DOCUMENTOS DE TRABAJO

LA BIOMASA EN ESPAÑA: UNA FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE CON GRAN FUTURO

Emilio Cerdá Tena

DT 01/2012

www.fundacionideas.es

fundación ideas

Emilio Cerdá Tena es director de la Cátedra de energías renovables y cambio climático de la Fundación IDEAS. Doctor en Ciencias Matemáticas por la Universidad Complutense de Madrid (UCM), es desde 1992 catedrático de Fundamentos del análisis económico en la UCM. Es responsable del grupo de investigación en Economía de los recursos naturales y ambientales de la UCM. Sus ámbitos de especialidad y de investigación son la Economía de los recursos naturales y ambientales, Economía del cambio climático y la Investigación operativa.

Agradecimientos:
El autor agradece los comentarios y aportaciones de Casilda Cabrerizo Sanz, ayudante de investigación de la Fundación IDEAS y de Gustavo Nombela Merchán, responsable del Área de economía, sostenibilidad y bienestar de la Fundación IDEAS.

Publicaciones de la Fundación IDEAS

Informes: son análisis de mayor extensión llevados a cabo por equipos de científicos y expertos en los que la Fundación IDEAS refleja su posición.

Documentos de Trabajo: son análisis más breves llevados a cabo por equipos de científicos y expertos en los que la Fundación IDEAS refleja su posición.

Documentos de Debate: son documentos elaborados por científicos y expertos de la Fundación IDEAS y colaboradores externos que no necesariamente reflejan las posiciones de la Fundación.

Documentos de Análisis Político: son documentos que marcan el posicionamiento político de la Fundación IDEAS en asuntos relevantes de la agenda política.

Artículos de Análisis y Opinión: son artículos de opinión donde el autor libremente expone sus puntos de vista sobre un asunto concreto, sin reflejar las posiciones de la Fundación.

Editado por Fundación IDEAS
c/ Gobelas 31, 28023 Madrid
Telf. +34 915 820 091
Fax. +34 915 820 090
www.fundacionideas.es

ISBN: 978-84-15018-98-8
Depósito legal: M-4901-2012

fundación ideas

Abstract

El presente documento se centra fundamentalmente en analizar la situación de la biomasa sólida en España, en el marco de la Unión Europea, estudiar los aspectos más importantes relacionados con este tipo de recurso energético y evaluar su potencial futuro. Actualmente, a nivel mundial, es el recurso renovable que más se utiliza, tanto en términos de energía primaria como en términos de energía final, y una de las fuentes energéticas renovables con mayor potencial de crecimiento durante las próximas décadas.

En España, sin embargo, el desarrollo de la biomasa se encuentra en una situación de retraso con respecto a otros países de su entorno, lo que contrasta fuertemente con la existencia de abundantes recursos primarios en el país, donde existe un gran potencial por aprovechar en residuos forestales y agrícolas, y también en cultivos energéticos. Hay diversas razones que explican ese menor desarrollo, las cuales se han identificado en este trabajo como barreras. A la vista de las ventajas de tipo económico, ambiental y social que puede aportar la biomasa, parece lógico tratar de impulsar su desarrollo en nuestro país con medidas de apoyo y con políticas coherentes que permitan eliminar dichas barreras. Con ese objetivo, el autor plantea una serie de propuestas o recomendaciones.

Siglas y unidades de medida

FER	Fuentes de energía renovable
IDAE	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
IPCC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
PER	Plan de Energías Renovables
UE	Unión Europea
ktep	Mil tep
kWh	Kilovatio hora
Mtep	Millones de tep
MW	Megavatios
MWh	Megavatios hora
tep	Tonelada equivalente de petróleo
TWh	Teravatios hora

Índice

Resumen ejecutivo 7

1. Introducción 11

2. Concepto de biomasa y aspectos técnicos 13
    2.1 Tipos de biomasa 13
    2.2 Usos de la biomasa 17
    2.3 Tecnologías para el futuro de la biomasa 19
    2.4 Torrefacción 21

