen los esfuerzos para encontrar un mecanismo que fuese satisfactorio para ambas partes.



## 2.1 BARRERAS ECONÓMICAS Y SOCIALES

- El coste de las calderas de biomasa es superior al coste de las calderas de otras tecnologías, si bien es cierto que el coste del combustible por unidad de energía térmica útil puede ser menor en el caso de la biomasa.
- La escasez de conocimiento de la tecnología y la falta de un mercado desarrollado inducen una resistencia al cambio por parte de los demandantes de calor
- La necesidad de realizar un mayor número de tareas de operación y mantenimiento que en otras tecnologías implica un mayor coste de operación así como una mayor molestia para el usuario.
- El alto nivel de urbanización en España eleva el coste de establecimiento de redes de district heating.

## 2.2 BARRERAS EN EL DESARROLLO DEL SECTOR

- El **mercado logístico** de biomasa y su suministro está poco desarrollado lo que implica altos costes de transporte por tonelada de combustible.
- El escaso desarrollo de las ESCOs, a pesar del apoyo del programa Biomcasa del IDAE para el sector residencial, impide que los demandantes de calor elijan calderas de biomasa frente a otras tecnologías (principalmente por el mayor coste de inversión inicial y por la falta de seguridad en el suministro de biomasa).

## 2.3 BARRERAS NORMATIVAS

- La falta de un estándar único de las características de los pellets adaptado al mercado español reduce la seguridad de aprovisionamiento para el usuario y dificulta la comparación de precios.



Sin embargo también es posible encontrar fortalezas en el ámbito industrial, -Castilla y León es una región con experiencia en la producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables (hidroeléctrica, eólica o solar) y también con importante sector bioenergético, con varias plantas productoras de biodiésel y de bioetanol ya operativas y en funcionamiento, y de tratamiento de purines basadas en la cogeneración, cuyo elevado grado de innovación e investigación aplicada las coloca en la frontera del estado del arte.

### 3 OPORTUNIDADES LATENTES

Actualmente, **en España no existe un gran desarrollo en el sector de la biomasa debido, entre otras causas, a las reducidas primas a la generación de electricidad mediante esta fuente de energía.** La mayoría de la biomasa **se exporta a Europa**, sobre todo a Italia y Reino Unido, debido a que allí las primas para la generación eléctrica son más altas y, por lo tanto, pueden pagar un precio mayor.

Por otra parte, el uso térmico, a diferencia del eléctrico, no dispone de un régimen especial que determine el precio percibido por la energía generada ni cupos de potencia. En este sector, el combustible renovable compite directamente y en igualdad de condiciones de mercado con los combustibles tradicionales.

Para poder dar respuesta a las limitaciones que presenta este tipo de energía y darles un impulso para aumentar su instalación en España, se presentan las siguientes soluciones a llevar a cabo por parte de las diferentes partes interesadas.

- Mejora de las prácticas agrícolas y forestales para fomentar la recogida de biomasa residual.
- Mejora de la logística de suministro de biomasa de residuos de cultivos y otras fuentes de biomasa sin explotar.
- Armonización en los precios de la materia prima para evitar las fluctuaciones del precio de los residuos forestales y que la venta de éstos pueda convertirse en un negocio lucrativo.
- Aumentar la eficiencia de los propios equipos y sistemas de combustión de la biomasa y reducir las emisiones



En noviembre de 2009 la Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (AVEBIOM), creó el Observatorio Nacional de Calderas de Biomasa (ONCB), que pretende analizar la situación del sector y su evolución para realizar un planteamiento de futuro y reducir incertidumbres.

Los primeros datos recogidos por el Observatorio muestran que aunque hay un mayor número de instalaciones en el ámbito doméstico, es en la industria donde encontramos más kW instalados debido al uso de calderas de mayor potencia. La potencia media unitaria en instalaciones industriales (industria de la madera y el mueble, agroganadera, etc.) es de 350 kW; en los hogares se instalan calderas o chimeneas de potencia media 55 kW; mientras que en el sector público (ayuntamientos, polideportivos, colegios, district heating, etc) las calderas tienen 300 kW de potencia media.

En el sector industrial son las fábricas relacionadas con el mundo agrario y de la madera las que mayor número de instalaciones y potencia reúnen, debido, sobre todo, a la mayor facilidad de acceso a la materia prima.

### **Expectativas de crecimiento**

En el PER 2011-2020 se presentan los objetivos en el área de biomasa. Éstos se han dividido según sus aplicaciones básicas: biomasa térmica y biomasa eléctrica.

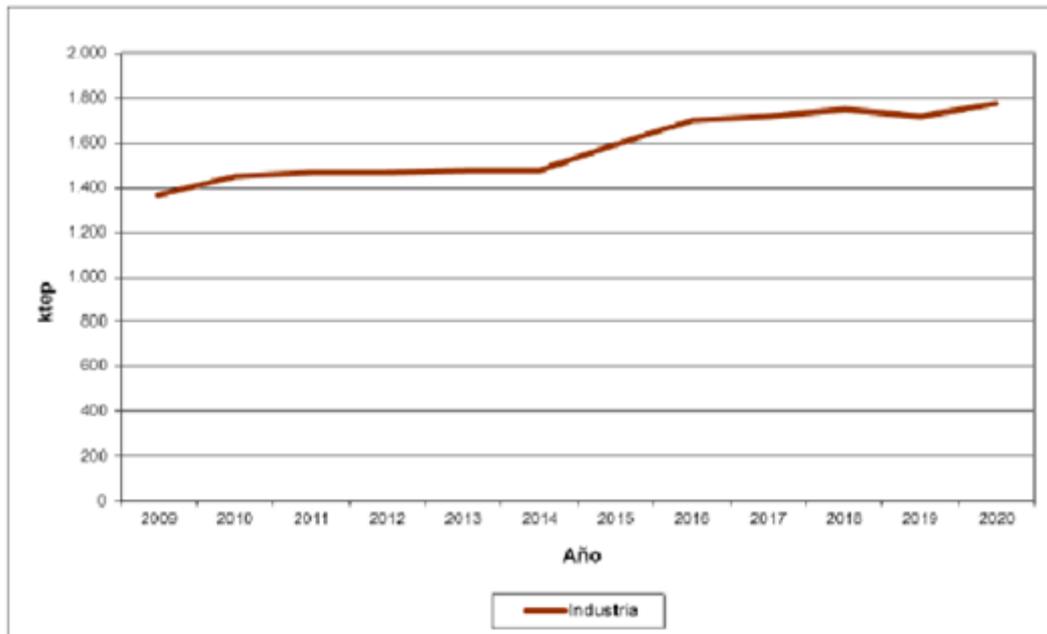
#### Biomasa térmica

Estos objetivos se elaboraron analizando los datos de consumo del MITyC entre 1985 y 2008 para prever la evolución hasta 2020 en el sector industrial.

Se prevé un aumento del consumo en el sector de un **20% para el 2020 respecto 2008**, lo que conlleva un consumo para el 2020 de 1.773.000 tep.



**Gráfico. Previsión del consumo de biomasa del sector industrial**



Fuente: PER 2010-2020



4

**BENEFICIOS MEDIOAMBIENTALES: SELLOS DE IMPLANTACIÓN**

**SISTEMAS BIOMASA TÉRMICA EN EDIFICIOS (STBE)**

La marca SBTE (Sistemas Biomasa Térmica en Edificios) es un sello para certificar la calidad en el sistema de gestión de empresas vinculadas con las instalaciones de calefacción y agua caliente sanitaria (ACS) de edificios que utilizan como combustible biomasa. Abarca a empresas implicadas en todas las fases de la instalación, desde la etapa de diseño hasta la de operación y mantenimiento. Aquellas empresas certificadas según el sello SBTE serán reconocidas por la siguiente marca:



**Calidad de biomasa mediterráneas.** Nuevo sello de calidad para uso doméstico.

En el marco del proyecto europeo BIOMASUD, se lanza de forma experimental un nuevo sello de calidad de biomasa mediterráneas para uso doméstico





**SELLO DE CALIDAD ENPlus**

AVEBIOM es la entidad designada por el European Pellet Council para desarrollar el sistema de certificación de la marca ENplus® de calidad de pellets domésticos de madera en España.

**ENplus®** certifica la entrega de pellets a granel hasta el consumidor final, incluido el almacenamiento y transporte.





calderas

## 05. APLICACIONES



Como se ha visto hasta ahora, multitud de recursos quedan agrupados bajo el término “biomasa”. Esta enorme variedad unida a la capacidad de adaptación de las tecnologías de aprovechamiento energético a los diferentes recursos existentes, causan que, en la actualidad, **muchas de las actividades industriales podrían satisfacer toda o parte de su demanda energética con biomasa.**

**Conversión de aplicaciones de producción de calor a nivel industrial alimentadas por carbón, electricidad, petróleo o gas a unidades alimentadas por biomasa.**

No obstante, para poder utilizar esta energía renovable en el sector industrial, es necesario cumplir dos condiciones:

- **Disponer de una fuente de biomasa cercana a precios razonables.** Las empresas que disponen en sus propias instalaciones de biomasa residual son las que, con mayor facilidad, pueden plantearse la posibilidad de un aprovechamiento energético, puesto que se suele tratar con unos recursos de valor de mercado muy bajo, pudiendo suponer incluso un coste deshacerse de ellos. Las empresas que no disponen de biomasa residual propia pueden adquirir esta en el mercado. Aunque todavía no del todo desarrolladas, ya existen cadenas de distribución de estos recursos que permiten adquirirlos a un coste enormemente competitivo frente a los tradicionales.
- **Tener unos consumos energéticos suficientes para que la instalación sea rentable.** Mientras que para el aprovechamiento de algunos tipos de biomasa en la generación de energía térmica, cualquier tamaño de la instalación suele ser rentable, en el caso de producción de energía eléctrica o mecánica, son necesarios unos consumos mucho más elevados.



## 2 PRINCIPALES APLICACIONES SECTORIALES

Para llegar a conocer la implantación real del uso de la Biomasa como fuente energética en los distintos sectores industriales debemos analizar brevemente cada uno de ellos, analizando en qué medida les afecta o puede afectar el uso de Biomasa como fuente energética principal.

### 2.1 LOS SECTORES FUNDAMENTALES: INDUSTRIA DE BASE E INDUSTRIA DE BIENES DE CONSUMO

Las actividades industriales están agrupadas en torno a sectores que se identifican por el destino final de los bienes producidos o de acuerdo con la naturaleza u origen de las materias primas utilizadas, según el primer criterio, distinguimos entre industrias de base, de bienes de equipo y de bienes de uso y consumo.

Las **INDUSTRIAS DE BASE** ocupan el primer eslabón en la cadena industrial, pues transforman las materias primas en productos semielaborados que, a su vez, son empleados como materia prima por otras industrias. Un buen ejemplo serían las **industrias siderúrgica y petroquímica**, en la actualidad en nuestro campo de estudio la industria de base es la planta de producción de Biomasa en cualquiera de sus variantes, es fundamental para el círculo de funcionamiento que las plantas estén convenientemente distribuidas atendiendo a criterios de cercanía y que **volumen de Biomasa disponible y su precio de adquisición permita un abaratamiento importante de la producción** a que se dedique, asimismo el **volumen de Biomasa** producida tiene que ser **suficiente** para abastecer tanto a las cadenas de producción que así lo requieran, como al consumo final por parte de empresas de servicios que a su vez atiendan la demanda de otros sectores de la economía zonal (hoteles, instalaciones deportivas, edificios, district heatings, usuarios individuales, etc.), es fundamental que el **nivel de producción sea tal que permita el abaratamiento** de la misma de manera tal que su uso sea aún **más atractivo para empresas y particulares**, esto debe apoyarse en un apoyo decidido de la exportación de la Biomasa (entendida como combustible) como modo de rentabilizar los picos de producción o



las diferencias de demanda tal y como se hace en modelos de producción energética a otros niveles (pensemos en como las eléctricas venden los sobrantes de energía a otros países cuando la situación lo permite y la demanda aumenta, rentabilizando así al máximo su funcionamiento), debemos tener muy en cuenta que la base de este sistema energético, la Biomasa (en la gran mayoría de su formas) es fácilmente almacenable y transportable sin riesgo apenas en comparación con otros sistemas que no permiten el almacenamiento o cuyo riesgo de transporte es altamente superior.

