



## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

### INDICE

<b>6.4.</b>	La energía de la biomasa.....	1
<b>6.4.1.</b>	Situación actual.....	2
6.4.1.1.	Biomasa vegetal.....	2
6.4.1.1.1.	Residuos forestales.....	2
6.4.1.1.2.	Residuos agrícolas.....	4
6.4.1.1.3.	Cultivos energéticos.....	4
6.4.1.1.4.	Residuos de biomasa de la industria.....	5
6.4.1.1.5.	Tecnologías de aprovechamiento de la biomasa	5
6.4.1.1.5.1.	Pretratamiento.....	6
6.4.1.1.5.2.	Aplicaciones térmicas de la biomasa.....	7
6.4.1.1.5.3.	Aplicaciones eléctricas de la biomasa.....	8
6.4.1.1.5.4.	Ventajas de la biomasa.....	8
<b>6.4.2.</b>	La biomasa en el mundo.....	9

<b>6.4.3.</b>	La biomasa en Europa.....	10
<b>6.4.4.</b>	La biomasa en España.....	14
<b>6.4.5.</b>	Situación en la región de Murcia.....	17
6.4.5.1.	Residuos forestales.....	17
6.4.5.2.	Residuos agrícolas.....	20
<b>6.4.6.</b>	Aplicaciones de la biomasa.....	21
<b>6.4.7.</b>	Barreras.....	23
<b>6.4.8.</b>	Medidas.....	23
<b>6.4.9.</b>	Objetivos.....	24
<b>6.4.10.</b>	Inversiones asociadas.....	25
<b>6.4.11.</b>	Emisiones evitadas.....	25
<b>6.4.12.</b>	Referencias.....	26

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

### 6.4. La energía de la biomasa

El prefijo bio, del griego bios ( $\beta\acute{\iota}\omicron\varsigma\text{-ov}$ , ó) utilizado ampliamente en la formación de vocablos compuestos significa vida.

El término biomasa engloba el conjunto de materia orgánica procedente de seres vivos con o sin transformación previa, excluida la materia fósil de origen orgánico, dado que las transformaciones morfológicas sufridas por la materia y el intervalo temporal la diferencian claramente del resto de materia orgánica, en cuanto a propiedades y obtención.

La Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), utiliza la definición de la Especificación Técnica Europea CEN/TS 14588 para catalogar la “biomasa” como “todo material de origen biológico excluyendo aquellos que han sido englobados en formaciones geológicas sufriendo un proceso de mineralización”. Entre estos últimos estarían el carbón, el petróleo y el gas, cuya formación y composición hace miles de años no es comparable con lo que llamamos “el balance neutro de la biomasa” en las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). La combustión de biomasa no contribuye al aumento del efecto invernadero porque el carbono que se libera forma parte de la atmósfera actual (es el que absorben y liberan continuamente las plantas durante su crecimiento) y no del subsuelo, capturado en épocas remotas, precisamente como el gas o el petróleo.

La fijación de energía solar en la biomasa se produce en la raíz de la cadena trófica, mediante el proceso de la fotosíntesis que permite a las plantas verdes, en presencia de la luz solar, asimilar sustancias inorgánicas y energía y transformarlas en sustancias orgánicas. El potencial de dicha energía alcanza el rango de 250.000.000 Tcal anuales lo que supone más de la cuarta parte del total de energía disponible.

En el ámbito energético el término biomasa hace referencia en primera instancia a los vegetales, tanto en forma de cultivos energéticos como restos procedentes de podas y tratamientos silvícolas, pero también incluye los desechos de origen animal valorizables y los provenientes de la industria de transformación asociada al sector primario y que produce restos o subproductos valorizables energéticamente.

La biomasa tiene por tanto un origen muy diverso y aplicaciones diferentes que permiten una amplia clasificación:

Cabe realizar un matiz distintivo entre biocombustibles y biocarburantes, considerando estos últimos como aquellos cuyo uso es específico de motores de combustión interna alternativos, con aplicación concreta en el sector transporte, y que son objeto de un capítulo independiente.

Los residuos con frecuencia se han englobado en este epígrafe, pero actualmente existe una tendencia comúnmente aceptada para segregar los residuos de carácter antrópico y aquellos que pueden presentar

## **Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa**

singularidades en su combustión, como un grupo con carácter propio, cuya transformación suele pasar por procesos de digestión anaeróbica y formación de biogás o gas de síntesis.

Las áreas agrícolas y forestales constituyen las fuentes más importantes de biomasa, a partir de los tratamientos silvícolas y agrícolas. En la agroindustria, los procesos de secado de granos generan subproductos que son usados para generación de calor en sistemas de combustión directa; tal es el caso de alpechines, alperujos, cáscaras de frutos secos, vinazas, etc.

### **6.4.1. Situación actual**

#### **6.4.1.1. Biomasa vegetal**

Este concepto da cabida tanto a la biomasa natural como a la residual.

Se denomina biomasa natural a la biomasa obtenida a partir del mantenimiento y la explotación de las masas forestales, mientras que la biomasa residual comprende la obtención de maderas y ramajes procedentes de las podas de los cultivos leñosos, los residuos y subproductos generados por las industrias de la madera (muebles, embalajes...), y los herbáceos y cultivos de cereales que generan como subproducto pajas.

Las características más destacadas de la biomasa: baja densidad energética, alto contenido en humedad, degradación natural y estacionalidad, la sitúan en desventaja frente a otros combustibles de origen fósil, en cuanto a manejo y facilidad de almacenamiento, sin embargo, aún así su potencial es tan elevado, considerando la tasa de renovación, que constituye una de las apuestas de futuro de suministro energético en la Unión Europea.

##### **6.4.1.1.1. Residuos forestales**

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

Estos residuos forestales provienen de tratamientos selvícolas y residuos de corta de pies maderables. Los tratamientos selvícolas son aquellos enfocados al mantenimiento y mejora de las masas forestales y su funcionalidad es diversa, por un lado, tratamientos preventivos contra incendios o fitosanitarios, y por otro la mejora ecológica de coberturas forestales. Debiendo aplicarse con una periodicidad de 5 ó 6 años.

Todos los residuos generados deben ser eliminados del monte para prevenir los incendios y la propagación de plagas, dos de los factores más importantes en la salud de los bosques.

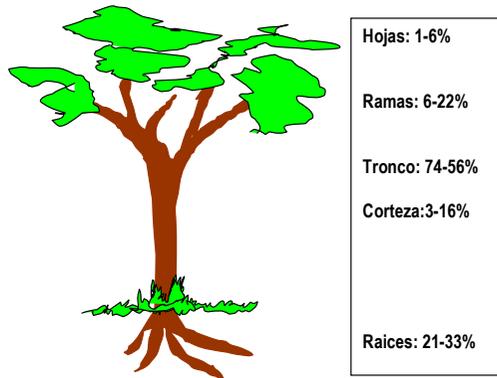


Ilustración 1. Distribución energética de un árbol tipo (Fuente: FOCER. Manuales sobre energía renovable: Biomasa).

Los residuos forestales representan el principal potencial energético, sin embargo se presentan una serie de problemas que limitan su valorización energética, entre los que destacan:

- **Dispersión de los residuos:** los residuos forestales se encuentran esparcidos por una área grande lo que dificulta la rápida recolección, encareciendo su recogida. De hecho, esta es la mayor limitación para su desarrollo, y la mayor barrera que impide que los proyectos tengan un grado importante de viabilidad.
- **Gran heterogeneidad:** se trata de árboles de pequeñas dimensiones sin interés comercial, ramas de poda, biomasa del estrato arbustivo y de especies arbóreas secundarias, lo que dificulta su tratamiento posterior.
- **Baja densidad:** lo que exige que se triture o se astillen los residuos para poder transportarlos a coste menor.
- **Elevado grado de humedad:** por lo que se hace necesario secar estos residuos como actividad previa para su valorización energética.
- **Tamaño y granulometría de las piezas de residuo:** para su valorización se debe conseguir una homogeneidad en estos aspectos.
- **Presencia de productos indeseables:** piedras, arena, metales, los cuales pueden dañar la maquinaria de tratamiento de residuos.