3. Situación de la biomasa a nivel internacional 23

4. Situación de la biomasa en España 29
    4.1 Fomento y evolución real de la biomasa en España 34

5. Ventajas de la biomasa 40
    5.1 Ventajas económicas 40
    5.2 Ventajas medioambientales 44
    5.3 Ventajas sociales 49

6. Barreras y dificultades 50
    6.1 En el ámbito internacional 50
    6.2 En el ámbito de España 51

7. Propuestas para el desarrollo de la biomasa 54

Referencias 59
Anexo 62

Resumen ejecutivo

- La biomasa es una de las fuentes energéticas renovables con mayor potencial de crecimiento durante las próximas décadas. En todo el mundo, la aportación actual de la biomasa (utilizando una definición amplia que incluye todas las fuentes de bioenergía y también los usos tradicionales no eficientes) se sitúa en torno al 10% del total de producción de energía. De acuerdo con previsiones establecidas por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), a lo largo del siglo XXI la biomasa va a desempeñar un papel fundamental en el abastecimiento energético con recursos renovables y su cuota de participación en la producción mundial de energía debería estar entre el 25% y el 46%.

- El presente documento se centra fundamentalmente en analizar la situación de la biomasa sólida en España, en el marco de la Unión Europea (UE), estudiar los aspectos más importantes relacionados con este tipo de recurso energético y evaluar su potencial futuro. La biomasa sólida es la que se obtiene a partir de residuos forestales, residuos agrícolas leñosos y herbáceos, residuos de industrias forestales y agrícolas, y cultivos energéticos (especies vegetales destinadas específicamente a la producción de biomasa para uso energético).

- La energía producida con biomasa sólida puede utilizarse para calefacción, refrigeración y producción de agua caliente en el sector doméstico, calor para procesos industriales y generación de electricidad. En el año 2010, el 83,2% de la producción de energía primaria (en tep) a partir de biomasa sólida en el conjunto de países de la UE correspondió a aplicaciones térmicas, y el 16,8% a aplicaciones eléctricas.

- Tanto a nivel mundial, como a nivel de UE, como a nivel de España, el recurso renovable que más se utiliza, tanto en términos de energía primaria como en términos de energía final es, con bastante diferencia, la bioenergía y, dentro de ella, la biomasa sólida.

- España ocupaba en 2010 el sexto lugar en la UE en cuanto a producción de energía primaria a partir de biomasa sólida, por detrás de Alemania, Francia, Suecia, Finlandia y Polonia. Sin embargo, si se mide la producción por habitante, nuestro país ocupa el lugar 18 con una tasa de 0,103 tep/hab que está por debajo de la media de la UE (0,158), y muy lejos del mejor país europeo (Finlandia, con una tasa de 1,435 tep/hab). En cuanto a producción bruta de electricidad con biomasa sólida, España ocupaba el puesto número 10 en la UE en el año 2010.

- Esta situación de retraso de España en cuanto al desarrollo de la biomasa contrasta fuertemente con la existencia de abundantes recursos primarios en nuestro país, donde existe un gran potencial por aprovechar en residuos forestales y agrícolas, y también en cultivos energéticos. Según el Informe de Sostenibilidad Ambiental del Plan de Energías Renovables 2011-2020, la biomasa sólida potencial disponible de origen no industrial (en toneladas/año) es del orden de 11 veces la que se utilizó en el año 2006.

Ventajas de la biomasa como fuente energética renovable

- Algunos de los elementos positivos que aporta la biomasa son compartidos con otras fuentes de energía renovable, como son, por ejemplo, la seguridad de suministro o la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, la biomasa tiene otras ventajas específicas, como el potencial de creación de empleo, el desarrollo económico de zonas rurales o la disminución de riesgo de incendios forestales.

- Además, existe un potencial significativo en cuanto a la reducción total de los costes de producción de energía a partir de biomasa, que se estima entre un 15% y un 40% del coste actual para el año 2020, lo que prueba que es todavía una tecnología con importante margen de mejora de su competitividad, más que una tecnología madura.