Es de vital importancia considerar que aparte de las grandes industrias del tipo que sean, las **industrias de bienes de equipo** producen bienes, máquinas o herramientas, que son utilizadas por otras industrias en sus procesos fabriles, las industrias de bienes de uso y consumo transforman materias con distinto grado de elaboración o productos diversos en bienes que son usados o consumidos directamente por la población, entre este tipo de industrias que cuentan frecuentemente entre sus medios de producción con sistemas de calor es habitual el **uso de una gran cantidad de energía eléctrica para generar el calor necesario para sus sistemas productivo y son por tanto susceptibles de adaptación o renovación**, puesto que hoy en día el coste de fabricación o transformación depende en gran medida del coste energético y por tanto su productividad está estrechamente ligada a este coste, que mediante el uso de sistemas de Biomasa podría reducirse de manera significativa.

Asimismo, los sectores industriales pueden establecerse considerando sus características generales; de este modo, distinguimos entre los sectores industriales tradicionales, los sectores dinámicos y los sectores de vanguardia.

## 2.2 LOS SECTORES TRADICIONALES: LA METALURGIA, LA SIDERURGIA, LA INDUSTRIA NAVAL Y LA INDUSTRIA TEXTIL

Entre los sectores tradicionales de la industria en Castilla y León incluimos aquellos que tienen una importancia capital en todo el proceso de industrialización contemporánea y que se relacionan con los metales. La metalurgia básica, tanto por ser la base de actividades



industriales como por su dimensión económica, capacidad de generación de empleo, conexión de otros sectores económicos, constituye uno de los principales sectores industriales.

La industria metalúrgica más destacada es la del hierro, es decir, la siderurgia, en sus dos modalidades: la siderurgia integral, que obtiene acero en los altos hornos a partir del mineral de hierro, y la no integral, que lo obtiene en hornos eléctricos a partir de la refundición de la chatarra

Muy relacionada con la industria siderúrgica está la de **transformados metálicos**, que fabrica una gama de productos que abarca desde la ferretería hasta la maquinaria; va asociada a la pequeña y mediana empresa y tiene una mayor dispersión espacial, si bien en Castilla y León no hay una fuerte presencia de siderurgia pesada, con la excepción de la planta de Acerinox en León (Ponferrada) que supone el máximo exponente en la Región, hay numerosas pequeñas y medianas empresas que **podrían beneficiarse de una rebaja considerable en sus costes operativos apostando por un cambio de modelo energético, introduciendo la Biomasa en su variable energética**, y por tanto lograr así una reducción de su factura energética.

Mucho más reciente en la cronología industrial es la **fabricación de electrodomésticos**, que, por la naturaleza de los componentes que utiliza, tienen una clara filiación con las industrias metalúrgicas, ha alcanzado una significación extraordinaria por su condición de abastecedora de bienes de uso a los hogares modernos, su expansión fue paralela a las transformaciones experimentadas por la sociedad en los años 60, en principio, fue una industria muy atomizada en empresas de tamaño medio, aunque después sería reestructurada mediante procesos de concentración industrial, esta industria cuenta con **cierta implantación a nivel regional** que debería **aprovechar los modelos de Biomasa para sus procesos de fabricación, abaratando sus procesos productivos y consiguiendo por tanto un ahorro en costes** que le permita mejorar su ratio de exportación y continuar así haciendo frente al producto fabricado en China principalmente.



Los sectores de la **industria textil, del cuero y del calzado** han sido, igualmente muy importantes en el tejido industrial, la industria textil constituyó uno de los pilares de la industrialización, aunque con el correr de los tiempos experimentó cambios profundos, unos relacionados con la sustitución de las fibras orgánicas (lana, lino, algodón) por fibras de origen químico, y otros relacionados con la reestructuración de las empresas, que han aumentado de tamaño al concentrarse multitud de pequeñas fábricas en unidades de producción más competitivas, si bien en los últimos tiempos su decadencia es latente y solo unas cuantas subsisten como fabricantes habiéndose externalizado a países de economías emergentes la fabricación.

La **industria de la confección** es una rama derivada de la industria textil que ha surgido a medida que la población demanda confecciones en lugar de tejidos. Está formada por un enjambre de pequeñas industrias que, al igual que la industria del calzado, se encuentra muy dispersa, y que dado su **demanda de vapor** en los procesos finales puede ser susceptible de alimentarse **mediante calderas de Biomasa**, si bien adolece de la misma problemática anteriormente citada, permaneciendo la fabricación en tan solo un puñado de ellas en la región.

### 2.3 LOS SECTORES DINÁMICOS: AUTOMOCIÓN, INDUSTRIA QUÍMICA E INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

Otros sectores industriales, como los de **automoción, químico y agroalimentario**, presentan un mayor dinamismo, que procede de su condición de abastecedores de bienes y productos absolutamente imprescindibles en el funcionamiento de la propia sociedad industrial. Por lo general, son actividades con un alto componente tecnológico, tributarias de grandes inversiones y capital multinacional, y de grandes instalaciones fabriles y por consiguiente con **gran consumo eléctrico y en ocasiones con grandes demandas de calor-vapor**, estos sectores representan la mayoría del sector industrial en Castilla y León tanto por número de empresas vinculadas como por su importancia en términos económicos, número de empleados, tanto en



exportaciones dentro del territorio nacional como dentro de la Comunidad económica europea.

El **sector del automóvil** constituye un sector de gran influencia en la economía, por su capacidad de activar las numerosas empresas de las que recibe componentes y porque en la actualidad es una actividad que se dedica fundamentalmente a la exportación, con lo que la disminución de la demanda interna tiene un peso más relativo que en otros sectores que mayoritariamente dependen del consumo interno.

El **sector químico** se articula en torno a la industria petroquímica y a la industria química de transformación. La primera constituye la química de base, que se lleva a cabo en grandes complejos industriales, por lo general asociados a las refinerías de petróleo, es tributaria de grandes capitales, por lo común extranjeros, con lo cual su aportación final no es tan importante si atendemos a criterios de redistribución de riqueza o a modelos sostenibles a largo plazo, en cualquier caso, tal y como ya hemos señalado anteriormente este punto no es precisamente el fuerte de la región, si bien la **industria de transformación de Biomasa, debería ser un objetivo prioritario para el desarrollo futuro de la Región.**

La **industria química de transformación** obtiene productos diversos, como pinturas, fertilizantes, etc., que se elaboran en establecimientos fabriles de mucho menor tamaño, con un alto grado de dispersión espacial, aunque su localización preferente coincida con las regiones más industrializadas del país, y no tiene gran presencia en nuestra región excepto en el campo de los fertilizantes donde destaca la planta salmantina del grupo Mirat.

El **sector agroalimentario** se caracteriza por la diversidad en cuanto a la naturaleza de los productos, los procesos de transformación, la estructura empresarial, la distribución geográfica de las fábricas, etc. Consiste en un proceso de transformación de los productos agrarios impuesto por la disociación entre zonas productoras y consumidoras, en general, predominan las fabricas pequeñas y medianas que coinciden en su mayoría con las áreas de



regadío, aunque también se han establecido grandes empresas multinacionales, cuya presencia es muy importante en ramas como la de los derivados lácteos, la del aceite, la del azúcar, harinas, et

Podemos agruparlo por subgrupos, el primero serían las **instalaciones ganaderas, porcinas y avícolas** en las que se **necesita un gran aporte calorífico para calefacción o agua caliente**, son instalaciones en las que es **muy fácil la implantación de calderas de biomasa** y la construcción de grandes silos para combustibles con densidades bajas como son la astilla pero con bajo coste de adquisición. Dada estas facilidades y la dificultad de acceder a otro tipo de combustible como el gas por el alto coste de las acometidas, son grupos donde en los **próximos años se debería potenciar una gran implantación de la biomasa**, con el objetivo de que la gran mayoría de ellas estuvieran atendidas por instalaciones de este tipo.

Las deshidratadoras, secaderos de cereal, plantas de forraje, son también instalaciones que al igual que el anterior subgrupo presentan una fácil implantación por la disponer de espacio y por de requerir calderas para uso térmico cuya tecnología está muy madura, tienen una gran proyección de futuro, debido a que muchas de estas instalaciones podrían auto abastecerse consiguiendo por tanto altos porcentaje de eficiencia en su funcionamiento.

#### **Alimentaria:**

Destaca la **baja implantación de la biomasa en este tipo de instalaciones**, solo representa 9,3 % del total de instalaciones en Castilla y León, **no encontramos causas tecnológicas que impidan su implantación**, destaca la fácil conversión del sector de la Panificadoras a la Biomasa, ya que el desarrollo de quemadores de Biomasa adaptados a hornos ya instalados, es una tecnología madura, y sobre todo debería actuarse en dos niveles fundamentales, las pequeñas instalaciones dispersas, con el objetivo de rentabilizarlas y permitir su subsistencia, y las grandes instalaciones por su importancia de futuro de cara sobre todo a mantener su competitividad en la exportación, es por tanto es un **grupo con un gran potencial de crecimiento en implantación de sistemas de biomasa**.



## 2.4 LOS SECTORES DE VANGUARDIA Y LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

A la vanguardia de la industria y con una clara proyección de futuro se hallan los sectores de tecnología punta, que aportan descubrimientos, nuevos materiales, sistemas y medios para la mejora de la producción industrial, su importancia radica en la inusitada importancia que ha alcanzado la tecnología en el mundo contemporáneo, donde el valor de los bienes industriales no radica tanto en el de sus componentes materiales como en el de sus componentes tecnológicos.

Se trata de un sector que integra las distintas ramas de la electrónica y su desarrollo ha sido impulsado por la Administración, pues es completamente imprescindible para los restantes sectores industriales, sin embargo es este un sector que dada la escasa demanda de energía que en general supone no entra de lleno en las características de este estudio, pues en general la aplicación de sistemas de Biomasa no supone un input en este tipo de industria, salvo en aquellos casos concretos en que una fuerte demanda de energía eléctrica pueda recomendar la instalación de un equipo de generación, o bien cuando la unión de un número considerable de las mismas en un clúster localizado (polígono, o vivero de empresas) pueda hacer rentable una instalación compartida, tanto para el consumo de energía eléctrica mediante instalaciones de cogeneración, con el que prestar servicio de calor y agua caliente a las distintas empresas que compartan este servicio a la vez que suplir o complementar el suministro eléctrico mediante la red eléctrica habitual.

Es este sector sin embargo el que resulta clave para que la Biomasa se establezca como un sistema que suponga una alternativa real a otros sistemas fuertemente implantados tanto a nivel de generación de electricidad, como de generadores de calor o vapor ya sea para uso industrial o particular, pues de la I+D de estas empresas depende el desarrollo futuro de patentes y maquinaria, equipamientos que puedan no sólo cubrir una potencial demanda interna sino que además, sean clave para exportar dichos bienes y equipamientos y además el know-how necesario para su implantación más allá de nuestras fronteras.



### 3 ESTUDIO ACTUAL: PRINCIPAL APLICACIÓN

#### 3.1 Aplicación térmica de Biomasa sólida en climatización

Las aplicaciones térmicas con producción de calor y agua caliente sanitaria son las más comunes dentro del sector de la biomasa, si bien puede utilizarse también para la producción de electricidad. La biomasa puede alimentar un sistema de climatización (calor y frío) del mismo modo que si se realizara con gas, gasóleo o electricidad.