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

Estas dificultades referentes a la logística en el aprovisionamiento, constituyen el principal obstáculo para el despegue de este tipo de energía y es donde se focalizan los esfuerzos de la UE.

### 6.4.1.1.2. Residuos agrícolas

Los residuos agrícolas admiten una primera clasificación según su procedencia:

- Podas de cultivos leñosos
- Restos de cultivos herbáceos

Los residuos agrícolas leñosos proceden principalmente de las podas de olivos, viñedos y frutales, por lo que su producción tiene un cierto carácter estacional. Las partes verdes de estos desechos son aprovechables para alimentación animal, o tras un proceso de secado se utilizan como combustible. La quema de rastrojos es una práctica habitual del ámbito agrícola, se realiza sobre el propio terreno sin ningún tipo de beneficio energético, y además está prohibida por Ley. La agricultura genera cantidades considerables de desechos (rastrojos): se estima que, en cuanto a desechos de campo, el porcentaje es más del 60%, y en desechos de proceso, entre 20% y 40%.

Al igual que en la industria forestal, muchos residuos de la agroindustria son dejados en el campo. Aunque es necesario reciclar un porcentaje de

la biomasa para proteger el suelo de la erosión y mantener el nivel de nutrientes orgánicos, una cantidad importante puede ser recolectada para la producción de energía. Los campos agrícolas también son una fuente importante de leña para uso doméstico: más del 50% del volumen total consumido.

Por otro lado, las granjas producen un elevado volumen de “residuos húmedos” en forma de estiércol de animales. La forma común de tratar estos residuos es esparciéndolos en los campos de cultivo, con el doble interés de disponer de ellos y obtener beneficio de su valor nutritivo. Esta práctica puede provocar una sobrefertilización de los suelos y la contaminación de las cuencas hidrográficas.

Por su parte, los residuos agrícolas herbáceos derivan de los restos de cultivos agrícolas y son muy diversos en función del tipo de cultivo de que se trate. Los cereales generan pajas que normalmente se quedan en el campo y no son empleadas. Destaca especialmente el maíz, que produce el “zuro”, empleado como combustible o como alimento para animales, y el cañote. Por otro lado, los tallos de las hortalizas que quedan inutilizados una vez agotado el periodo productivo de la planta, también son susceptibles de aprovechamiento energético.

### 6.4.1.1.3. Cultivos energéticos

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

Los cultivos energéticos comprenden plantaciones de distintas especies vegetales, sean árboles, arbustos, gramíneas, etc., cultivadas específicamente para la producción energética. Se trata de especies de crecimiento rápido y bajo mantenimiento, adaptadas a tierras pobres o de bajo valor productivo. El período de cosecha varía entre los tres y los diez años. También se utilizan arbustos que admiten varias podas para extender la capacidad de cosecha de la plantación.

Existen otros muchos cultivos agrícolas que pueden ser utilizados para la generación de energía: caña de azúcar, maíz, sorgo y trigo, etc...

La actividad agrícola para la producción de este tipo de cultivos permite mitigar la erosión y la degradación edafológica y favorece la recuperación posterior del suelo, evitando la desertización. Al mismo tiempo es una actividad que produce beneficios económicos y el sostenimiento de los núcleos rurales reequilibrando el territorio.

### 6.4.1.1.4. Residuos de biomasa de la industria.

La industria alimentaria genera una gran cantidad de residuos y subproductos, que pueden ser usados como fuentes de energía. Los más utilizados son los residuos vegetales como cáscaras, y pulpas así como vinazas procedentes de fermentaciones y alperujos y alpechines procedentes de la industria del aceite. Este tipo de residuos constituye un

coste para la actividad industrial que se puede transformar en una fuente de ingresos mediante la generación de energía in situ.

La industria asociada a la explotación de la madera y la celulosa (mueble, envases, papelera), generan una gran cantidad de residuos que suelen valorizarse dentro de la propia planta, para la generación de energía o subproductos materiales.

Finalmente se encuentran los provenientes de residuos cárnicos y las camas y deyecciones ganaderas que deben tener un tratamiento diferente en el capítulo de residuos. Estos residuos son sólidos y líquidos con un alto contenido de azúcares y carbohidratos, con frecuencia constituyen un grave problema para la industria y un coste.

### 6.4.1.1.5. Tecnologías de aprovechamiento de la biomasa

El compendio de biomasa vegetal se puede reciclar y utilizar de dos formas claramente diferenciadas: como un subproducto orgánico de amplia aplicación en la agricultura o con fines energéticos. El primer caso recibe el nombre de compostaje. La segunda aplicación tiene como finalidad la valorización energética de la biomasa. Los principales procesos son los que brevemente se describen a continuación:

- Combustión; consiste en la combustión controlada mediante la cual se produce la oxidación completa de la materia orgánica para

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

producir dióxido de carbono, agua, cenizas y energía en forma de calor. Este calor a su vez se puede emplear directamente como respuesta a una demanda térmica o para la producción de energía eléctrica mediante el ciclo de Rankine.

- **Gasificación;** en este proceso la combustión se lleva a cabo en atmósfera reductora, con defecto de oxígeno por lo que la oxidación es incompleta produciéndose una metanización de la materia además de subproductos como monóxido de carbono, dióxido de carbono e hidrógeno. La fracción molar de metano en el gas resultante depende principalmente de la composición de la materia prima y las condiciones del proceso. Las ventajas frente a la combustión directa son la eliminación de cenizas, la menor contaminación atmosférica y la obtención de un gas combustible.

- **Pirólisis;** Consiste en la descomposición térmica de la materia orgánica en ambiente anaeróbico y elevada temperatura, produciendo la disociación de la materia, la fracción volátil se transforma en un gas combustible y la parte sólida en un carbón vegetal.

De los tres procesos descritos, el proceso de combustión es el que más extendido se halla y en el que se centran la mayor parte de las aplicaciones con o sin generación de energía eléctrica.

El proceso de valorización de la biomasa está condicionado por las características de la misma, los residuos forestales se utilizan en procesos de combustión directa o procesos termo-químicos; mientras que la transformación de residuos animales se realiza mediante procesos bioquímicos, de transformación metanogénica.

El parámetro que determina la energía contenida en la biomasa es el poder calorífico que a su vez depende de las características fisicoquímicas de la biomasa, el contenido de humedad y el porcentaje de ceniza y otros residuos generados en la valorización, entre otros.

### 6.4.1.1.5.1. Pretratamiento.

Las fases de recolección, transporte y almacenamiento constituyen el reto que dificulta la viabilidad de muchas plantas de biomasa. Los esfuerzos llevados a cabo en diversos proyectos en la UE se centran en la transformación a pie de monte de la biomasa recolectada. Los procesos que se realizan in situ o en un centro próximo y que permiten su uso posterior en la planta de combustión son:

- **Astillado;** el fraccionamiento mecánico se emplea principalmente en los residuos forestales y agrícolas. Tras la realización de los trabajos previos que los generan, poda, desbroce, etc., se procede a su recogida, cortado y astillado, facilitando las operaciones posteriores de tratamiento.



## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

- Secado; el secado natural de los residuos se debe realizar únicamente si existen condiciones ambientales favorables. Al diseñar el secado natural, hay que tener en cuenta que los residuos secos son un foco potencial de incendios. Para el secado forzado se emplean sistemas neumáticos o rotatorios. Los primeros se basan en el arrastre de los residuos, utilizando un flujo térmico que extrae la humedad de los sólidos. Los secadores rotatorios u hornos horizontales se aplican a fracciones gruesas y/o materiales muy húmedos. Ambos sistemas poseen en común un foco de calor, un canal de secado y un sistema de succión.
- Molienda; La molienda de los residuos se realiza tras el astillado, para obtener un tamaño útil para algunos equipos de conversión energética o para la fabricación de briquetas y pellets. El tamizado resulta imprescindible para el aprovechamiento diferencial de las distintas fracciones granulométricas. Asimismo, las fracciones de gran tamaño se deben separar antes de la molienda para asegurar el rendimiento del proceso. En cuanto a la humedad de las astillas, si es elevada pueden cegarse las mallas del molino y de la cámara de briquetado o compactación, aunque, si es baja, puede generar excesivo polvo.
- Briquetizado y peletizado. Los desechos agrícolas, con cierto grado de humedad, no suelen quemarse directamente en estufas

domésticas, ya que arden con dificultad y producen mucho humo. Uno de los mejores métodos para aprovechar dichos residuos consiste en la aglomeración de los residuos para obtener briquetas o pellets. Los productos compactados tienen una humedad entre el 15 y el 18%.

- o Las briquetas, son similares a los pellets, aunque de mayores dimensiones, con longitud entre 5 y 30 cm y diámetro de 50 a 130 mm. También poseen una densidad mayor entre 1.000 y 1.300 kg/m<sup>3</sup>.
- o Los pellets, son pequeños cilindros con diámetro entre 7 y 20 mm, longitud de 3 a 5 cm y densidad 800 kg/m<sup>3</sup>.

### 6.4.1.1.5.2. Aplicaciones térmicas de la biomasa

El uso de la biomasa se remonta a la prehistoria en forma de combustión directa para la generación de llama, y su aprovechamiento térmico. Posteriormente con la primera revolución industrial se transforma esta energía térmica en mecánica a través de la máquina de vapor y otro tipo de inventos, hasta llegar a la actualidad, en que el empleo de biomasa está más diversificado, tanto para la producción de energía térmica, como su posterior transformación en energía eléctrica o mecánica. A medida que resultaban asequibles otros combustibles, como el carbón, los derivados del petróleo o el gas natural, la biomasa ha sido relegada del

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

ámbito doméstico en los entornos urbanos para seguir manteniendo un papel destacado en los ámbitos rurales e industriales.

### 6.4.1.1.5.3. Aplicaciones eléctricas de la biomasa

La elección de la biomasa como combustible en las calderas de generación de vapor ha sido una de las grandes apuestas del Plan de Fomento de las Energías Renovables en España para el periodo 2000 – 2010; y la preocupación por la falta de cumplimiento de las previsiones respecto a la biomasa se constata en las revisiones de la Comisión Europea y en las actualizaciones del Plan de las Energías Renovables de España, así como en el ajuste de primas y tarifas del régimen especial.

El rendimiento esperado de este tipo de centrales se sitúa entre el 20% y el 35% aproximadamente, en función del combustible utilizado. Sin embargo las dificultades de logística han ralentizado el aprovechamiento agrícola y forestal no existiendo prácticamente plantas en funcionamiento en la geografía española.

Mención aparte merecen los residuos de las plantas agroalimentarias que han tenido una rápida expansión ligada a tecnólogos energéticos.

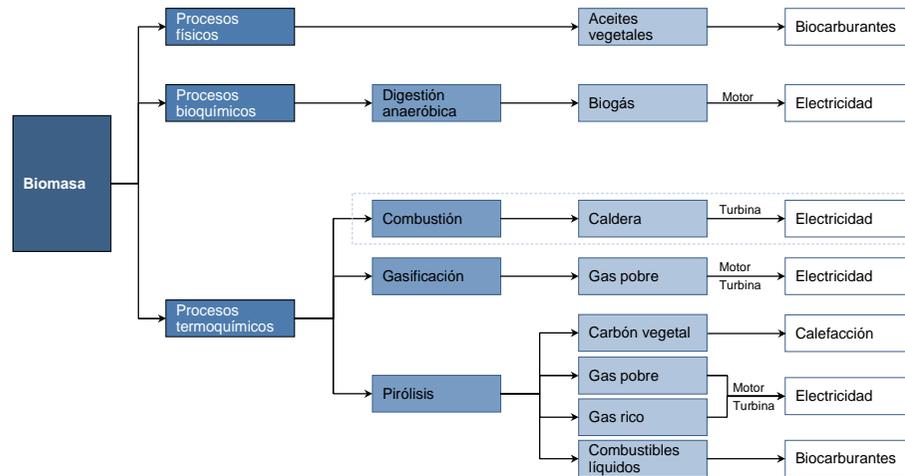
### 6.4.1.1.5.4. Ventajas de la biomasa

El uso de la biomasa como recurso energético, en lugar de los combustibles fósiles comúnmente utilizados, implica las siguientes ventajas:

- Disminución de las emisiones de azufre, partículas y contaminantes como CO, HC y NOX.
- Ciclo neutro de CO<sub>2</sub>, sin contribución al efecto invernadero.
- Reducción del mantenimiento y de los peligros derivados del escape de gases tóxicos y combustibles en las casas.
- Reducción de riesgos de incendios forestales y de plagas de insectos.
- Aprovechamiento de residuos agrícolas, evitando su quema en el terreno.
- Posibilidad de utilización de tierras de barbecho con cultivos energéticos.
- Independencia de las fluctuaciones de los precios de los combustibles provenientes del exterior (no son combustibles importados).
- Mejora socioeconómica de las áreas rurales.

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

Estas ventajas convierten a la biomasa en una de las fuentes potenciales de empleo en el futuro, siendo un elemento de gran importancia para el equilibrio territorial, en especial en las zonas rurales.



### 6.4.2. La biomasa en el mundo

La Agencia Internacional de la Energía calcula que el 10% de la energía primaria mundial procede de los recursos asociados a esta fuente, incluidos los relacionados con biocombustibles líquidos y biogás.

Gran parte de ese porcentaje corresponde a los países pobres y en desarrollo, donde resulta ser la materia prima más utilizada para la

producción de energía y coincide con aquellos países donde se prevé un mayor aumento de la demanda energética.

Según datos del Fondo de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), los países pobres obtienen hasta el 90% de su energía de la leña y otros biocombustibles. En África, Asia y Latinoamérica representa la tercera parte del consumo energético y para 2.000 millones de personas es la principal fuente de energía en el ámbito doméstico.

El IPCC, por su parte establece que antes de 2100 la cuota de participación de la biomasa en la producción mundial de energía debería estar entre el 25% y el 46%.

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

### 6.4.3. La biomasa en Europa

El crecimiento del consumo de biomasa en Europa no ha experimentado el crecimiento esperado según la tendencia de los años precedentes. Los países con grandes recursos forestales concentran la producción de biomasa con fines energéticos. Estos países son Francia, Suecia, Alemania, Finlandia, Polonia y curiosamente España, países que además cuentan con extensos territorios.