Barreras que frenan el desarrollo de la biomasa

- Hay barreras relacionadas con la financiación externa, que supone para los proyectos de biomasa el pago de mayores tipos de interés en comparación con otras tecnologías consideradas de menor riesgo. Si bien este problema se comparte con otras tecnologías renovables que se hallan en fase incipiente, el diferencial de

tipos no está justificado cuando se analiza el grado de desarrollo de la biomasa en otros países. Por otro lado, hay que señalar que los apoyos económicos recibidos desde el sector público para contribuir al desarrollo de la biomasa son menores, en algunos casos, a las ayudas recibidas por los propios combustibles fósiles.

- Un segundo grupo de barreras están vinculadas a la gestión administrativa de los proyectos de biomasa, que exigen una elevada burocracia en la tramitación de permisos para poner en marcha nuevos proyectos. A ello se une la disparidad de normativas según comunidades autónomas, ya que las competencias administrativas se sitúan principalmente en los ámbitos regional y local.

- Por otra parte, hay que buscar razones que frenan un mayor desarrollo de la biomasa en España en los problemas para la movilización de los recursos, tanto forestales como agrícolas. Esto se debe tanto a la propia estructura de la propiedad de los montes como a sus características físicas; o a cuestiones normativas como la falta de un marco legislativo homogéneo, o la falta de medidas de apoyo para impulsar los cultivos energéticos.

Propuestas para potenciar la biomasa en España

- A la vista de las ventajas que puede aportar la biomasa en nuestro país, parece lógico tratar de impulsar su desarrollo con medidas de apoyo y con políticas coherentes que permitan eliminar las barreras identificadas. Con este objetivo, en este documento se plantean las siguientes propuestas:

    1. Elaborar un Plan de Acción sobre la biomasa para España.

    2. Simplificar los procedimientos administrativos, mejorando la coordinación entre las diferentes administraciones públicas y facilitando las conexiones a la red eléctrica.

    3. 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.

    4. 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.

5. Asegurar que el marco retributivo para las instalaciones de producción de energía eléctrica con biomasa permitan la viabilidad económica de los proyectos y su financiación.

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 incorporación de calderas de biomasa en edificios dependientes de la Administración y la instalación de redes de calefacción centralizada (*district heating*) abastecidas mediante biomasa, especialmente para nuevos desarrollos urbanísticos.

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. Incluir los recursos que constituyen la biomasa sólida en el listado de productos protegidos con la aplicación del IVA reducido del 8%.

10. Promover el establecimiento de cadenas estables de abastecimiento de biomasa para energía.

1
Introducción

La biomasa es una de las fuentes de energía renovable con mayor presencia actual y potencial de desarrollo futuro, pero es relativamente poco conocida por los ciudadanos en comparación con otras fuentes renovables como la eólica o la solar. Sin embargo, ya en el año 2006, la contribución a la producción total de energía de la biomasa a nivel mundial suponía un 10,1%, si bien ese dato incluye los usos tradicionales poco eficientes que, como veremos en este documento, no constituyen el principal potencial de la biomasa. A lo largo del siglo XXI, las previsiones para esta tecnología del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) indican que la bioenergía en su conjunto puede llegar a alcanzar una cuota de participación en la producción mundial de energía de entre el 25% y el 46%.

En una evaluación del potencial de las distintas fuentes que recoge el Plan de Energías Renovables (PER) 2011-2020 para España, Jiménez-Larrea (2010) señala que:

> *"El gran reto al que se enfrentará el nuevo PER es el papel que la biomasa (sólida) deberá jugar en el abastecimiento con recursos renovables. La evolución de la biomasa en el PER actualmente vigente ha puesto en evidencia grandes problemas a los que el próximo PER deberá dar solución. La estrategia en el caso de la biomasa pasa por establecer las condiciones adecuadas para el desarrollo de un mercado maduro de biomasa con producción estable, red logística de producción y distribución desarrollada, estructura normativa, precios referenciados y vínculos comerciales nacionales e internacionales. Será fundamental el desarrollo de nuevos recursos agroforestales mediante la puesta en producción y reforestación de terrenos agrícolas abandonados o en vías de abandono, así como el fomento de los órganos de coordinación entre los distintos departamentos de las administraciones públicas implicados y el desarrollo de instrumentos financieros".*

El papel de la bioenergía en el futuro modelo energético, tanto a nivel internacional como a nivel nacional, parece evidente que va a ser muy destacado. Pero, a pesar del gran potencial de la biomasa –que no solamente incluye los aspectos puramente energéticos, sino que aporta ventajas en otras múltiples dimensiones– la introducción de esta fuente dentro del panorama de energías renovables no está exenta de dificultades.