La producción térmica puede realizarse mediante:

- Estufas, normalmente de pellets o leña, que calientan una única estancia y normalmente actúan simultáneamente como elementos decorativos.
- Calderas de baja potencia para viviendas unifamiliares o construcciones de tamaño reducido.
- Calderas diseñadas para un bloque o edificio de viviendas, que actúan como calefacción centralizada.
- Centrales térmicas que calientan varios edificios o instalaciones (district heating) o grupo de viviendas.
- Calderas diseñadas para cubrir las necesidades térmicas de ciertas industrias. Las industrias agroforestales normalmente aprovechan sus residuos para la producción de calor y, en ocasiones, se acompaña de producción eléctrica (cogeneración con biomasa).

Las calderas de biomasa pueden proveer a las **edificaciones de calefacción, o de calefacción y agua caliente sanitaria**, y son equiparables en su fiabilidad a los sistemas habituales de gas o gasóleo.



El desarrollo del mercado de la biomasa ha permitido que en la actualidad exista una **gran variedad de biocombustibles sólidos susceptibles de ser utilizados en sistemas de climatización de edificios**. De entre todos ellos, los tipos de biomasa comerciales empleados comúnmente para sistemas de calefacción son:

- Pellets, producidos de forma industrial
- Astillas, provenientes de las industrias de la primera y segunda transformación de la madera o de tratamientos silvícolas y forestales (podas, clareos, cultivos energéticos leñosos, etc.).
- Residuos agroindustriales, como los huesos de aceituna, cáscaras de frutos secos, almendra, piña, etc.
- Leña, que puede producirla el propio usuario u obtenerse en el mercado.

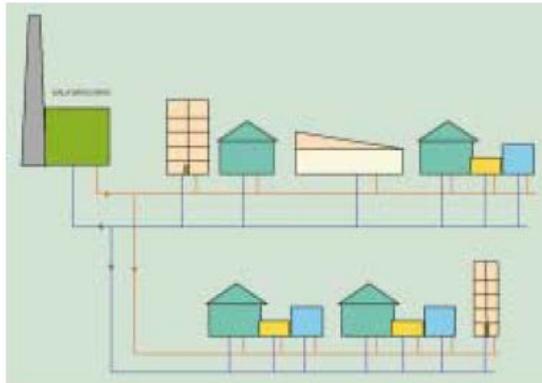
#### **Instalaciones de climatización y agua caliente sanitaria en distritos "DISTRICT HEATING"**

Las instalaciones de distribución de la climatización y/o el ACS tienen un especial interés debido a la mayor eficiencia energética de las mismas frente a un sistema individual de generación térmica, y por lo tanto una repercusión favorable en el medio ambiente.

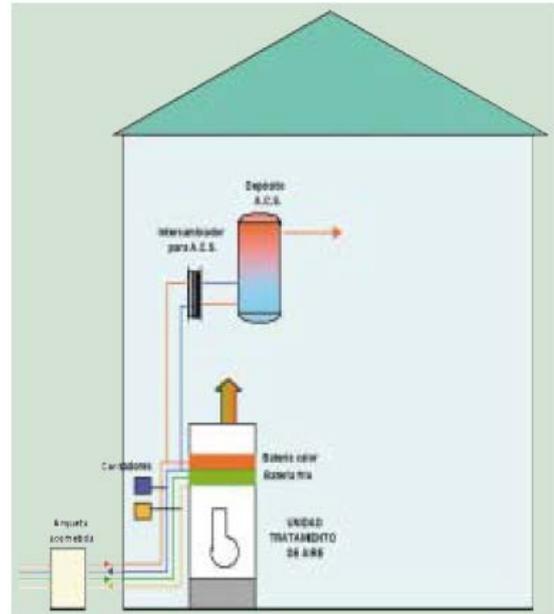
El empleo de estas instalaciones es posible en un gran número de usos finales: viviendas, parques industriales, núcleos turísticos, zonas de servicios (deportivas, hoteles, hospitales), etc.) Sistemas de almacenamiento, transporte y alimentación de la biomasa

### Posibles configuraciones de instalaciones

	CONFIGURACIÓN	
	2 TUBOS	4 TUBOS
Calefacción	X	
Calefacción + ACS	X	
Calefacción + Refrigeración	X	X
Calefacción + Refrigeración + ACS		X



Distribución a 2 tubos



Detalle conexión a usuarios

Esta configuración a cuatro tubos en la distribución de calor y frío en el sector residencial no es usual, se ha incluido como sistema más completo de los posibles, la distribución del calor también sería posible por un sistema agua-agua.

Las instalaciones básicamente cuentan con dos elementos principales: sala de máquinas y sistema de distribución del calor (red de tuberías). Además si el combustible usado es biomasa se deberá disponer de un parque de almacenamiento del mismo.

### Sala de máquinas

En función del tipo de servicio que sea necesario suministrar, la sala de máquinas contará con diferentes equipos. El elemento central será la caldera de producción de agua caliente alimentada con biomasa.

Configuración básica de una sala de máquinas:

- Caldera de biomasa
- Máquinas de absorción (en el caso de producción de refrigeración)



- Equipo tratamiento de agua
- Chimeneas
- Bombas
- Torre de refrigeración para las máquinas de absorción
- Vaso expansión frío / calor
- Depósito inercia agua enfriada
- Depósitos de agua caliente sanitaria
- Separador de lodos circuito frío / calor
- Tuberías, valvulería y accesorios

Sería posible la producción de frío en cada uno de los edificios mediante máquinas de absorción de reducido tamaño, similares a las empleadas en los sistemas de energía solar, aunque encarecería notablemente la instalación.

#### **Red de tuberías**

- Circuito de calor
- Circuito de frío

Las tuberías pre-aisladas en fábrica están compuestas por la tubería de acero, el aislamiento de espuma de poliuretano inyectado en continuo con cableado de alarma de cobre integrado y una cubierta exterior de polietileno de alta densidad.

Debe existir una resistencia a esfuerzos cortantes entre la tubería de acero y la cubierta exterior de 0,12 N/mm como mínimo en dirección axial y de 0,2 N/mm en dirección tangencial.

Todos los componentes del sistema de tuberías deben cumplir los requisitos técnicos de las siguientes normas:

- EN 253. Sistemas de tuberías pre-aisladas para redes de agua caliente enterradas.
- EN 448. Accesorios pre-aislados para redes de agua caliente enterradas.
- EN 488. Válvulas de acero pre-aisladas para redes de agua caliente enterradas.



- EN 489. Ensamblaje de juntas para tuberías de calefacción urbana pre-aisladas.

Las tuberías deberán ser de acero calidad St. 37.0BW según DIN 1626 o equivalente y sus dimensiones serán conformes a ISO/DIN 2458.

El aislamiento de espuma deberá cumplir con los requisitos de la EN 253 (última versión) y deberán fabricarse con ciclopentano como agente esponjante (No está permitido el freón).

La cubierta exterior debe cumplir los requisitos técnicos de la EN 253 más reciente y estar fabricada en polietileno de alta densidad.

A la entrada de cada centro de consumo (edificio) existe una arqueta de acometida. Cada una de ellas está dotada de los elementos necesarios para aislamiento de circuitos, control de temperatura y presión y regulación automática del caudal de agua aportado.

Estos conjuntos de regulación dinámica son esenciales para que cada unidad de la instalación trabaje de acuerdo con los parámetros para los que ha sido diseñada; garantizando el confort térmico a la vez que se limita el consumo de energía. En definitiva, con el equilibrado automático se trata de conseguir un caudal constante en los circuitos hidráulicos, que compense en todo momento las distintas presiones diferenciales y las variaciones de esas presiones, durante el funcionamiento de la instalación, evitándose así circuitos con exceso o deficiencia de caudal que repercutiría negativamente en el confort de los edificios y en la presión de bombeo en el centro de producción.

**El equipamiento mínimo** requerido por arqueta será:

- Válvulas de seccionamiento y vaciado de la red de frío y calor.
- Válvula de equilibrado dinámico o KFLOW de frío y calor.
- Medidor de presión y temperatura en impulsión y retorno.
- Desaireadores y purgadores con válvula de servicio.



- Tubería desde desagüe en arqueta hasta red de alcantarillado más próxima.

A partir de estas arquetas de servicio, el agua entra a los puntos de consumo, bien por la acción de la bomba principal, situada en la planta de generación o impulsada por las bombas auxiliares propias del inmueble.

### **Sistemas de almacenamiento, transporte y alimentación de la biomasa**

#### **ALMACENAMIENTO**

En las instalaciones de generación de energía térmica se emplea diferentes tipos de almacenamiento.

- Al aire libre

El almacenamiento al aire libre se emplea cuando se dispone de espacio con la ventaja de ser el sistema más barato de almacenaje, presenta la desventaja que en las estaciones húmedas se tiene dificultad para la pérdida de humedad.

- Cubiertos, tipo nave

Con este sistema de almacenamiento aseguramos las características de la biomasa. Presentando la desventaja del encarecimiento del precio del mismo. Es recomendable para biomasa con alta densidad, como es el caso del hueso de aceituna, pacas. Además de la biomasa cuyo destino final es el mercado doméstico (Pellets, leña, briquetas).

- En fosos, cubiertos ó aire libre

Se emplean tolvas subterráneas de sección triangular de obra civil, con una profundidad no superior a los 3 m (por razones de mantenimiento).

Para distancias cortas entre el almacenamiento y el lugar de utilización es corta se suele emplear un elevador de cangilones y para distancias mayores, se emplean uno o más sinfines.



Foto: Elevador de cangilones HUPA SL

- En silos
  - Silos cilíndricos de chapa lisa.
  - Silos cilíndricos de chapa ondulada.
  - Silos de ángulos rectos: cuadrado u octogonal.
  - Hormigón armado: sólo para grandes capacidades.

El principal inconveniente de este sistema es la aparición de bóvedas, sobre todo cuando se almacena biomasa con forma alargada o hay presencia de un alto grado de humedad, dificultando que el material llegue al fondo, donde se suele encontrar el sistema de extracción, además de la consiguiente pérdida de capacidad de almacenamiento y la imposibilidad de emplear todo el material almacenado.

Existen soluciones como sistemas rotativos que mueven el material acumulado y en pequeños silo existen soluciones mediante fondos móviles. Los silos con forma cilíndrica tienden a presentar una menor tendencia a su formación. El fondo del cilindro suele tener forma cónica con ángulos de entre 55-60°.

- Tolvas de obra civil
- En silos metálicos.



**Tabla. Recomendaciones generales**

Humedad de la Biomasa (H)	Sistema de almacenamiento
H > 30%	Aire libre (estaciones no húmedas) Recintos cubiertos (naves, leñeras, etc) Tolvas
15% > H ≥ 30%	Aire libre Recintos cubiertos Silos Tolvas
H ≤ 15%	Silos Tolvas Recintos cubiertos Envasados (ejemplo pellet, briquetas)

Dimensionamiento sistema de almacenamiento	
Características biomasa	Humedad
	Densidad (D)
	Poder calorífico Inferior
Consumo: C (kg/día) (kg/h)	
Autonomía de almacenamiento: A (días) (horas)	
Coeficiente de seguridad suministro: CS	
CANTIDAD ALMACENADA: C*A*CS (kg)	
VOLUMEN ALMACENADO: C*A*CS / D (m3)	

Fuente: Sociedad para el Desarrollo Energético de Andalucía (SODEAN). Generación de Energía Térmica con Biomasa

**SISTEMAS DE TRANSPORTE**

- a) Transporte de tronillo sin fin
- b) Elevador de cangilones
- c) Transportador de cadenas
- d) Transportador de bandas
- e) transportador neumático



### 3.2 Aplicación en cogeneración

La cogeneración es el procedimiento mediante el cual se obtiene simultáneamente energía térmica útil (vapor, agua caliente sanitaria) y energía eléctrica, si además se produce frío (hielo, agua fría, aire frío, por ejemplo) se denomina trigeneración.