PAIS	2006	2007
Francia	9,495	9,234
Alemania	8,528	9,112
Suecia	8,332	8,441
Finlandia	7,481	7,141
Polonia	4,588	4,550
España	4,206	4,206
Austria	3,622	3,548
Rumanía	3,235	3,279
Portugal	2,731	2,790
Italia	1,919	2,030
República Checa	1,716	1,782
Letonia	1,592	1,538
Dinamarca	1,289	1,441
Hungría	1,058	1,079
Grecia	0,931	1,052
Bulgaria	0,769	0,800
Reino Unido	0,791	0,784
Lituania	0,759	0,732
Estonia	0,598	0,695

PAIS	2006	2007
Belgica	0,447	0,527
Holanda	0,556	0,520
Eslovaquia	0,404	0,454
Eslovenia	0,449	0,429
Irlanda	0,181	0,171
Luxemburgo	0,015	0,015
Chipre	0,007	0,007
<b>Total UE/E. .</b>	<b>65,698</b>	<b>66,358</b>

Tabla 2. Producción de Energía primaria a partir de biomasa en Miles ktep. Fuente: EurObserver.

Estos 6 países concentran más del 64% de la producción de biomasa, sin embargo el ratio de consumo de biomasa per cápita desplaza a Francia al doceavo puesto y a España al decimoséptimo. con un ratio de 0,146 tep/hab para Francia y un 0,095 para España frente al 1,35 de Finlandia.

En un contexto de energía fósil alcista, esta paradójica disminución se justifica en la bondad de las condiciones climatológicas del 2007, la mejora en la eficiencia de las instalaciones y una menor actividad de la industria. En Finlandia a pesar de un incremento record de instalaciones incorporadas a las redes de calor domésticas, con un total de 1,2 millones de hogares, la venta de calor ha disminuido un 3% en 2007 respecto a 2006.

Desde el punto de vista eléctrico se ha producido un crecimiento del 4,4% respecto al año precedente. La producción eléctrica sigue estando íntimamente relacionada con la actividad industrial y el consumo interno

## **Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa**

que se produce en el sector de la madera y papel y cartonaje con elevados índices de consumo de vapor para proceso interno y con la venta de calor a las redes de distribución al residencial en las zonas más frías. Los incentivos de los distintos mercados nacionales en el contexto europeo ha fomentado la creación de nuevas centrales de valorización de diferentes residuos, como paja de cereal, residuos de cosechas, cultivos energéticos, etc.

El incremento relativo de la producción eléctrica a partir de biomasa ha disminuido en 2007 (+ 4,4% respecto a 2006, es decir 2,1 TWh más) tras dos años de fuerte crecimiento (+ 11,4 % entre 2004 et 2005 y + 13 % entre 2005 y 2006).

La cogeneración sigue constituyendo la principal tecnología utilizada representando un 76,8% de la generación a partir de biomasa en 2007.

Sin embargo es necesario destacar que los datos recogidos en las estadísticas europeas realizadas no incluyen el uso de la biomasa como calefacción doméstica en calderas de uso individual. Los datos de uso doméstico sólo corresponden con los países que han desarrollado redes de calor como Alemania, Austria y los países escandinavos.

En cambio en cuanto al uso de la biomasa, por países, destaca Finlandia como el primer país usuario de biomasa, fuertemente influido por la industria maderera. La biomasa representa el 30% del consumo

energético global del país y el 20% del consumo eléctrico. La penetración de esta fuente de energía ha tenido éxito gracias a la gestión forestal y a la construcción de centrales de gran escala. La tecnología más utilizada es el lecho fluidizado circulante. Además del uso de la madera y los residuos forestales, destaca la industria papelera y su principal residuo valorizable que son las lejías negras que constituyen la mitad de la fuente energética de la biomasa con una cuota del 50,2% en 2006, tras un breve receso en el año previo. El estado finés utiliza instrumentos fiscales y subvenciones para potenciar el desarrollo de la biomasa. La extrema climatología permite optimizar la eficiencia energética mediante redes de calor en el sector doméstico. Son este tipo de instalaciones las que permiten maximizar el rendimiento en el uso de la biomasa con fines térmicos.

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

Países	2006			2007		
	Centrales eléctricas solas	Centrales funcionando en cogeneración	Total Electricidad	Centrales eléctricas solas	Centrales funcionando en cogeneración	Total Electricidad
Finlandia	1,532	9,007	10,538	1,164	8,647	9,811
Suecia	0,000	7,503	7,503	0,000	8,538	8,538
Alemania	0,000	7,225	7,225	0,000	7,390	7,390
Reino Unido	3,324	0,000	3,324	2,920	0,000	2,920
Austria	1,020	1,533	2,554	1,154	1,734	2,888
Italia	1,513	0,979	2,492	1,666	0,815	2,482
Polonia	0,000	1,851	1,851	0,000	2,360	2,360
Holanda	0,699	1,141	1,840	0,735	1,235	1,970
Dinamarca	0,000	1,778	1,778	0,000	1,829	1,829
Bélgica	1,079	0,327	1,406	1,287	0,513	1,799
España	0,275	1,298	1,573	0,272	1,281	1,553
Portugal	0,078	1,302	1,380	0,166	1,366	1,532
Francia	0,444	0,806	1,250	0,568	0,822	1,390
Hungría	1,106	0,027	1,133	1,119	0,028	1,147
República Checa	0,288	0,443	0,731	0,372	0,596	0,968
Eslovaquia	0,000	0,367	0,367	0,000	0,436	0,436
Eslovenia	0,002	0,074	0,076	0,000	0,063	0,063
Lituania	0,000	0,019	0,019	0,000	0,048	0,048
Estonia	0,000	0,025	0,025	0,000	0,025	0,025
Irlanda	0,000	0,008	0,008	0,000	0,013	0,013
Letonia	0,000	0,006	0,006	0,000	0,005	0,005
Rumanía	0,000	0,004	0,004	0,000	0,004	0,004
<b>Total U.E.</b>	<b>11,361</b>	<b>35,724</b>	<b>47,085</b>	<b>11,423</b>	<b>37,748</b>	<b>49,171</b>

Tabla 1: Producción bruta de electricidad de biomasa en la Unión Europea en 2006 y 2007 (en TWH)

Países	2006			2007		
	Sólo unidades de calor	Unidades funcionando en cogeneración	Calor Total	Sólo unidades de Calor	Unidades funcionando en cogeneración	Calor Total
Suecia	0,891	1,331	2,222	0,762	1,350	2,112
Finlandia	0,201	1,146	1,347	1,032	0,160	1,192
Dinamarca	0,263	0,206	0,469	0,245	0,221	0,466
Austria	0,228	0,159	0,387	0,208	0,145	0,353
Alemania	0,082	0,105	0,187	0,198	0,116	0,314
Lituania	0,121	0,012	0,133	0,112	0,023	0,135
Letonia	0,097	0,009	0,106	0,094	0,008	0,102
Polonia	0,033	0,041	0,074	0,031	0,063	0,095
Eslovaquia	0,022	0,013	0,035	0,027	0,015	0,042
Holanda	0,000	0,027	0,027	0,000	0,035	0,035
Bulgaria	0,001	0,000	0,001	0,031	0,000	0,031
Hungría	0,005	0,006	0,011	0,006	0,006	0,012
Eslovenia	0,006	0,003	0,008	0,004	0,004	0,008
<b>Total U.E.</b>	<b>1,950</b>	<b>3,058</b>	<b>5,008</b>	<b>2,749</b>	<b>2,146</b>	<b>4,896</b>

Tabla 2: Producción bruta a partir de biomasa sólida en la Unión Europea en 2006 y 2007 (en MTEP) en el sector de la transformación

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

Los principales tecnólogos del ámbito de la biomasa se encuentran centrados en los países con mayor tradición, como son Finlandia, Suecia, Austria y Francia.