Este trabajo, realizado en el marco de la Cátedra de energías renovables y cambio climático de la Fundación IDEAS, trata de realizar una aportación al conocimiento de la biomasa por parte de la sociedad española y los responsables de la toma de decisiones. Se trata de una nueva muestra de la apuesta que, desde la Fundación, se realiza al desarrollo de las fuentes de energías limpias y renovables en general, y a la biomasa en particular. Prueba de ello es que este documento viene a unirse a una serie de publicaciones anteriores que ya han abordado estas cuestiones, como el informe *Un nuevo modelo energético para España* (2009), o el Documento de debate de Guerrero *et al.* (2010) *Biocombustibles líquidos: situación actual y oportunidades de futuro para España*[1].

El presente documento se centra fundamentalmente en la biomasa sólida, aunque en algunos apartados se hace también referencia a otras fuentes de bioenergía como el biogás. El objetivo principal que persigue es realizar un análisis exhaustivo de la situación de la biomasa en España y llevar a cabo una evaluación de su desarrollo potencial en el futuro, dentro del cambio de modelo energético que debe abordar nuestro país.

Para ello, el apartado 2 define los principales conceptos relativos a la biomasa, para identificar claramente en qué consiste esta fuente de energía y qué usos y aplicaciones tiene. En el apartado 3 se lleva a cabo un diagnóstico de la situación de la biomasa como tecnología para la generación de energía a nivel internacional, mientras que el apartado 4 persigue ese mismo objetivo a nivel de España. Los apartados 5 y 6 abordan respectivamente el estudio de las principales ventajas y barreras de la biomasa para poder alcanzar un mayor desarrollo. Finalmente, el apartado 7 recoge una serie de propuestas concretas que favorecerían un crecimiento de la cuota de la biomasa sólida en el *mix* de producción de energía en nuestro país.

1 Para acceder a estos y otros informes y documentos www.fundacionideas.es

2

Concepto de biomasa y aspectos técnicos

La definición de biomasa que se utiliza en las directivas de la UE es la siguiente:

> *"Biomasa es la fracción biodegradable de productos, deshechos y residuos de la agricultura (incluyendo substancias vegetales y animales), silvicultura e industrias relacionadas, así como la fracción biodegradable de los residuos municipales e industriales".*

Esta definición tiene un carácter muy amplio, ya que dentro de ella se engloba una diversidad de fuentes energéticas que comparten determinadas características, pero que difieren entre sí en cuanto a las tecnologías para su obtención y aplicación para la producción energética.

Nuestro análisis se centrará en lo que se conoce como "biomasa sólida", por lo que antes de comenzar su estudio resulta conveniente concretar qué tipos de biomasas existen y cuáles son sus usos.

2.1 Tipos de biomasa

El observatorio que realiza el mejor seguimiento de la situación de las energías renovables en Europa (Eurobserv´ER Barometer) distingue dentro de la bioenergía, o biomasa en sentido amplio, cuatro fuentes energéticas diferentes: (1) biomasa sólida, (2) biogás, (3) fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos y (4) biocarburantes.