La ventaja de la cogeneración es su mayor eficiencia energética ya que ante la necesidad de producir calor como la energía térmica o mecánica, se produce energía eléctrica en un único proceso, en vez de utilizar una caldera convencional para el calor y un generador eléctrico convencional para tener electricidad.

Otra ventaja, y no pequeña, es que al producir la electricidad cerca del punto de consumo, se evitan cambios de tensión y transporte a larga distancia, que representan una pérdida notable de energía por efecto Joule (se calcula que en las grandes redes esta pérdida esta entre un 25 y un 30%).

#### Funcionamiento

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 46% (sobre el poder calorífico inferior), y el resto debe disiparse en forma de calor. Con la cogeneración se aprovecha una parte importante 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. Además evita los posibles problemas generados por el calor no aprovechado.

La eficiencia de la planta se puede medir mediante unos coeficientes: el FUE, factor de uso de energía, que es el cociente de la energía eléctrica generada, más el calor útil, entre la energía aportada al motor de combustión interna. Y el RCE, relación calor/electricidad, que es el cociente entre el calor útil o aprovechable, y la potencia eléctrica generada por el conjunto



motor-generador. El primero es el más importante ya que da idea del rendimiento global de la instalación.

Este procedimiento tiene aplicaciones tanto industriales como en ciertos grandes edificios en los que el calor puede emplearse para calefacción, para refrigeración (mediante sistemas de absorción) y preparación de agua caliente sanitaria como por ejemplo grandes superficies de ventas, ciudades universitarias, hospitales, etc...

Aunque es difícil acoplarlo a viviendas particulares (lo cierto es que cada vez existen más instalaciones, denominándose específicamente microgeneración), es mucho más favorable realizar instalaciones grandes, como en las de calefacción urbana.

### **Maquinaria utilizada para instalaciones de cogeneración**

- Turbina de vapor

Las turbinas de vapor se han utilizado como motor principal para sistemas de cogeneración a gran escala durante muchos años. Típicamente, las turbinas de vapor están asociadas a centrales energéticas más grandes, pero también hay unidades más pequeñas a partir de 200 kWe que se utilizan frecuentemente. La eficiencia total es muy alta, llegando hasta el 84%.

Las turbinas de vapor funcionan con combustibles sólidos, líquidos o gaseosos, tanto fósiles como renovables. El ratio de calor típico para energía de las turbinas de vapor es alrededor de 6:1.

- Turbinas de vapor a contrapresión: cuando el volumen de vapor necesario para los servicios auxiliares es igual que el de la turbina.
- Turbinas de vapor con toma intermedia, cuando sólo una parte del vapor de la turbina es necesario para los servicios auxiliares.
- Turbina de gas



Las turbinas de gas se han convertido en la tecnología más extendida para la cogeneración a gran escala en los últimos años. Sin embargo, las turbinas de gas no solo se usan en aplicaciones de gran tamaño. En el mercado hay disponibles unidades más pequeñas comenzando desde unos pocos kWe.

- Motor de gas

La mayoría de las unidades de cogeneración a pequeña escala son motores de combustión interna que funcionan con los mismos principios que sus equivalentes de vehículos de gasolina y diésel. Los motores funcionan con combustibles líquidos o gaseosos, como el gasóleo, gas natural o biogás, y hay disponibles desde 5 kWe a más de 1.000 kWe.

Los motores de combustión interna tienen una eficiencia eléctrica superior a las turbinas, pero la energía térmica que producen es generalmente de temperaturas inferiores y así son mucho más adecuados para aplicaciones de edificios. El ratio de calor utilizable para energía está normalmente en el rango de 1:1 a 2:1.

Las plantas de cogeneración de mayor tamaño son las que aportan mayor ahorro de energía primaria en valor absoluto. Todavía son necesarias ayudas para instalaciones de gran potencia para obtener rentabilidades razonables.



## EJEMPLO PRÁCTICO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA POR EL CONSUMO DE ENERGIA TÉRMICA CON BIOMASA

---

Según la Guía técnica de contabilización de consumos del IDEA, los valores que tenemos que tomar para comparar resultados son:

El criterio a seguir para la determinación del Poder Calorífico Inferior (PCI) depende del tipo de combustible utilizado, siendo los más usuales los siguientes:

- **Gasóleo C:** la empresa distribuidora de gasóleo C deberá aportar, en cada factura, el dato del Poder Calorífico Inferior del combustible suministrado a una instalación, expresado en kWh/L. En su defecto, se utilizará el valor de 10,14 kWh/L.
- **Gas Natural:** la empresa comercializadora de gas natural deberá aportar, en cada factura, el dato del Poder Calorífico Superior (PCS) del combustible suministrado a una instalación, expresado en kWh/m<sup>3</sup>(N). Para calcular su Poder Calorífico Inferior (PCI) se empleará la siguiente expresión:

$$PCI = \frac{PCS}{1,11}$$

En las facturas de gas: 1m<sup>3</sup>=10,612 kWh

- **Propano:** la empresa comercializadora de gas propano deberá aportar, en cada factura, el dato del Poder Calorífico Superior (PCS) del combustible, expresado en kWh/m<sup>3</sup>(N), suministrado a una instalación. En su defecto, se utilizará el valor de 26,935 kWh/m<sup>3</sup>(N).

Según Propuesta de DIRECTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, relativa a la eficiencia energética y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE, en su anexo 4

Tabla. Contenido energético de los combustibles seleccionados para uso final y tabla de conversión

Producto energético	kJ (PCN)	kgep (PCN)	kWh (PCN)
1 kg de coque	28500	0,676	7,917
1 kg de hulla	17200 — 30700	0,411 — 0,733	4,778 — 8,528
1 kg de briquetas de lignito	20000	0,478	5,556
1 kg de lignito negro	10500 — 21000	0,251 — 0,502	2,917 — 5,833
1 kg de lignito	5600 — 10500	0,134 — 0,251	1,556 — 2,917
1 kg de esquistos bituminosos	8000 — 9000	0,191 — 0,215	2,222 — 2,500
1 kg de turba	7800 — 13800	0,186 — 0,330	2,167 — 3,833
1 kg de briquetas de turba	16000 — 16800	0,382 — 0,401	4,444 — 4,667
1 kg de fuelóleo para calderas (aceite pesado)	40000	0,955	11,111
1 kg de fuelóleo ligero	42300	1,010	11,750
1 kg de gasolina para motores (gasolina)	44000	1,051	12,222
1 kg de parafina	40000	0,955	11,111
1 kg de gas licuado de petróleo	46000	1,099	12,778
1 kg de gas natural [1]	47200	1,126	13,10
1 kg de gas natural licuado	45190	1,079	12,553
1 kg de madera (25 % de humedad) [2]	13800	0,330	3,833
1 kg de gránulos/briquetas de madera	16800	0,401	4,667
1 kg de residuos	7400 — 10700	0,177 — 0,256	2,056 — 2,972
1 MJ de calor derivado	1000	0,024	0,278
1 kWh de energía eléctrica	3600	0,086	1 [3]

Fuente: Eurostat



Según la Guía técnica de contabilización de consumos del IDEA, los valores que tenemos que tomar para calcular los ahorros en emisiones de CO2 son:

**Tabla. Emisiones CO2 según energía suministrada (térmica).**

Energía suministrada (térmica)	Emisiones de CO2 gr CO2/kWhe
Gas natural	204
Gasóleo C	287
GLP	244
Carbón uso doméstico	247
Biomasa	Neutro
Biocarburantes	Neutro
Solar térmica baja temperatura	0

Fuente: Guía técnica de contabilización de consumos del IDEA

**Tabla. Emisiones CO2 según energía suministrada (eléctrica).**

Energía suministrada (eléctrica)	Emisiones de CO2 gr CO2/kWhe
Electricidad convencional peninsular	649
Electricidad convencional extra-peninsular (Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla)	981
Solar Fotovoltaica	0
Electricidad convencional horas valle nocturnas, para sistemas de acumulación eléctrica peninsular	517
Electricidad convencional horas valle nocturnas, para sistemas de acumulación eléctrica extra-peninsular	981

Fuente: Guía técnica de contabilización de consumos del IDEA



Tomando el precio del gas natural, incluido en la Resolución de 28 de junio de 2012, de la Dirección General de Política Energética y Minas

TÉRMINOS DE CONDUCCIÓN DEL PEAJE DE TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN FIRME (P ≤ 4 BAR)

TARIFAS	NIVELES DE CONSUMO	TÉRMINO FIJO TF (€/CLIENTES) /MES	TÉRMINO VARIABLE TV CENT €/kWh
3.1	Consumo ≤ 5.000 kWh/año	2,45	2,7886
3.2	Consumo > 5.000 kWh/año ≤ 50.000 kWh/año	5,60	2,1234
3.3	Consumo > 50.000 kWh/año ≤ 100.000 kWh/año	52,49	1,5140
3.4	Consumo > 100.000 kWh/año	78,37	1,2135

Los precios indicados no incluyen impuestos indirectos.



### EJEMPLO PRÁCTICO 1. SECTOR FABRICACIÓN DE PAPELERÍA

- Producto energético utilizado: Gasóleo
- Año: 2010
- Consumos: 80.761 litros
- Gastos: 46.663 euros
- Extrapolación a 2012 (a 0,86€/l): 68.747 euros
- Kwh Consumidos Gasóleo C (a 10,14 kWh/l): 807.610 Kwh
- Tn Biomasa Briquetas (a 4,667 kWh/kg): 173
- Tn Biomasa Astillas 25% humedad (a 3,833 kWh/kg): 211
- € Biomasa Pellet (a 0,135 €/Kg): 23.361
- Ahorro posible sobre astillas: 56.105
- %: 82%
- Utilización: Calentar naves: 11.000 m2
- Ahorro Tn CO2 Gasóleo: 232
- Inversión inicial (caldera): 25.000 euros



### EJEMPLO PRÁCTICO 2.

- Producto energético utilizado: Gas natural
- Año: 2010
- Consumos: 807.610kWh
- Extrapolación a 2012 Gas natural (a 0,028€/kWh): 22.614 euros
- Kwh Consumidos: 807.610
- Tn Biomasa Briquetas (a 4,667 kWh/kg): 173
- Tn Biomasa Astillas 25% humedad (a 3,833 kWh/kg): 211
- € Biomasa Pellet (a 0,135 €/Kg): 23.361
- € Biomasa Astillas 25% (a 0,06 €/Kg): 12.642
- Ahorro posible sobre astillas: 9.972
- %: 44%
- Utilización: Calentar naves: 11.000 m<sup>2</sup>
- Ahorro Tn CO<sub>2</sub> Gasóleo: 165
- Inversión inicial (caldera): 25.000 euros



calderas

## 06. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS



Dado el panorama actual, las conclusiones de este estudio se hacen bastante evidentes y sencillas de aportar, las podemos a modo de resumen enumerar en las siguientes:

### 1.1 AHORRO ENÉRGETICO

La sustitución de la Electricidad, el Gasóleo o del Gas en las instalaciones térmicas por Biomasa proporcionara unos ahorros considerables.

Según los cálculos realizados en el estudio, tomando como ejemplo base el calentamiento de una nave de 556 m<sup>2</sup> y un consumo previsto de 100.000 kWh, el ahorro energético que se obtiene con el uso de energía biomasa para calentar una nave de estas características seria de:

- 20,3% con respecto al gas natural
- 36,2% con respecto al gasóleo
- 45,8% con respecto al propano
- 71,6% con respecto a la energía eléctrica

### 1.2 LOGISTICA: AUSENCIA DE INFRAESTRUCTURAS

A pesar de ser un subsector energético pujante en el resto de la Europa desarrollada, en España es evidente la falta de infraestructuras adecuadas que permitan tanto la recolección/producción de Biomasa como su distribución a bajo precio, así como un aumento de las exportaciones de la misma.