Compañía	País	Tipo de producto	Escala de potencia	Cifra de negocio	Empleados 2007
Ökofen Heiztechnik	Austria	Calderas y quemadores para particulares y pequeñas empresas	8 – 224 kWth	17	115
Wärtsilä Biopower Oy	Finlandia	Centrales de cogeneración	3 – 25 MWth 2 – 11 MWth	n.c.	100
KMW Energi	Suecia	Centrales de Cogeneración	10 – 25 MWth 2 – 7	32	45
HDG Bavaria	Alemania	Calderas y quemadores para particulares y pequeñas empresas	4,5 – 400 kWth	n.c.	185
Hotab	Suecia	Centrales térmicas y calderas	95 kWth – 16 MWth	14	50
Järforsen	Suecia	Centrales térmicas y calderas	200 kWth – 20 MWth	20	n.c.
ETA Heiztechnik	Austria	Calderas y quemadores para particulares y pequeñas empresas	7,7 200 kWth	23	85
Compte-R	Francia	Calderas y quemadores para Ayuntamientos e industrias	250 kWth MWth – 8 MWth	16,5	65
Weiss France	Francia	Calderas y quemadores para ayuntamientos e industrias	1,5 – 45 MWth	12,1	42

Tabla3: Algunos fabricantes de calderas de biomasa en la Unión Europea

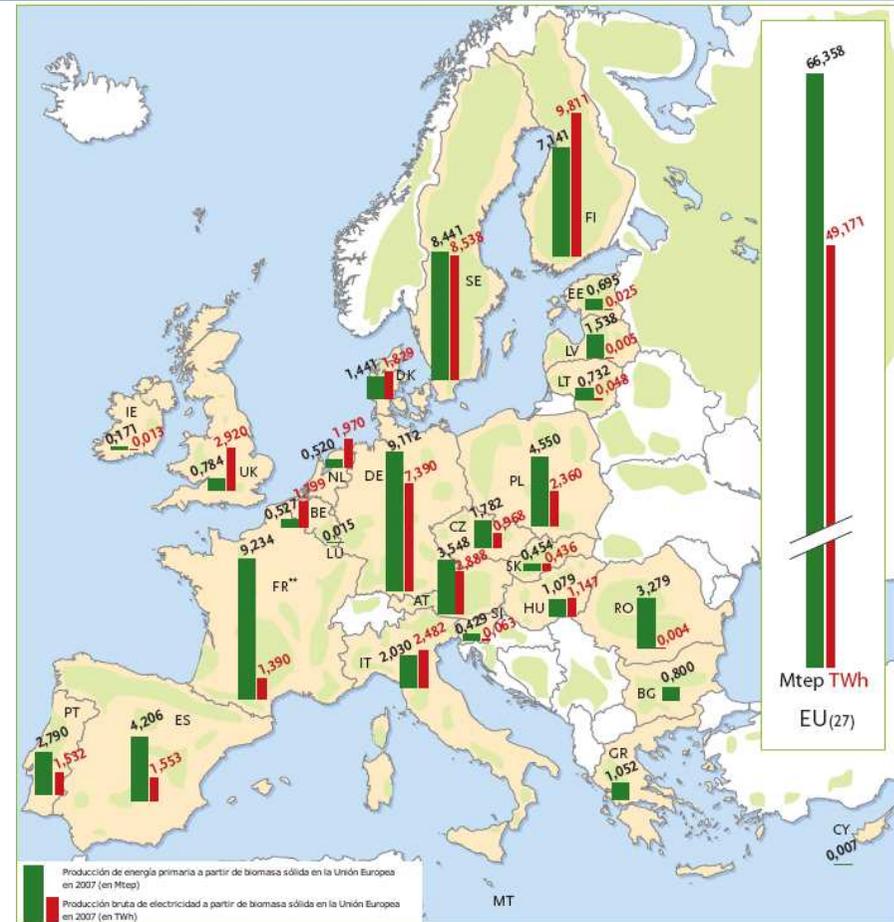


Tabla 4. Consumo de energía primaria a partir de biomasa 2007. Fuente: Wood Energy Barometer (EurObserv'ER).



## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

### 6.4.4. La biomasa en España

En España, los recursos potenciales de biomasa calculados en el Plan de Energías Renovables (PER) se sitúan en torno a los 19.000 ktep, de los cuales, más de 13.000 ktep corresponden a biomasa residual y casi 6.000 ktep a cultivos energéticos.

En la actualidad, la potencia eléctrica instalada en plantas de biomasa es para el año 2007 de 396 MW, con una producción de 1.665 GWh, lo que equivale a 629 ktep, ello supone el 2,6% de la producción eléctrica con energías renovables en España, unido al consumo térmico de la biomasa que se estima en 3.452 ktep, que equivale al 2,9% respecto del total de consumo de energía primaria del conjunto de la nación en el año 2007, que ascendió a 146.646 ktep, incluidas las convencionales.

El PER, aprobado por el Gobierno en agosto de 2005, plantea una serie de soluciones a los problemas que han impedido el desarrollo de la biomasa, con los peores números de cumplimiento del antiguo Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER) de 1999.

Las aplicaciones térmicas son las que dominan claramente el uso de la biomasa, vinculado a sistemas de calefacción y a la generación de agua caliente sanitaria. En el cómputo global del consumo, además del sector doméstico, destacan las industrias de pasta y papel; las de madera, muebles y corcho; y las de alimentación, bebidas y tabaco, que suman el

90% del total. Igualmente, tanto en aplicaciones eléctricas como térmicas los recursos más utilizados son los residuos procedentes de industrias forestales y agrícolas.

El escaso aprovechamiento de los residuos agrícolas y de los cultivos energéticos ha motivado los malos resultados de la biomasa en general.

Andalucía, Galicia y Castilla y León son las Comunidades Autónomas que registran un mayor consumo debido principalmente a la presencia en ellas de empresas que utilizan grandes cantidades de biomasa (por ejemplo, del sector de la celulosa), a la existencia de un sector forestal desarrollado y la diseminación de la población que facilita el uso de la biomasa doméstica.

El PER toma como punto de partida el año 2004 y marca un nuevo crecimiento hasta 2010 de 5.040,3 ktep, de las que 4.457,8 ktep serían para aplicaciones eléctricas y 582,5 ktep térmicas. En el parque eléctrico, se pretende incrementar la potencia del año 2004 (344 MW instalados) en 1.695 MW. Transcurridos 3 años el panorama no es muy esperanzador, con 396 MW instalados a cierre de 2007, muy lejos del objetivo. Como novedad, una parte importante del reparto de potencia se adjudica a la co-combustión (introducción de dos combustibles distintos en la caldera de una central para producción de energía, que en España se enfoca principalmente al uso de biomasa y carbón en centrales térmicas convencionales), una de las muchas innovaciones tecnológicas, logísticas

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

y económicas que el PER quiere impulsar para la consolidación definitiva de la biomasa.

No se deja de apostar tampoco por otras medidas contenidas en el anterior plan, como la potenciación de los cultivos energéticos.

Para poder alcanzar los valores establecidos para la biomasa en el PER, se han analizado las barreras que impiden su desarrollo.

Recursos	TEP objetivo
Residuos forestales	462
Residuos agrícolas leñosos	670
Residuos agrícolas herbáceos	660
Residuos de industrias forestales	670
Residuos de industrias agrícolas	670
Cultivos energéticos	1.908.300
<b>Aplicaciones</b>	
Aplicaciones térmicas	582.514
Aplicaciones eléctricas	4.457.786
<b>TOTALES</b>	
Energía primaria	5.040.300

Tabla 5. Incremento de energía primaria previsto por el PER hasta 2010. Fuente: Plan de Energías Renovables de España 2005-2010.

Estas barreras pueden dividirse en dos grupos: las relacionadas con la fase de producción y las relacionadas con la fase de transformación. De todas ellas cabe destacar algunas, como

- la inexistencia de un mercado desarrollado de logística de biomasa;
- la falta de disponibilidad de biomasa en cantidades, calidades y precios adecuados;
- la falta de normativas
- la competencia con otros combustibles más desarrollados.