De acuerdo con Cerdá, Caparrós y Ovando (2008), la definición exacta de estas cuatro fuentes energéticas que constituyen lo que conocemos como biomasa en sentido amplio, es la siguiente:

1. **Biomasa sólida:** aprovechamiento térmico o eléctrico de la materia orgánica de origen vegetal o animal (excluyendo aquellos usos que se definen en las siguientes categorías). Dependiendo del origen y composición de cada uno de los materiales y residuos utilizados, la biomasa sólida se divide en:

    a) Primaria: formada por cultivos energéticos, que son cultivos de especies vegetales destinados específicamente a la producción de biomasa para uso energético. Entre las especies agrícolas para producción de biomasa lignocelulósica podemos citar el cardo, el sorgo, la *brassica carinata* o la colza etíope, entre otras. Entre las especies forestales leñosas se pueden citar, entre otras, el chopo, el sauce, el eucalipto o la *paulownia.*

    b) Residual o secundaria: residuos forestales (como los generados en operaciones de limpieza o poda), residuos agrícolas leñosos (como podas de olivos, viñedos y frutales), residuos agrícolas herbáceos (como la paja de cereales de invierno o el cañote del maíz), residuos de industrias forestales y agrícolas (astillas, cortezas, serrín, huesos de aceitunas, cáscaras de frutos secos, cascarilla de arroz etc.).

2. **Biogás:** se denomina “metanización” al proceso de fermentación anaeróbica de los componentes orgánicos de los residuos. Dicha fermentación se produce por bacterias que se desarrollan en ambientes carentes de oxígeno. Durante el proceso de transformación de la materia orgánica, llamado digestión, dichas bacterias producen un gas denominado por su origen “biogás”.

    El biogás puede proceder de la metanización natural de los residuos sólidos urbanos depositados en los vertederos (desgasificación) o puede producirse en digestores anaerobios (metanización voluntaria). La digestión anaerobia puede aplicarse a excedentes de cosechas, cultivos energéticos, residuos agrícolas, residuos ganaderos, lodos procedentes de depuradoras de aguas residuales o efluentes industriales. Estos residuos se pueden tratar de forma independiente o conjunta (codigestión). El biogás resultante de aguas residuales urbanas y efluentes industriales generalmente se produce en las

mismas plantas depuradoras. Los residuos agrícolas y ganaderos pueden ser tratados en pequeñas plantas de biogás a nivel de granja o grupo de granjas[2].

En cuanto a sus usos, el biogás puede destinarse a la generación de calor y electricidad en una caldera, generación de electricidad en motores y turbinas, pilas de combustible previa realización de una limpieza de H_2S y otros contaminantes de las membranas, introducción en una red de transporte de gas natural previa purificación y agregación de los aditivos necesarios, material de base para la síntesis de productos de elevado valor añadido como el metanol o el gas natural licuado, e incluso como combustible de automoción (IDAE, 2007b)[3].

3. **Fracción Orgánica de Residuos Sólidos Urbanos (FORSU).** La Directiva 2008/98/CE incluye como biorresiduos los residuos orgánicos procedentes de jardines y parques, los residuos procedentes de las cocinas y de los alimentos de los hogares, bares, restaurantes, proveedores y redes de distribución de alimentos y residuos procedentes de las plantas de tratamiento de los alimentos. Su transformación en energía se realiza por incineración.

   La Directiva de la Unión Europea 2006/12/EC sobre residuos define una jerarquía en la gestión de residuos sólidos urbanos en el siguiente orden de prioridad: 1) prevención o reducción de producción de residuos; 2) recuperación de residuos por medio del reciclaje, la reutilización y la recolección o cualquier otro proceso que permita extraer materias primas secundarias; 3) uso de residuos como fuente de energía; 4) vertido de residuos.