Esta falta de infraestructuras puede suponer un factor de desequilibrio en los potenciales consumidores a gran escala, al introducir como factores de riesgo un posible desabastecimiento, la falta de un precio estable, y un calidad contrastada del combustible a usar.



### 1.3 AUSENCIA DE APOYO INSTITUCIONAL

A pesar de que a nuestro juicio (y el de muchas organizaciones internacionales), se trata de una actividad clave para el relanzamiento en ciertos casos, y el afianzamiento en otros, de la actividad industrial en Castilla y León, lo cierto es que la Biomasa en su doble vertiente de actividad industrial en si mismo considerada, y como fuente energética para el sector industrial por otro, no ha recibido por parte de las autoridades competentes el espaldarazo necesario para ocupar en el mix energético la posición que ocupa en otros países, se echa en falta un fuerte programa de apoyo que publicite las ventajas de estos sistemas basado en ejemplos reales de funcionamiento, estableciendo un plan renove que apoye el cambio paulatino, o su implantación como sistema de refuerzo orientado a disminuir la factura energética final del sector industrial y por tanto a reforzar su competitividad por la vía del abaratamiento de costes.

### 1.4 AUSENCIA DE I + D

Es asimismo notable la ausencia de empresas orientadas al desarrollo de sistemas de biomasa tanto principales como de apoyo, ya sea por la vía de desarrollar calderas independientes o sistemas de adaptación a procesos ya existentes que requieran calor o vapor para su ejecución, pensemos que se trata de un campo no solo sumamente aprovechable en la región, sino susceptible de exportarse al resto del país, e incluso a terceros países con fuerte demanda de estos sistemas tanto en Europa, como en América o Asia.

### 1.5 GENERACIÓN DE EMPLEO

La bioenergía es la tecnología más intensiva en trabajo de todas las energías renovables y la que **tiene mayor potencial de creación de empleo**, como señalan diferentes estudios que comparan distintas fuentes (véase, por ejemplo, Domac, Richards y Risovic, 2005). Para la **biomasa sólida**, en particular, hay un gran potencial de **empleo en el cuidado y recogida** de la biomasa, **manipulación y transporte, y operaciones en plantas**. También se genera empleo para **fabricantes de equipos y plantillas de mantenimiento**.



De acuerdo con el informe Euroserv'ER (2010), la biomasa sólida es el sector de energías renovables que presentaba el **mayor número de puestos de trabajo en la UE** en 2009, con un 31,1% del total.

Distribución de empleos en energías renovables en la UE

Biomasa sólida	283.750
Eólica	243.600
Solar fotovoltaica	121.800
Biocombustibles	82.450
Geotermia	51.550
Solar térmica	48.970
Biogás	39.680
Fracción orgánica de residuos sólidos urbanos	25.200
Pequeña hidroeléctrica	15.220
Todos los sectores	912.220

Fuente: Euroserv'ER, 2010. Datos de 2009

Domac, Richards y Risovic (2005) llegan también a las siguientes conclusiones en relación con la biomasa sólida y generación de empleo:

- Los proyectos grandes tienden a tener un impacto más bajo en el empleo que los proyectos pequeños.
- En comparación con las industrias petroquímica e hidráulica, por cada euro de inversión en proyectos de bioenergía se generan más puestos de trabajo.
- El nivel de empleos directos necesarios para la operación de sistemas eléctricos que funcionan con biomasa o biogás es alrededor de cuatro veces el número correspondiente para la operación de sistemas eléctricos alimentados por combustibles fósiles.

Por tanto, en esta Comunidad de Castilla y León

Dada la importancia que los recursos forestales van a suponer en los próximos años en generación de riqueza y creación de empleo, se debía solicitar al Servicio Público de Empleo de Castilla y León, la puesta en funcionamiento de Talleres de Empleo relacionado con la gestión de sus recursos forestales, con especialidades de Trabajador Forestal, Viveros y tratamiento de la Biomasa.



Según información en la web de propellerts, La bioenergía necesita 5 veces más puestos de trabajo por unidad energética generada que las convencionales.

## 2

### PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

El principal reto de la región es desarrollar un plan integral que englobe todos estos puntos, siendo capaces de rentabilizar recursos cercanos para la puesta en marcha de proyectos (nuevos y de reforma), lo cual supondría no solo poner en valor recursos con los que ya se cuentan, sino que eso supondría por un lado generar riqueza a distintos niveles, en la producción, en la transformación, en su uso, y en la creación de nuevos modelos de negocio, dentro de un campo que se considera prioritario y el más rentable dentro de las energías renovables (según fuentes de la consultora KPMG), y que a diferencia de otros no debería basarse en la subvención directa como modo de implantación, sino en los ahorros de costes directos que supone su empleo.

Es pues prioritario establecer un observatorio que analice y establezca todos los parámetros descritos sirviendo de puente a productores, consumidores, fabricantes para que este canal que a día de hoy se encuentra muy por debajo de su capacidad real de aportación energética, ocupe el lugar que suponga al sector un ahorro importante y al mismo tiempo una nueva vía de negocio.

A continuación se presentan algunas propuestas que pueden ayudar al fomento de la biomasa sólida en España. Que no se quede en un decálogo de buenas intenciones.

1. Elaborar un Plan de Acción sobre la biomasa para España
2. Llevar a cabo campañas de sensibilización dirigidas a la sociedad, explicando las ventajas ambientales, económicas y sociales de los usos térmicos y eléctricos del aprovechamiento energético de la biomasa
3. Promover la incorporación de calderas de biomasa en edificios dependientes de las distintas Administraciones Públicas. Promover la instalación de redes de calefacción y refrigeración centralizada (district heating and cooling) abastecidas mediante biomasa.



4. Promover el establecimiento de cadenas estables de abastecimiento de biomasa para energía
5. Incluir a los recursos que constituyen la biomasa sólida en el listado de productos protegidos con la aplicación del IVA reducido.
6. Fomentar la organización de los propietarios forestales para que se formen unidades de gestión más efectivas y mejorar la cooperación entre unidades de gestión forestal.
7. Promover la elaboración y ejecución de nuevos planes de ordenación forestal por parte de las comunidades autónomas y fomentar la inclusión de los aprovechamientos de biomasa forestal residual en la ordenación de montes.
8. Definir adecuadamente el concepto de cultivo energético forestal, para establecer un marco normativo claro que evite las interpretaciones sobre qué explotaciones tienen esa consideración y supervisar estrictamente la aportación de ayudas para los cultivos energéticos.
9. Simplificación de procedimientos administrativos, coordinación entre diferentes Administraciones Públicas y facilidad en lo referente a las conexiones a la red eléctrica.
10. Asegurar que el marco retributivo para las instalaciones de producción de energía eléctrica abastecidas con biomasa permita la viabilidad del negocio y su financiación, teniendo en cuenta también los costes de inversión y de mantenimiento.



calderas

## 07. ANEXOS



1

**LEY 1/2005, DE 9 DE MARZO, POR LA QUE SE REGULA EL RÉGIMEN DEL COMERCIO DE DERECHOS DE EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO**

Todas las industrias, antes o después, tendrán que inscribirse en el RENADE, Registro Nacional de Derechos de Emisión.

Artículo 16. Método de asignación.

1. La asignación de derechos para el período de **tres años que se inicia el 1 de enero de 2005 será gratuita**, salvo lo dispuesto para la reserva de nuevos entrantes en el artículo 18.
2. **El 90 por ciento de los derechos correspondientes al período de cinco años que se inicia el 1 de enero de 2008 se asignará de forma gratuita**, asignándose el 10 por ciento restante de acuerdo con lo que se establezca en el correspondiente Plan Nacional de asignación y considerando la necesaria competitividad de la industria española.

ANEXO I

Categorías de actividades y gases incluidos en el ámbito de aplicación

1. No están incluidas las instalaciones o partes de instalaciones cuya dedicación principal sea la investigación, desarrollo y experimentación de nuevos productos y procesos.

Los valores umbral que figuran más adelante se refieren en general a la capacidad de producción o a la producción. Si un mismo titular realizara varias actividades de la misma categoría en la misma instalación o emplazamiento, se sumarán las capacidades de dichas actividades.



Actividades	Gases
<p>Actividades energéticas.</p> <p>Epígrafes:</p> <p>1. Instalaciones de combustión con una potencia térmica nominal superior a 20 MW, incluyendo:</p> <p>a) Instalaciones de producción de energía eléctrica de servicio público.</p> <p>b) Instalaciones de cogeneración que producen energía eléctrica en régimen ordinario o en régimen especial, independientemente del sector en el que den servicio.</p> <p>Quedan excluidas las instalaciones de residuos peligrosos o de residuos urbanos.</p> <p>2. Refinerías de hidrocarburos.</p> <p>3. Coquerías.</p> <p>Producción y transformación de metales féreos.</p>	<p>Dióxido de carbono.</p>
<p>Epígrafes:</p> <p>4. Instalaciones de calcinación o sinterización de minerales metálicos incluido el mineral sulfurado.</p> <p>5. Instalaciones para la producción de arrabio o de acero (fusión primaria o secundaria), incluidas las correspondientes instalaciones de colada continua de una capacidad de más de 2,5 toneladas por hora.</p> <p>Industrias minerales.</p>	<p>Dióxido de carbono.</p>
<p>Epígrafes:</p> <p>6. Instalaciones de fabricación de cemento sin pulverizar («clinker») en hornos rotatorios con una producción superior a 500 toneladas diarias, o de cal en hornos rotatorios con una capacidad de producción superior a 50 toneladas por día, o en hornos de otro tipo con una capacidad de producción superior a 50 toneladas por día.</p> <p>7. Instalaciones de fabricación de vidrio incluida la fibra de vidrio, con una capacidad de fusión superior a 20 toneladas por día.</p> <p>8. Instalaciones para la fabricación de productos cerámicos mediante horneado, en particular de tejas, ladrillos, ladrillos refractarios, azulejos, gres cerámico o porcelanas, con una capacidad de producción superior a 75 toneladas por día, y, una capacidad de horneado de más de 4 m<sup>3</sup> y de más de 300 kg/m<sup>3</sup> de densidad de carga por horno.</p> <p>Otras actividades.</p>	<p>Dióxido de carbono.</p>
<p>Epígrafes:</p> <p>9. Instalaciones industriales destinadas a la fabricación de:</p> <p>a) Pasta de papel a partir de madera o de otras materias fibrosas.</p> <p>b) Papel y cartón con una capacidad de producción de más de 20 toneladas diarias.</p>	<p>Dióxido de carbono.</p>

INSTALACIONES AFECTADAS POR LA LEY 1/2005. INFORME DE APLICACIÓN DEL AÑO 2010

Mediante este documento se informa sobre la inscripción de las emisiones verificadas y entrega de derechos de emisión de las instalaciones sujetas a la ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero. La información se presenta en forma de listado.