Cada barrera fue asociada a una medida, de forma que pudieran solventarse los impedimentos que hasta este momento no habían permitido un desarrollo adecuado de la biomasa. La consolidación de la Comisión Interministerial para el Aprovechamiento Energético de la Biomasa, creada en febrero de 2004, aparece como la primera medida de carácter general con el objetivo de evaluar anualmente todos los aspectos relacionados con el avance o retroceso del sector. Otras medidas a destacar son las mejoras y ayudas para la mecanización de la recogida de la biomasa, el desarrollo normativo y reglamentario de instalaciones de biomasa térmica doméstica, la modificación de la Ley 54/1997 y del RD 661/2007 a fin de dar una retribución adecuada a la producción eléctrica

## **Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa**

con biomasa y la promoción de la tecnología de co-combustión con biomasa en las centrales térmicas de carbón.

Los principales retos que se deben asumir para hacer frente a las fuertes barreras son:

La creación de empresas de logística que lleven a cabo la recogida de la biomasa y los pretratamientos que la habiliten como biocombustible, mediante briquetizado o peletizado, y los canales de distribución y comercialización asociados.

Las mejoras en la mecanización de la recogida, programas de ayudas a la adquisición de maquinaria.

La formalización de contratos tipo para la garantía en el suministro de biomasa procedente de cultivos agrícolas o de gestión de montes de titularidad privada o pública

El desarrollo de la disposición de la Ley 43/2003 de Montes, que permite el aprovechamiento de cantidades concretas, evaluadas y localizadas de esa biomasa y disponer de los sistemas de explotación y logística adecuados para su uso energético.

El Plan Nacional de Investigación Científica (2004-2007) cita textualmente a los cultivos energéticos y los biocombustibles sólidos como áreas de atención prioritaria. En este marco general, dos organismos vinculados al Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

(CIEMAT) son un referente en España de las investigaciones encaminadas a mejorar rentabilidad y rendimiento de las especies productoras de biomasa en cultivos energéticos, así como la obtención de biocombustibles a partir de residuos agroforestales.

El Departamento de Energía de la Biomasa del Centro Nacional de Energías Renovables (CENER), con sede en Sarriguren (Navarra), abarca toda la cadena del aprovechamiento energético de la biomasa incluyendo la viabilidad de cultivos energéticos para la producción de biocombustibles. En la zona conocida como Altos de Lubia, en la provincia de Soria, se encuentra el Centro para el Desarrollo de las Energías Renovables (CEDER) que también desarrolla iniciativas de relieve en el campo de la innovación tecnológica.

El CEDER cuenta con varias líneas de I+D incluyendo los aspectos más relevantes del ciclo de la biomasa como combustible para la producción de energía térmica y eléctrica. Aparte de estudios concretos sobre el recurso, como la posible introducción en el mercado de pelets producidos a partir de biomasa no convencional, el CEDER también desarrolla proyectos en el área de la co-combustión. Además de estos centros de investigación, en España existe un importante elenco de centros de I+D, universidades y grupos de investigación que están realizando una importante labor, siendo pioneros en varios campos de aplicación de las

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

tecnologías de aprovechamiento de la biomasa desde su producción hasta su uso final.

### 6.4.5. Situación en la región de Murcia

Los recursos de biomasa vegetal comprenden una gran variedad de posibilidades potenciales. De acuerdo con las características de la región se analizan los siguientes:

- Residuos forestales
- Residuos agrícolas

#### 6.4.5.1. Residuos forestales

Dentro de la biomasa residual, los residuos forestales se presentan como una importante fuente de recursos. La Comunidad Autónoma de la Región de Murcia en su distribución de la tierra, presenta un 24,32% de superficie de terrenos forestales, siendo la superficie arbolada de 276.894 has, de las cuales un 25% es explotado regularmente.

Estos residuos forestales provienen de tratamientos selvícolas y residuos de corta de pies maderables. Los tratamientos selvícolas son aquellos enfocados al mantenimiento y mejora de las masas forestales y su funcionalidad es diversa, por un lado, tratamientos preventivos contra incendios o fitosanitarios, y por otro la mejora ecológica de coberturas forestales, debiendo aplicarse con una periodicidad de 5 ó 6 años.

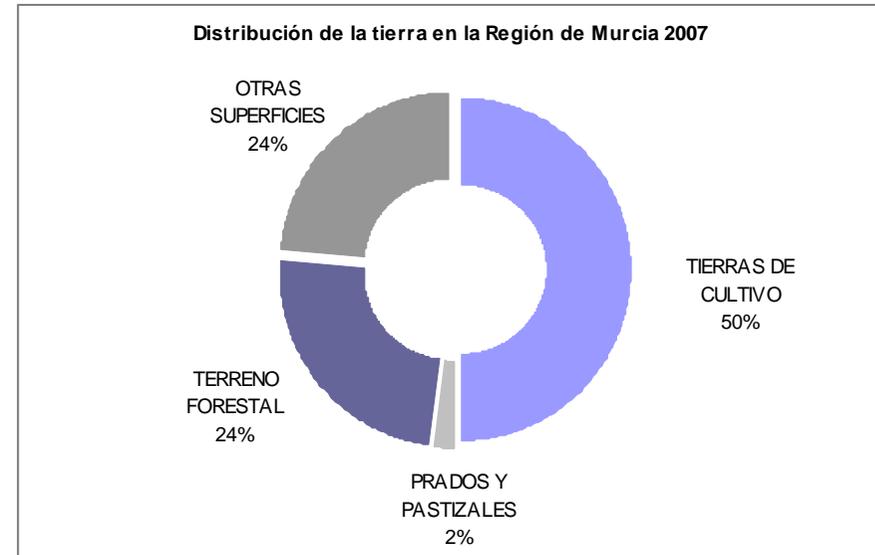


Tabla: Distribución de la tierra en la Región de Murcia año 2007. Fuente: Econet

### Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

	Distribución de la tierra	% sobre el total
<b>TOTAL SUPERFICIES</b>	<b>1.131.398,0</b>	
<b>TIERRAS DE CULTIVO</b>	<b>565.143,0</b>	<b>50,0</b>
Cultivos herbáceos	109.554,0	19,4
Barbechos y otras tierras no ocupadas	244.695,0	43,3
Cultivos leñosos	210.894,0	37,3
<b>PRADOS Y PASTIZALES</b>	<b>21.420,0</b>	<b>1,9</b>
Prados naturales	0,0	0,0
Pastizales	21.420,0	100,0
<b>TERRENO FORESTAL</b>	<b>276.894,0</b>	<b>24,5</b>
Monte maderable	101.562,0	36,7
Monte abierto	70.752,0	25,6
Monte leñoso	104.580,0	37,8

	OTRAS SUPERFICIES	267.941,0	23,7
Erial a pastos	56.354,0		21,0
Espartizal	87.133,0		32,5
Terreno improductivo	36.759,0		13,7
Superficie no agrícola	76.655,0		28,6
Ríos y lagos	11.040,0		4,1

Tabla: Distribución de la tierra en la Región de Murcia año 2007. Fuente: Econet

Todos los residuos generados deben ser eliminados del monte para prevenir los incendios y la propagación de plagas, dos de los factores más importantes en la salud de los bosques.

Los residuos forestales representan un importante potencial energético, sin embargo se presentan una serie de problemas que limitan su valorización energética, entre los que destacan:

- o **Dispersión de los residuos:** los residuos forestales se encuentran esparcidos por una área grande lo que dificulta la rápida recolección, encareciendo su recogida. De hecho, esta es la mayor limitación para su

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

desarrollo, y la mayor barrera que impide que los proyectos tengan un grado importante de viabilidad.

o Gran heterogeneidad: se trata de árboles de pequeñas dimensiones sin interés comercial, ramas de poda, biomasa del estrato arbustivo y de especies arbóreas secundarias, lo que dificulta su tratamiento posterior.