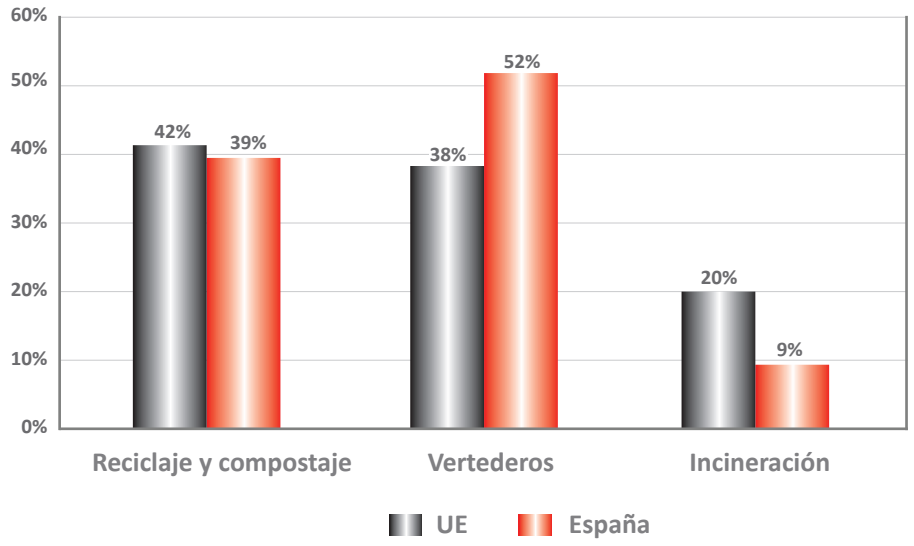
   La valorización energética de los residuos sólidos urbanos reduce las emisiones de gases de efecto invernadero por dos vías: mediante la generación de energía térmica y eléctrica en sustitución de combustibles fósiles y evitando emisiones de metano en vertederos.

   La distribución según destino de los residuos sólidos urbanos en Europa y en España en el año 2009 se muestra en el Gráfico 1.

2 La composición del biogás, dependiendo del sustrato y del tipo de tecnología utilizada, puede ser la siguiente: 50%-70% de metano (CH_4), 30%-40% de anhídrido carbónico (CO_2) y una cantidad inferior al 5% de hidrógeno (H_2), ácido sulfhídrico (H_2S) y otros gases.

3 Según el CIEMAT, un m^3 de biogás (70% de CH_4 + 30% de CO_2) tiene un poder calorífico aproximado de 6.000 kcal y tiene la siguiente equivalencia con otras fuentes de energía: 0,8 litros de gasolina, 0,6 m^3 de gas natural, 6,9 kWh de electricidad, 1,5 kg de madera, 0,71 litros de fuel-oil, 0,3 kg de carbón, 1,2 litros de alcohol combustible.

Gráfico 1. Destino de los residuos sólidos urbanos (2009)



Fuente: AEBIOM, 2011b

Hay que señalar que no todos los residuos que se incineran permiten la recuperación de energía. Aunque hoy día la mayor parte de las plantas de incineración de residuos recuperan la energía procedente de la incineración, no todas lo hacen. De hecho, al referirse a los posibles destinos de los residuos sólidos urbanos, algunos trabajos distinguen entre incineración con recuperación de energía e incineración sin recuperación.

Según Eurobserv´ER, la producción de energía primaria procedente de la incineración de residuos sólidos urbanos en la UE en el año 2009 fue de 7,7 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep), un 3,3% más que en 2008. El *ranking* de países productores de este tipo de energía renovable en la UE está encabezado por Alemania y Francia, ocupando España el puesto número 8 (el 13 si se refiere a producción per cápita).

4. **Biocarburantes.** Se denominan biocarburantes a los combustibles líquidos de origen biológico que por sus características físico-químicas resultan adecuados para sustituir a la gasolina o al gasóleo, bien sea de manera total, en mezcla con estos últimos o como aditivo.

Los biocarburantes más utilizados en la actualidad son el bioetanol, que sustituye a la gasolina, y el biodiésel, que sustituye al gasóleo. El bioetanol se

obtiene mediante la fermentación de los azúcares presentes en plantas como la caña de azúcar o la remolacha, o mediante la hidrólisis y la fermentación del almidón obtenido del maíz y otros cereales. El biodiésel se obtiene tras someter a los aceites vegetales (soja, palma, girasol o colza, principalmente) a un proceso industrial de transesterificación. La mayor parte del biodiésel y cerca de un 80% del bioetanol producidos en el mundo se utilizan como combustibles para transporte. El resto sirve como insumo en la fabricación de bebidas alcohólicas y en otras industrias como la farmacéutica.