Aquí solo están recogidas las industrias de Castilla y León:

## Aplicación de la Ley 1/2005 en 2010

Código RENADE	Instalación	Localidad	Comunidad Autónoma	Actividad	Asignación transferida (año 2010)	Emisiones verificadas: (año 2010)	Derechos entregados: (por emisiones 2010)	CER/ERU entregados: (por emisiones 2010)	Símbolo cumplimiento	Observaciones
ES062401001044	Ambioticos, S.A.U. - Fabrica de Leon	Leon	Castilla y Leon	Combustion (1.b - 1.c)	40.771	15.891	6.231	9.660	A	
ES062401000323	Azucarera de la Bañeza	La Bañeza (Leon)	Castilla y Leon	Combustion (1.b - 1.c)	51.253	54.475	50.172	4.303	A	
ES060901000324	Azucarera de Miranda	Miranda de Ebro (Burgos)	Castilla y Leon	Combustion (1.b - 1.c)	21.187	40.818	39.144	1.674	A	
ES064701000325	Azucarera de Peñafiel	Peñafiel (Valladolid)	Castilla y Leon	Combustion (1.b - 1.c)	33.377	0	0	0	A	
ES064901000326	Azucarera de Toro	Toro (Zamora)	Castilla y Leon	Combustion (1.b - 1.c)	50.093	72.144	66.445	5.699	A	
ES062407000379	B.A. Vidrio S.A. - instalacion	Leon	Castilla y Leon	Industria: vidrio	90.512	82.529	82.529	0	A	
ES064001001049	Beam Global España, S.A. - Destilerias DYC (antigua: Destilerias de Palazuelos de Eresma)	Palazuelos de Eresma (Segovia)	Castilla y Leon	Combustion (1.b - 1.c)	16.872	5.326	1.328	3.998	A	
ES063701000327	Biocombustibles de Castilla y Leon	Babilafuente (Salamanca)	Castilla y Leon	Combustion (1.b - 1.c)	137.547	184.049	184.049	0	A	
ES060901001320	Biomasa Briviesca, S.A.	Briviesca (Burgos)	Castilla y Leon	Generacion: biomasa	0	5	5	0	A	
ES060901001045	Bridgestone Hispania, S.A. - Planta de Burgos	Burgos	Castilla y Leon	Combustion (1.b - 1.c)	31.053	32.291	32.291	0	A	
ES062401000350	C.T. Anllaras	Parameo del Sil (Leon)	Castilla y Leon	Generacion: carbon	1.084.179	445	148	297	A	
ES062406000320	Cementos Cosmos S.A. (instalacion de Leon)	Toral de los Vados (Leon)	Castilla y Leon	Industria: cemento	695.311	505.887	504.704	1.183	A	
ES063406000321	Cementos Portland Valdeherrerías S.A. - instalacion de Venta de Baños	Venta de Baños (Palencia)	Castilla y Leon	Industria: cemento	563.449	457.412	457.412	0	A	
ES064908000364	Cerámica Acustica, S.L. (antigua Cerámica Hispano Portuguesa, S.L.)	Corrales (Zamora)	Castilla y Leon	Industria: tejas y ladrillos	12.899	3.557	557	3.000	A	

Mayo 2011

Página 20 de 63

## Aplicación de la Ley 1/2005 en 2010

Código RENADE	Instalación	Localidad	Comunidad Autónoma	Actividad	Asignación transferida (año 2010)	Emisiones verificadas: (año 2010)	Derechos entregados: (por emisiones 2010)	CER/ERU entregados: (por emisiones 2010)	Símbolo cumplimiento	Observaciones
ES064008000359	Cerámica Carbonero S.L.	Carbonero el Mayor (Segovia)	Castilla y Leon	Industria: tejas y ladrillos	17.768	1.817	0	1.817	A	
ES064908000360	Cerámica Cuesta Vila, S.A.	Toro (Zamora)	Castilla y Leon	Industria: tejas y ladrillos	15.868	4.917	3.664	1.253	A	
ES062408000361	Cerámica de Villace S.L.	Villace (Leon)	Castilla y Leon	Industria: tejas y ladrillos	24.931	12.319	12.319	0	A	
ES064008000362	Cerámica Garcia Cuesta, S.A.	Nava de la Asunción (Segovia)	Castilla y Leon	Industria: tejas y ladrillos	23.587	8.916	8.916	0	A	
ES060508000363	Cerámica Hermanos Zarza S.L.	Crepes (Avila)	Castilla y Leon	Industria: tejas y ladrillos	4.080	2.764	2.764	0	A	
ES064908000365	Cerámica Indro Lorenzo Vasquez (Cerámica de Castro)	Castrogonzalo (Zamora)	Castilla y Leon	Industria: tejas y ladrillos	6.406	1.009	9	1.000	A	
ES060908000366	Cerámica Llanos, S.A.	Briviesca (Burgos)	Castilla y Leon	Industria: tejas y ladrillos	21.710	14.776	9.631	5.145	A	
ES064708000367	Cerámica Peñafiel S.A.	Peñafiel (Valladolid)	Castilla y Leon	Industria: tejas y ladrillos	15.354	6.245	2.978	3.267	A	
ES063408000368	Cerámica Piña	Piña de Campos (Palencia)	Castilla y Leon	Industria: tejas y ladrillos	6.046	216	0	216	A	
ES063408000369	Cerámica San Antolin, S.A.	Fuentes de Valdepero (Palencia)	Castilla y Leon	Industria: tejas y ladrillos	15.844	9.311	8.076	1.235	A	
ES063708000370	Cerámica Santa Bárbara S.L. Cerámica Criado Hermanos, S.L.	Aldostejada (Salamanca)	Castilla y Leon	Industria: tejas y ladrillos	7.625	0	0	0	A	
ES064708000371	Cerámica Zaratan S.A.	Valladolid	Castilla y Leon	Industria: tejas y ladrillos	18.145	8.139	6.706	1.433	A	
ES064908000372	Cerámicas Saza S.A.	Corrales (Zamora)	Castilla y Leon	Industria: tejas y ladrillos	21.783	10.140	4.978	5.162	A	
ES062408000373	Cerazor I (Cerazor, S.A.)	Valencia de Don Juan (Leon)	Castilla y Leon	Industria: tejas y ladrillos	95.402	60.734	51.314	9.420	A	
ES062408000972	Cerazor II (Cerazor, S.A.)	Valencia de Don Juan (Leon)	Castilla y Leon	Industria: tejas y ladrillos	82.556	72.681	64.529	8.152	A	
ES064001000328	Cogan Eresma	Palazuelos de Eresma (Segovia)	Castilla y Leon	Combustion (1.b - 1.c)	46.444	43.394	43.394	0	A	
ES060901000329	Cogeneracion Minera de Santa Marta, S.A.	Belorado (Burgos)	Castilla y Leon	Combustion (1.b - 1.c)	104.021	52.574	52.574	0	A	
ES060901000330	Cogeneradora Burgalesa	Burgos	Castilla y Leon	Combustion (1.b - 1.c)	44.540	54.021	50.753	3.268	A	

Mayo 2011

Página 21 de 63

## Aplicación de la Ley 1/2005 en 2010

Código RENADE	Instalación	Localidad	Comunidad Autónoma	Actividad	Asignación transferida (año 2010)	Emisiones verificadas (año 2010)	Derechos entregados (por emisiones: 2010)	CER/ERU entregados (por emisiones: 2010)	Símbolo cumplimiento	Observaciones
ES064201000340	Compañía energética para el tablero, S.A. - Instalación de Soria	Soria	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	79.367	90.371	90.371	0	A	
ES060901001047	Crizidosa, S.A.	Cerezo de Río Turón (Burgos)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	14.148	8.876	8.876	0	A	
ES060501001048	CYCASA Cantares y Construcciones, S.A.	Santa María del Cubillo (Ávila)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	5.502	2.088	2.088	0	A	
ES064006000374	Dalopa S.A.	Bermuy de Porreros (Segovia)	Castilla y León	Industria: tejas y ladrillos	4.153	975	975	0	A	
ES064001000331	Desimpacto Ambiental de Purines Ervoma, S.A.	Hornillos de Ervoma (Valladolid)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	57.952	68.285	68.285	0	A	
ES064001000332	Desimpacto de Purines Turigano	Turigano (Segovia)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	51.982	62.460	62.460	0	A	
ES064901001050	Enagas, S.A. - Estación de compresión de Zamora	Corcoses (Zamora)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	18.766	13.336	11.953	1.383	A	
ES062401000342	Endesa Generación, S.A. - Compostilla	Cobillos del Sil (León)	Castilla y León	Generación: carbon	3.388.720	209.023	209.023	0	A	
ES060901000333	Ensercia	Cerezo de Río Turón (Burgos)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	95.694	107.574	107.574	0	A	
ES060901000334	Energyworks Aranda, S.L.	Aranda de Duero (Burgos)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	116.039	115.903	115.903	0	A	
ES064701000341	Energyworks Vitvall, S.L. (antigua: Energyworks Valladolid - UTE Ineuropa Cogeneración S.A. y Enagas S.A. (Alabe Segas))	Valladolid	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	134.871	152.211	152.211	0	A	
ES064701001051	Fabrica Azucarera de Olmedo	Olmedo (Valladolid)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	94.732	60.546	38.095	22.451	A	
ES064701001052	Fabrica Azucarera de Valladolid	Valladolid	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	0	0	0	0	A	
ES060901000335	Fritas cogeneración	Burgos	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	20.983	24.221	24.221	0	A	
ES060901000336	Ganfibre, S.A.	Miranda de Ebro (Burgos)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	204.146	203.902	203.902	0	A	
ES060901001231	Grabisa tintes y acabados, S.L.	Burgos	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	29.299	19.529	19.529	0	A	
ES063401000348	Iberdrola Generación, S.A.U. - Grupo 1 - Central térmica Velilla del Río Carrion, grupo 1	Velilla del Río Carrion (Palencia)	Castilla y León	Generación: carbon	298.923	21	0	21	A	
ES063401000349	Iberdrola Generación, S.A.U. - Grupo 2 - Central térmica Velilla del Río Carrion, grupo 2	Velilla del Río Carrion (Palencia)	Castilla y León	Generación: carbon	1.047.660	38.842	38.842	0	A	

### Aplicación de la Ley 1/2005 en 2010

Código RENADE	Instalación	Localidad	Comunidad Autónoma	Actividad	Asignación transferida (año 2010)	Emisiones verificadas (año 2010)	Derechos entregados (por emisiones 2010)	CER/ERU entregados (por emisiones 2010)	Símbolo cumplimiento	Observaciones
ES060901001325	Interbon, S.A (Burgos)	Burgos y Cardañajimeno (Burgos)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	0	25.028	0	0	B	
ES064201000337	Intevar S.A.	Agreda (Soria)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	29.833	59.387	59.387	0	A	
ES064701001054	Ivoco Pagaso, S.L. (Valladolid)	Valladolid	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	7.505	1.752	1.752	0	A	
ES063709000353	Kimberly Clark S.E. Instalación de Doñinos	Doñinos (Salamanca)	Castilla y León	Industria: pasta y papel	21.320	21.895	21.895	0	A	
ES064201000973	Langa de Duero - Enascorr XXI, S.L.	Langa de Duero (Soria)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	51.399	61.990	61.990	0	A	
ES060901000338	Leche Pascual España S.L.	Aranda de Duero (Burgos)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	44.010	55.853	48.902	6.951	A	
ES064701001055	Maseos, S.L.	Cabezón de Pisuerga (Valladolid)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	26.345	18.180	16.099	2.081	A	
ES060901001056	Michelin España Portugal, S.A. - Factoría de Aranda de Duero	Aranda de Duero (Burgos)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	3.541	736	736	0	A	
ES064701001057	Michelin España Portugal, S.A. - Factoría de Valladolid	Valladolid	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	6.436	3.191	3.191	0	A	
ES064001001065	Obras y Servicios S/GASA S.A. - Hontoria	Hontoria (Segovia)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	3.492	0	0	0	A	
ES060909000355	Papelicas del Arlanzón S.A.	Burgos	Castilla y León	Industria: pasta y papel	22.774	20.356	20.356	0	A	
ES063409000354	Papeles y Cartones de Europa S.A. - instalación de Dueñas	Dueñas (Palencia)	Castilla y León	Industria: pasta y papel	181.660	169.738	154.803	14.935	A	
ES063701001059	Refinería de Manteigas, S.A.	Gujuselo (Salamanca)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	1.979	4.980	4.511	469	A	
ES063401001060	Ranzait España, S.A. - Factoría Villanueva de Carrato	Villanueva de Carrato (Palencia)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	18.551	11.311	10.056	1.255	A	
ES064701001061	Ranzait España, S.A. Direcciones Centrales	Valladolid	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	1.998	1.526	1.391	135	A	
ES064701001062	Ranzait España, S.A. - Factoría de Motores Valladolid	Valladolid	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	3.098	885	675	210	A	
ES064701001063	Ranzait España, S.A. Carrocera y Montaje	Valladolid	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	23.449	10.308	18.777	1.587	A	
ES064209000356	Ramo de Medici Iberica Almazan	Almazan (Soria)	Castilla y León	Industria: pasta y papel	11.097	10.389	10.389	0	A	
ES060909000357	Romeros Miranda S.A.U	Miranda de Ebro (Burgos)	Castilla y León	Industria: pasta y papel	61.315	0	0	0	A	
ES062408000376	Rubiera, S.A. Forjados y Cubiertas	Leon	Castilla y León	Industria: tejas y ladrillos	0	n.d.	0	0	A	Autorización revocada. Fecha de revocación anterior a 1/01/2010.