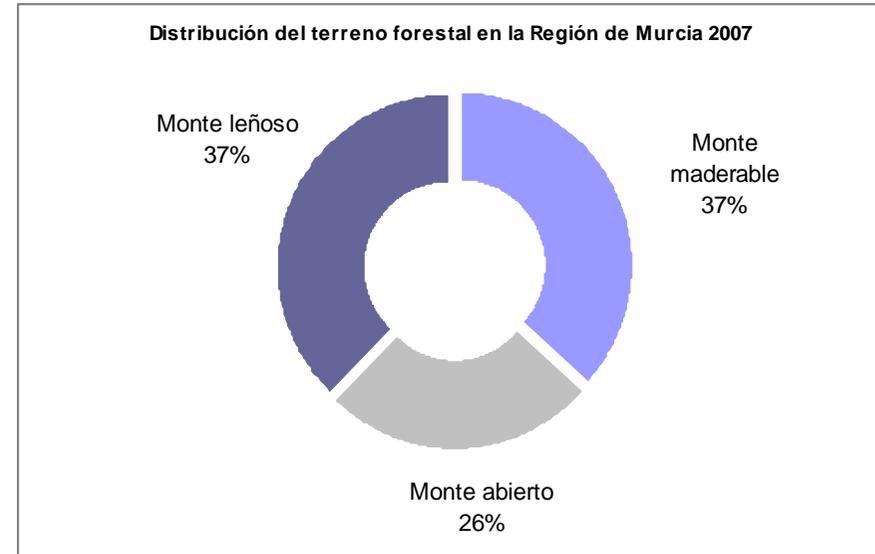
o Baja densidad: lo que exige que se triture o se astillen los residuos para poder transportarlos a coste menor.

o Elevado grado de humedad: por lo que se hace necesario secar estos residuos como actividad previa para su valorización energética.

o Tamaño y granulometría de las piezas de residuo: para su valorización se debe conseguir una homogeneidad en estos aspectos.

o Presencia de productos indeseables: piedras, arena, metales, los cuales pueden dañar la maquinaria de tratamiento de residuos.

La solución a los problemas presentados por los restos forestales pasa por sistemas de mecanización y automatización que permitan economizar en la fase de extracción de la biomasa. Además, la cadena logística de los mismos y su transporte, tiene en sí misma un grado importante de dificultad, requiriendo de una coordinación que únicamente un equipo de gestión adecuado y la utilización de sistemas informáticos puede optimizar.



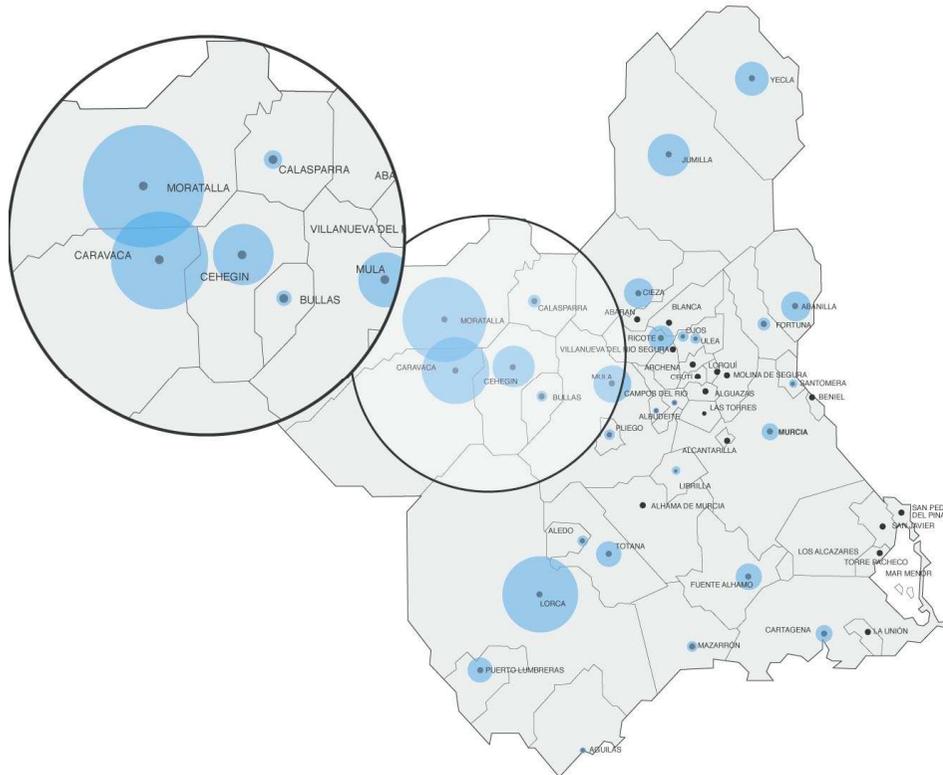
La Región de Murcia tiene 276.894 ha de terrenos forestales, que se distribuyen en monte maderable (101.562 ha), monte abierto (70.752 ha) y monte leñoso (104.580 ha).

La cuantificación de los residuos forestales generados se realiza mediante las siguientes consideraciones: se obtienen 150 Kg/Ha/año, para las podas, y 540 Kg/Ha/año para el fuste y copas. Para valorar el potencial energético de los residuos forestales se debe tener en cuenta la heterogeneidad que presentan, se admite como valor medio un PCI de 3000 Kcal/Kg.

## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

En función de esas premisas, se obtiene el potencial energético en tep/año, y su equivalencia en términos de potencia eléctrica, aproximadamente 10,4 MW, de los que un 40% se concentra en el área de noroeste.

A continuación, se muestra un mapa para las zonas de concentración de estos residuos de biomasa forestal:



Cultivos leñosos	218,8	223,8	221,4	215,3	217,2	211,2	210,9
------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Los residuos agrícolas valorizables admiten una primera clasificación según su procedencia:

- o Podas de cultivos leñosos
- o Restos de cultivos herbáceos

Los residuos agrícolas leñosos proceden principalmente de las podas de olivos, viñedos y frutales, por lo que su producción tiene un cierto carácter estacional. Las partes verdes de estos desechos son aprovechables para alimentación animal, o tras un proceso de secado se utilizan como combustible. La quema de rastrojos es una práctica habitual del ámbito agrícola y se realiza sobre el propio terreno sin ningún tipo de beneficio energético, y además está prohibida por Ley.

Los residuos agrícolas herbáceos derivan de los restos de cultivos agrícolas y son muy diversos en función del tipo de cultivo de que se trate. Los cereales generan pajas que normalmente se quedan en el campo y no son empleadas. Destaca especialmente el maíz, que produce el “zuro”, empleado como combustible o como alimento para animales, y el cañote. Por otro lado, los tallos de las hortalizas que quedan inutilizados una vez agotado el periodo productivo de la planta, también son susceptibles de aprovechamiento energético.



## **Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa**

El uso de la biomasa a nivel colectivo, mediante instalaciones de calefacción centralizada (“district-heating”) en edificios tiene menor mercado en la región, debido a la bonanza climatológica, ya que el número de instalaciones centralizadas en edificios con combustibles tradicionales es muy baja. Por el mismo motivo, la Región de Murcia no es especialmente atractiva para el mercado de las instalaciones de redes de calefacción o “district heating”.