Mayo 2011

Página 23 de 63

### Aplicación de la Ley 1/2005 en 2010

Código RENADE	Instalación	Localidad	Comunidad Autónoma	Actividad	Asignación transferida (año 2010)	Emisiones verificadas (año 2010)	Derechos entregados (por emisiones 2010)	CER/ERU entregados (por emisiones 2010)	Símbolo cumplimiento	Observaciones
ES064701001242	S.C.G.A. Acor. Fábrica de producción de biodiésel.	Olmado (Valladolid)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	35.180	11.485	5.927	5.558	A	
ES064007000380	Saint Gobain la Granja S.L.	La Granja (Segovia)	Castilla y León	Industria: vidrio	46.392	37.530	37.530	0	A	
ES060907000381	Saint Gobain Vicens S.A. (instalación de Burgos)	Burgos	Castilla y León	Industria: vidrio	104.417	109.122	109.122	0	A	
ES060901001064	San Miguel, Fábrica de Cerveza y Malta, S.A. - Burgos	Burgos	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	8.853	9.303	9.303	0	A	
ES063401001224	Seda Soluble, S.L.	Palencia	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	23.533	12.863	12.863	0	A	
ES064201000339	Sinova Medioambiental	Los Rabanos (Soria)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	52.906	62.029	62.029	0	A	
ES064709000358	Smurfit Kappa España S.A. Instalación de Arroyo de la Encomienda	Arroyo de la Encomienda (Valladolid)	Castilla y León	Industria: pasta y papel	0	n.d.	0	0	A	Autorización revocada. Fecha de revocación anterior a 1/01/2010.
ES062406000322	Sociedad Anónima Tudela Veguín - La Robla	La Robla (Leon)	Castilla y León	Industria: cemento	799.182	719.664	719.664	0	A	
ES064701001066	Tableros Tradema, S.L. - Valladolid	Valladolid	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	823	211	211	0	A	
ES064008000377	Tecnocerámica Cerámica Arevalo S.L.	Carbonero el Mayor (Segovia)	Castilla y León	Industria: tejas y ladrillos	6.258	760	0	760	A	
ES063708000378	Trabajos Agrícolas y Movimientos S.A. (TRAMOSA)	Ciudad Rodrigo (Salamanca)	Castilla y León	Industria: tejas y ladrillos	12.455	7.106	4.200	2.906	A	
ES064201001233	Tratamiento Almazan, S.L.	Almazan (Soria)	Castilla y León	Combustión (1.b - 1.c)	52.551	58.226	51.226	7.000	A	
ES062401000351	Unión Fenosa Generación, S.A. - La Robla	La Robla (Leon)	Castilla y León	Generación: carbon	1.654.186	28.196	0	28.196	A	



La Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, tras su modificación por la Ley 13/2010, de 5 de julio, establece en su artículo 17 que la metodología de asignación gratuita transitoria será determinada por las normas armonizadas que se adopten a nivel comunitario.

La Decisión de la Comisión 2011/278/UE, de 27 de abril de 2011, por la que se determinan las normas transitorias de la Unión para la armonización de la asignación gratuita de derechos de emisión con arreglo al artículo 10 bis de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo fue publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea del día 17 de mayo de 2011.

Las consultas relacionadas con la solicitud de asignación gratuita de derechos de emisión para el periodo 2013-2020 pueden remitirse al buzón de correo electrónico especialmente habilitado al efecto [asignacion2013-2020@magrama.es](mailto:asignacion2013-2020@magrama.es)

Asignación gratuita de derechos de emisión a instalaciones existentes:

El proceso de asignación gratuita de derechos de emisión a las instalaciones existentes se encuentra todavía en fase de desarrollo. Tras el análisis de las observaciones recibidas durante el trámite de información pública (realizado del 26 de abril al 21 de mayo de 2012) e introducidos los cambios oportunos, se ha procedido a notificar a la Comisión Europea las asignaciones preliminares. En el siguiente enlace se encuentra una nota relativa a las asignaciones notificadas:

- [Asignaciones preliminares 2013-2020](#).

Debe advertirse que las asignaciones preliminares que se presentan en la nota anterior no son definitivas, como en la misma nota se pone de manifiesto. Una vez cumplidos todos los trámites y finalizado el escrutinio por parte de la Comisión Europea, corresponderá al Consejo de Ministros adoptar, a propuesta de los Ministerios de Economía y Competitividad, de Industria, Energía y Turismo, y de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, la decisión final de asignación.

Asignación gratuita de derechos de emisión a nuevos entrantes y notificación de descensos significativos de capacidad, ceses y ceses parciales:



La solicitud de asignación deberá adecuarse a lo establecido en la Ley 1/2005, la Decisión 2011/278/UE y la “Guía nº 7 sobre Nuevos Entrantes y Cierres” elaborada a tal efecto por la Comisión Europea.

Los titulares de las instalaciones que puedan optar a la asignación gratuita de derechos de emisión como nuevos entrantes deberán presentar la información y los datos necesarios para calcular la asignación de conformidad con lo exigido por la Decisión 2011/278/UE, así como un informe metodológico que contenga una descripción detallada de cómo se han determinado estos datos.

A este respecto, debe señalarse que la Comisión Europea ha desarrollado un formulario electrónico para la recogida de datos. Dicho formulario así como el informe metodológico, se ponen a disposición de los operadores para descargarse en los siguientes enlaces:

- [Formulario para la recogida de datos](#)
- [Modelo de informe metodológico](#)

Debe advertirse que este formulario para la recogida de datos y este modelo de informe metodológico deberán también utilizarse a efectos de la notificación de descensos significativos de capacidad, ceses y ceses parciales de actividad, de acuerdo con el artículo 24 de la Decisión 2011/278/UE.

Se recuerda que, de conformidad con el artículo 17.2 de la Decisión 2011/278/UE, *“los Estados miembros solo aceptarán las solicitudes que se presenten a la autoridad competente en el plazo de un año a partir del inicio del funcionamiento normal de la instalación o subinstalación de que se trate.”* Cabe señalar que el concepto de “inicio del funcionamiento normal” aplica a instalaciones nuevas, por lo que el plazo es relevante solo en estos casos.

Se recuerda también que, las instalaciones que hayan enviado la solicitud de asignación para nuevos entrantes para el periodo 2013-2020, en un formato diferente al formulario que aquí se presenta por cuestiones de finalización de plazo, deberán de rellenar la solicitud con el formulario desarrollado por la Comisión Europea.

- [Más información sobre el procedimiento de solicitud de asignación](#) en Ministerio de Agricultura, Alimentación y medio ambiente.

## 2 **NORMATIVA**

### 5.1 **NORMATIVA EUROPEA**

- DIRECTIVA 2001/80/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión (23 de Octubre de 2001)
- DIRECTIVA 96/61/CE DEL CONSEJO, prevención y al control integrados de la contaminación (24 de Septiembre de 1996)

Modificada por:

- Directiva 2003/35/CE
- Directiva 2003/87/CE
- Reglamento CE nº 166/2006/CE (18 de Enero de 2006)
- DIRECTIVA 91/271/CEE DEL CONSEJO, tratamiento de las aguas residuales urbanas (21-Mayo-1991)
- DIRECTIVA 1999/31/CE DEL CONSEJO, relativa al vertido de residuos (26 de Abril de 1999)
- DIRECTIVA 2000/76/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de relativa a la incineración de residuos (4 de Diciembre de 2000)
- DIRECTIVA 2001/77/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO la promoción de electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad (27 de Septiembre de 2001)

- DIRECTIVA 2003/54 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad (26 de Junio de 2003)
- REGLAMENTO (CE) nº 1774/2002 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO normas sanitarias aplicables a los subproductos animales no destinados al consumo humano (3 de Octubre de 2002)
- DIRECTIVA 2003/30/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, fomento del uso de biocarburantes u otros combustibles renovables en el transporte (8 de Mayo de 2003)
- REGLAMENTO (CE) nº 809/2003 DE LA COMISIÓN sobre medidas transitorias, con arreglo al Reglamento (CE) nº 1774/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativas a las normas de transformación de material de la categoría 3 y estiércol en las plantas de compostaje (12 de Mayo de 2003)
- DIRECTIVA 2003/55/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO sobre normas comunes para el mercado interior del gas natural (26 de Junio de 2003)
- DIRECTIVA 2003/87/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad (13 de Octubre de 2003)
- DIRECTIVA 2004/8/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía (11 de Febrero de 2004)
- REGLAMENTO (CE) nº 1973/2004 el que se establecen las disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) nº 1782/2003 del Consejo en lo que respecta a los regímenes de ayuda previstos en los títulos IV y IV bis de dicho Reglamento y a la utilización de las tierras retiradas de la producción con vistas a la obtención de materias primas (29 de Octubre de 2004)



- DIRECTIVA 2005/89/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, sobre las medidas de salvaguarda de la seguridad del abastecimiento de electricidad y la inversión en infraestructura (18 de Enero de 2006)
- DIRECTIVA 2006/12/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO d relativa a los residuos (5 de Abril de 2006)

## 5.2 NORMATIVA ESPAÑOLA

- REAL DECRETO 2366/1994 sobre producción de energía eléctrica por instalaciones hidráulicas, de cogeneración y otras abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables (9 de Diciembre de 1994).
- Ley 54/1997 del Sector Eléctrico (27 de Noviembre 1997)
- DECRETO 2017/1997, por el que se organiza y regula el procedimiento de liquidación de los costes de transporte, distribución y comercialización a tarifa, de los costes permanentes del sistema y de los costes de diversificación y seguridad de abastecimiento (26 de Diciembre)
- Ley 10/1998 de 21 de Abril de Residuos (1998)
- LEY 34/1998 de 7 de Octubre del Sector de Hidrocarburos (1998)
- REAL DECRETO 2818/1998 sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración (23 de Diciembre 1998)
- REAL DECRETO-LEY 6/2000, de Medidas Urgentes de Intensificación de la Competencia en Mercados de Bienes y Servicios (23 de Junio 2000)



- REAL DECRETO 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (1 de Diciembre 2000)
- REAL DECRETO 6/2001, sobre fomento de la forestación de tierras agrarias (12 de Enero 2001)
- REAL DECRETO 1481/2001, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero (27 de Diciembre 2001)
- LEY 16/2002 , de prevención y control integrados de la contaminación (1 de Julio 2002)
- REAL DECRETO 841/2002, por el que se regula para las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial su Incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida (2 de Agosto 2002)
- ACUERDO DEL CONSEJO DE MINISTROS, por el que se aprueba el Documento de Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas: Desarrollo de las Redes de Transporte 2002-2011 (13 de Septiembre de 2002)
- REAL DECRETO 1432/2002, por el que se establece la metodología para la aprobación o modificación de la tarifa eléctrica media o de referencia y se modifican algunos artículos del Real Decreto 2017/1997 de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el procedimiento de liquidación de los costes de transporte, distribución y comercialización a tarifa, de los costes permanentes del sistema y de los costes de diversificación y seguridad de abastecimiento (27 de Diciembre 2002)
- LEY 53/2002, de medidas fiscales, administrativas y del orden social (30 de Diciembre 2002)
- REAL DECRETO 653/2003, sobre incineración de residuos (30 de Mayo 2003)



- REAL DECRETO 430/2004, por el que se establecen nuevas normas sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión, y se fijan ciertas condiciones para el control de las emisiones a la atmósfera de las refinerías de petróleo (12 de Marzo 2004)
- REAL DECRETO 436/2004 por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial (12 de Marzo 2004)
- REAL DECRETO-LEY 5/2004, por el que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (27 de Agosto 2004)
- REAL DECRETO 1866/2004, por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión 2005-2007 (6 de Septiembre 2004)
- REAL DECRETO 2351/2004 por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico (23 de Diciembre 2004)
- REAL DECRETO 1454/2005, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico (2 de Diciembre 2005)
- LEY 24/2005 de reformas para el impulso a la productividad (18 de Noviembre 2005)
- REAL DECRETO 61/2006, por el que se determinan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo y se regula el uso de determinados biocarburantes (31 de Enero 2006)
- ACUERDO DEL CONSEJO DE MINISTROS, por el que se aprueba el Documento de Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas 2002-2011. Revisión 2005-2011 (31 de Marzo de 2006)
- REAL DECRETO 774/2006 , por el que se modifica el Reglamento de los Impuestos Especiales, aprobado por el Real Decreto 1165/1995 de 7 de Julio (23 de Junio 2006)



- REAL DECRETO-LEY 7/2006, por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético (23 de Junio 2006)
- REAL DECRETO 616/2007 sobre fomento de la cogeneración (11 de Mayo 2007)
- REAL DECRETO 661/2007 , por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial (25 de Mayo 2007)

## 2 LISTADO DE SUMINISTRADORES DE BIOCOMBUSTIBLES SÓLIDOS

### Listado de suministradores de biocombustibles sólidos. Cyl

SUMINISTRADORES DE BIOCOMBUSTIBLES PARA USO DOMÉSTICO			
<b>ÁVILA</b>			
Producto	Denominación	Localidad	Contacto
SUMINISTRO PÉLETS, HUESO DE ACEITUNA, ETC.	PELLETAVILA	VICOLOZANO	920259150
<b>BURGOS</b>			
Producto	Denominación	Localidad	Contacto
SUMINISTRO DE RESTOS FORESTALES	INTERBON	BURGOS	947484900
PRODUCCIÓN Y SUMINISTRO DE PÉLETS	SERPAA	VILLAZOPEQUE	947202947
PRODUCCIÓN Y SUMINISTRO DE PÉLETS	BURPELLET/HIJOS DE TOMAS MARTÍN	DOÑA SANTOS	947388078
<b>LEÓN</b>			
Producto	Denominación	Localidad	Contacto
SUMINISTRO DE PÉLETS	BIERZOCONFORT S.L.	CUBILLOS DEL SIL	987458171
SUMINISTRO LEÑA, CARBÓN VEGETAL	CARBONES FERNÁNDEZ	LEÓN	987207206
SUMINISTRO DE PÉLETS	CEGÓN S.L.	RIOSECO DE TAPIA	987590020
SUMINISTRO DE PÉLETS	CALOR ERBI BIOMASA	PONFERRADA	987409683
SUMINISTRO DE PÉLETS	TORIBIO MORAL, S.A.	SAHAGÚN	987780706
SUMINISTRO DE PÉLETS, BRIQUETAS, ETC.	CARBÓN VERDE	TORAL DE LOS VADOS	987545419
SUMINISTRO DE LEÑA (roble, encina y haya) Y PÉLETS	MADERAS Y COMBUSTIBLES SANCHEZ	BARRILLOS DE CURUEÑO	659552037
<b>PALENCIA</b>			
Producto	Denominación	Localidad	Contacto
PRODUCCIÓN Y SUMINISTRO DE ASTILLA	CONSEJERÍA MEDIO AMBIENTE - JCyL	VALCABADILLO	669088136
SUMINISTRO DE PÉLETS, CARBÓN VEGETAL Y LEÑA	CARBONES BARCENILLA	PALENCIA	979725183
SUMINISTRO DE PÉLETS	ERCyL	GUARDO	979850406
SUMINISTRO DE PÉLETS	CASA DE CAMPO	PALENCIA	979765010
<b>SALAMANCA</b>			
Producto	Denominación	Localidad	Contacto
PRODUCCIÓN/SUMINISTRO DE CARBÓN VEGETAL	KAITO	LEDESMA	923570035
SUMINISTRO LEÑAS, CARBONES VEGETALES Y ANTRACITAS	CARBONES BARBERO	ARAPILES	923219561
SUMINISTRO DE LEÑAS Y CARBÓN VEGETAL	CARBONES Y LEÑAS, C.B., EL ENCINAR	TEJERAS	923191507
SUMINISTRO LEÑAS, ASTILLAS, CARBONES Y LEÑA DE ENCINA	GARCIA MORENO S.L.	MATILLA DE LOS CAÑOS	923382011
SUMINISTRO DE LEÑA Y CARBÓN	HERNANDEZ DE CARBONES S.L.	MATILLA DE LOS CAÑOS	923190702
SUMINISTRO DE PÉLETS	CALOR VERDE BIOMASA	SALAMANCA	923237482
SUMINISTRO DE PÉLETS Y HUESOS DE ACEITUNAS	BIOENERGY Energía Renovable	BÉJAR	923219561
PRODUCCIÓN Y SUMINISTRO PÉLETS	TRESMASA-ENERPELLET	EL SAHUGO	923487396
SUMINISTRO DE PÉLETS	BALATA MEDIO AMBIENTE, S.L.	ENDRINAL DE LA SIERRA	660632916
<b>SEGOVIA</b>			
Producto	Denominación	Localidad	Contacto
SUMINISTRO DE RESTOS FORESTALES	J. R. MARINERO	CUÉLLAR	921142121
SUMINISTRO DE PÉLETS, BRIQUETAS	CÉSAR SUÁREZ	SEGOVIA	699424680
CÁSCARA DE PIÑA, PIÑÓN, ALMENDRO	PIÑONES VALÉRICO	MATA DE CUÉLLAR	921150113
SUMINISTRO DE PÉLETS	AGROPAISAJE	BOCEGUILLAS	921543027
<b>SORIA</b>			
Producto	Denominación	Localidad	Contacto
PRODUCCIÓN Y SUMINISTRO DE BRIQUETA A PARTIR DE	BRIHER	DURUELO DE LA SIERRA	975371201
SUMINISTRADOR DE BIOMASA FORESTAL	CESEFOR	SORIA	975212453
PRODUCTOR Y SUMINISTRO DE PÉLETS	AMATEX	SORIA	975373237
<b>VALLADOLID</b>			
Producto	Denominación	Localidad	Contacto
PRODUCCIÓN Y SUMINISTRO DE BRIQUETAS, PÉLETS,	VALENTIN RICO	ISCAR	983611725
SUMINISTRO BRIQUETAS, PÉLETS,	VERKA (GESTIÓN DE RESIDUOS S.L)	ISCAR	983611030
SUMINISTRO DE PÉLETS, CÁSCARA DE PIÑA	PIÑONES HIJOS DE LUIS SANZ S.L.	PEDRAJAS DE SAN ESTEBAN	983625642
PRODUCCIÓN Y SUMINISTRO DE PELET DE PAJA	PITESA	TORDESILLAS	983771051
SUMINISTRO DE PÉLETS	FORESA	VALLADOLID	983474208
SUMINISTRO DE CÁSCARA PIÑA Y PIÑÓN	ARROYO LÓPEZ E HIJOS	ATAQUINES	983815360
PRODUCCIÓN Y SUMINISTRO DE PÉLETS, CÁSCARA, HUESO...	BIOMASAS HERRERO	PEDRAJAS DE SAN ESTEBAN	983605434
SUMINISTRO PÉLETS, ASTILLA, BRIQUETAS	JULIAN RICO, S.L.	ISCAR	983620421
SUMINISTRO DE ASTILLA, PÉLETS Y BRIQUETAS	EYLO BIOM	LAGUNA DE DUERO	667612006
SUMINISTRO DE PÉLETS	BIOMASA Y CONFORT	ISCAR	983620476
SUMINISTRO DE PÉLETS, HUESO, CÁSCARA	PRONATURAL ENVASADOS	PEDRAJAS DE SAN ESTEBAN	983605541
SUMINISTRO DE PÉLETS	RICIA GUERRERO, S.C.L.	ZARATAN	983354508
SUMINISTRO DE CÁSCARA PIÑA Y PIÑÓN	PIÑONES LOZANOS	PEDRAJAS DE SAN ESTEBAN	983625784
<b>ZAMORA</b>			
Producto	Denominación	Localidad	Contacto
PRODUCCIÓN/SUMINISTRO DE CARBÓN VEGETAL	CARBOEXPORT	CAÑIZAL	980604279
SUMINISTRO DE PÉLETS	ARQUENER S.L.	ZAMORA	980512222
SUMINISTRO DE PÉLETS	ZASISTEC	ZAMORA	980161853
SUMINISTRO DE PÉLETS	COBEN CERÁMICAS, S.L.	BENAVENTE	980637432
PRODUCCIÓN Y SUMINISTRO DE ASTILLA, SUM. PÉLETS	FORESTAR	VILLALPANDO	625137775



calderas

## 08. BIBLIOGRAFÍA



- AEBIOM (2011a): Evaluation of the National Renewable Energy Action Plans.
- AEBIOM - European Biomass Association. Brussels, February 2011.
- AEBIOM (2011b): Annual Statistical Report on the contribution of Biomass to the Energy System in the EU 27. AEBIOM - European Biomass Association. Brussels, June 2011.
- AIE, Agencia Internacional de Energía (2010): World Energy Outlook 2010.
- APPA (2010): Análisis Sectorial. Área de la Biomasa.
- Plan de energías renovables en España 2005 2010
- Mapa Tecnológico: Calor y Frío Renovables. Observatorio Tecnológico de la Energía. jueves, 26 de enero de 2012. Área Tecnológica: Biomasa y Residuos. IDEA
- LA BIOMASA EN ESPAÑA: UNA FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE CON GRAN FUTURO. Emilio Cerdá Tena
- Eficiencia Energética de la Biomasa. Cátedra Telefónica de la Universidad de Extremadura. Trabajo realizado para la Cátedra Telefónica de la Universidad de Extremadura "Tecnologías Aplicadas a la Eficiencia Energética". Francisco Cuadros Blázquez Julio 2011.
- Manuales de Energías Renovables. Energía de la Biomasa. IDEA.
- Observatorio Industrial del Sector de Fabricantes de Bienes de Equipo. Biomasa. Oportunidades para el sector de fabricantes de Bienes de Equipo. FEDIT. Diciembre 2011
- AVEBIOM. Asociación Española de Valoración Energética de la Biomasa. Publicaciones.
- Propuesta de DIRECTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO relativa a la eficiencia energética y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE
- Energía de la Biomasa (Volumen I). Fernando Sebastián Nogues, Daniel García-Galindo y Adeline Rezeau
- Energía de la Biomasa (Volumen II). Fernando Sebastián Nogues, Daniel García-Galindo y Adeline Rezeau
- Eficiencia Energética en Instalaciones y equipamiento de edificios. Alfonso Aranda Usón, Ignacio Zabalza Bribián, Sergio Diaz de Garaio y Eva Llera Sastresa.



- GUÍA PRÁCTICA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI). Versión de marzo de 2011. Oficina Catalana del Cambio Climático. Generalitat de Catalunya Comisión Interdepartamental del Cambio Climático
- GUÍA PRÁCTICA PARA EL CÁLCULO DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI). Versión de marzo de 2012. Oficina Catalana del Cambio Climático. Generalitat de Catalunya Comisión Interdepartamental del Cambio Climático.