La aplicación de la biomasa en instalaciones de cogeneración tiene un gran campo en la industria, aunque más que la biomasa vegetal suministrada como combustible en forma de briquetas o pellets, la aplicación más usual es la de los residuos generados en la propia industria

Cabe destacar, dentro de las actuaciones llevadas a cabo en la Región para el fomento de la biomasa, las dos iniciativas enmarcadas dentro de los proyectos europeos de fomento de la biomasa Loginwood (enmarcado dentro del Robinwood que se financia con los fondos de INTERREG III-C) y Biotreat ambos canalizados a través de Argem.

El proyecto Loginwood es un proyecto de mejora en la gestión forestal de las áreas boscosas de la Región de Murcia. Se centra especialmente en el desarrollo de una logística eficaz para la recogida, transporte y tratamiento de la biomasa forestal en la zona del noroeste de la Región de Murcia. La finalidad última es la mejora de los tratamientos selváticos conjugada con

la obtención de ingresos derivados de la propia valorización energética de la biomasa, y de esta forma aprovechar el recurso autóctono con la explotación forestal. Este proyecto se ha desarrollado con la participación de Profomur, que es la asociación de propietarios forestales de la Región de Murcia), y con otros participantes de diferentes regiones europeas.

Biotreat es un programa que se centra en la valorización de los residuos de la poda y tratamiento de frutales con importantes recursos presentes especialmente en la mitad septentrional de la Región. La primera parte de este proyecto consistió en una experiencia piloto de recogida, tratamiento, transporte y almacenamiento de 10.000 toneladas anuales de biomasa (residuos leñosos) en el municipio de Cieza durante la campaña 2006-2007. Estos restos de podas procedentes de las fincas agrícolas que, tradicionalmente, se quemaban en las lindes de las mismas fincas se aprovechan como fuente de energía autóctona e inagotable.

El proyecto ha permitido evaluar el potencial de biomasa disponible, así como el coste económico de la misma con el fin de construir una planta de biomasa para la generación de electricidad, cuyo presupuesto es de 20 millones de euros.



## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

### 6.4.7. Barreras.

Las barreras que dificultan la implantación de este tipo de plantas están ligadas a la propia idiosincrasia de la biomasa y se resumen en

- disponibilidad de materia prima
- logística
- la estacionalidad de la producción de la biomasa y la consiguiente necesidad de almacenamiento para garantizar una continuidad en el funcionamiento.
- apuesta de los promotores del sector por esta tecnología
- evacuación en las infraestructuras previstas en dicho horizonte temporal

El ámbito geográfico de influencia de este tipo de centrales es particularmente pequeño, ello implica un incremento notable de los gastos asociados al aprovisionamiento a medida que la biomasa se cultiva u obtiene más lejos de la central. Por tanto, la ubicación de las centrales es un factor estratégico de gran importancia, y una vez instalada es imprescindible asegurar el suministro de biomasa durante el período de vida útil de la central, mediante acuerdos a largo plazo entre los promotores y los suministradores.

### 6.4.8. Medidas.

El logro de los objetivos que el Programa integral de ahorro y eficiencia en la energía plantea para el sector de la biomasa depende en gran parte de las medidas previstas.

- La capacidad de evacuación de las infraestructuras eléctricas es un tema que debe ser estudiado con anticipación a la instalación de las nuevas plantas. Las compañías distribuidoras deben posibilitar y facilitar la evacuación de energía en concordancia con las políticas energéticas del Gobierno Regional.
- Respecto a la disponibilidad de materia prima, es deseable el principio de autosuficiencia respaldado por los órganos de gobierno, tanto locales como autonómicos, de forma que constituye un dinamizador económico que beneficie al sector energético y al sector agrícola y forestal, contando para ello con políticas de ordenación de los recursos agrarios. Asimismo, el entendimiento entre productores y promotores debe generar un marco de estabilidad en los precios que garantice los suministros a largo plazo.
- Una de las medidas de activación del Gobierno Regional para el fomento de la biomasa puede materializarse en incentivos a los productores que decidan sustituir su producción actual por cultivos



## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

### 6.4.9. Objetivos.

Los objetivos planteados en el área de la biomasa para la Región de Murcia son modestos, dado que no existen ni infraestructuras ni potencial de grandes aplicaciones en el terciario o en el ámbito doméstico.

- energéticos, siempre y cuando se mantenga el equilibrio productivo de los cultivos tradicionales y específicos de la Comunidad. Este hecho se puede aplicar en tierras de retirada y deben ser compatibles con la escasez de agua endémica de la Región. Su aplicación contribuirá igualmente a frenar la desertización y la mayor aridez del clima.
- El Gobierno Regional puede actuar también mediante la participación en algunas de las fases del ciclo o en todas, vendiendo o cediendo la participación una vez conseguidos los objetivos.
  - Igualmente la participación en mesas intersectoriales orientadas a la consecución de acuerdos entre los diferentes agentes, puede resultar fructífero y permitirá a la administración dilucidar los incentivos más adecuados mediante ayudas, subvenciones o desgravaciones fiscales.
  - El desarrollo de la biomasa puede y debe constituir una línea de investigación para la obtención de cultivos con mayores poderes caloríficos de los actuales, o el estudio del ritmo de crecimiento de dichos cultivos.

Biomasa térmica	Año 2007	Año 2016
	ktep	ktep
TOTAL	67	44

Sin embargo, si que se prevé el paso de parte de la biomasa utilizada con fines térmicos en instalaciones de bajo rendimiento a instalaciones de uso eléctrico, con un aporte final en biomasa inferior al estimado actualmente por el rendimiento de la transformación energética.

Zona biomasa eléctrica	Año 2007		Año 2016	
	Pot (MW)	ktep	Pot (MW)	ktep
Zona I	-	-	-	-
Zona II	-	-	10	6
Zona III	-	-	-	-
Zona IV	-	-	-	-
TOTAL	-	-	10	6



## Capítulo 6. Las Energías Renovables. Energía de la Biomasa

### 6.4.10. Inversiones asociadas

Las inversiones asociadas se estiman entre 2,5 y 3 M€ por MW instalado, lo que implica un montante de entre 25 y 30 millones de euros en la zona II, más los beneficios reportados por el propio comercio y explotación de la biomasa residual y la gestión de los recursos asociados.

Zona eólica	Incremento Potencia	Inversiones asociadas
	Pot (MW)	M€
Zona I	-	-
Zona II	10	28
Zona III	-	
Zona IV	-	
TOTAL	10	28

### 6.4.11. Emisiones evitadas.

Si consideramos una media de funcionamiento de 6.000 h/año, las emisiones por MW instalado y hora evitadas son 157 kCO<sub>2</sub>/MW.

Zona eólica	Potencia total	Emisiones evitadas
	Pot (MW)	t <sub>CO2</sub>
Zona I	-	-
Zona II	10	9.420
Zona III	-	
Zona IV	-	
TOTAL	10	9.420

### 6.4.12. Referencias

- [1] Secretaría General de la Energía y Recursos Minerales. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- [2] Biomasa. Manuales de Energías Renovables
- [3] AENOR Ediciones. Norma UNE 164001 EX. Biocombustibles sólidos: método para la determinación del poder calorífico. Elaboración y comentarios a la norma. 2005.
- [4] IDAE. Memoria anual 2005. Madrid.
- [5] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Plan de Energías Renovables en España 2005-2010. 2005.
- [6] José Ignacio Pérez Arriaga. Libro Blanco sobre la reforma del marco regulatorio de la generación eléctrica en España. 2005.
- [7] Barómetros sobre energías renovables de EurObserv'ER.
- [8] Leach, Gerald and Marcia Gowen (1987). "Household energy handbook, an interim guide and reference anual". World Bank Technical Paper 67, World Bank, Washington, SA
- [9] RWEDP (2002). "Wood energy basics". Regional Wood Energy Development. rogramme in Asia, Bangkok
- [10] Biomasa y olivar. Cuadernos La Tierra. Agroenergéticos, nº53.