2.2 Usos de la biomasa

La energía producida con biomasa sólida puede usarse para calefacción, refrigeración y producción de agua caliente en el sector doméstico (viviendas unifamiliares, comunidades de vecinos, barrios o municipios enteros), calor para procesos industriales y generación de electricidad. En resumen, todo el conjunto de fuentes energéticas que comprende la biomasa puede tener tanto aplicaciones térmicas como eléctricas.

2.2.1 Aplicaciones térmicas

De acuerdo con IDAE (2007a), la producción térmica sigue una escala de usos que comenzaría con las calderas o estufas individuales utilizadas tradicionalmente en los hogares. En un segundo escalón se sitúan las calderas diseñadas para un bloque o edificio de viviendas, equiparables en su funcionamiento a las calderas habituales de gasóleo C o gas natural, que proveen a las viviendas de calefacción y agua caliente. En un tercer escalón aparecen las redes de calefacción centralizada (*district heating*), muy extendidas en el norte y centro de Europa. La red de calor y agua caliente llega no solo a viviendas y urbanizaciones, sino también a edificios públicos, centros deportivos, complejos comerciales e incluso industrias. Estas centrales térmicas requieren instalaciones exclusivas, debido al mayor tamaño tanto de las calderas como de los silos de almacenamiento. Estas instalaciones también permiten la distribución de frío para la climatización de viviendas y otros edificios en verano.

Asimismo, en algunos casos también pueden cubrirse las necesidades térmicas de ciertas industrias con calderas de biomasa. Las industrias agroforestales normalmente aprovechan sus residuos para la producción de calor y, en ocasiones, se acompaña de producción eléctrica (cogeneración con biomasa).

Según los datos más recientes de biomasa sólida del Eurobserv´ER, la producción de energía primaria a partir de biomasa sólida en el conjunto de la UE en el año 2010

fue de 79,3 Mtep[4] (un 8% más que en 2009), de los cuales un 83,2% correspondieron a aplicaciones térmicas. Las redes de calefacción centralizada (*district heating*) consumieron en 2010 el 10,2% de la energía dedicada a usos térmicos en la UE, estando muy desarrolladas en Suecia, Finlandia, Dinamarca, Austria, Alemania y Polonia.

2.2.2 Aplicaciones eléctricas

La producción de electricidad a partir de biomasa precisa de sistemas complejos dado el bajo poder calórico de esta fuente energética, su alto porcentaje de humedad y su gran contenido de volátiles. Para ello se necesitan centrales específicas con grandes calderas, con volúmenes de hogar mayores que si utilizaran combustibles convencionales, que conllevan inversiones elevadas y reducen su rendimiento. Todo ello, unido a la dificultad de aprovisionamiento de la biomasa, hace que tenga menor peso la biomasa eléctrica que la biomasa para usos térmicos en el cómputo global de esta energía.

No obstante, la aplicación eléctrica de la biomasa sólida contribuye a la estabilidad de la red de distribución, dada su capacidad para proporcionar al sistema eléctrico garantía de suministro a cualquier hora del día, independientemente de las diferentes condiciones meteorológicas (sol, viento o lluvia). Se trata, por tanto, de una energía renovable con un carácter gestionable, lo que la distingue de otras fuentes renovables.

En general, para cualquier combustible, la generación de electricidad típicamente tiene una eficiencia de conversión directa del 35%, lo cual significa que el 35% del contenido en energía primaria se convierte en electricidad (energía final). La producción de calor tiene una eficiencia de conversión directa del 85%. Una planta de cogeneración genera a la vez calor y electricidad (por cada unidad de electricidad da dos unidades de calor). La cogeneración con biomasa permite acercar la generación eléctrica y térmica a los centros de producción, reduciendo pérdidas de transporte y evitando la construcción de nuevas plantas de energía convencional que suministren esa demanda eléctrica y térmica (APPA, 2010).

Según los datos más recientes de Eurobserv´ER, la producción bruta de electricidad a partir de biomasa sólida en la UE en el año 2010 fue de 67 Twh, de los cuales un 63,6% fueron producidos en centrales de cogeneración. En Suecia, Polonia y Dinamarca toda la energía eléctrica producida a partir de biomasa sólida procede de plantas de cogeneración. En Finlandia la cogeneración supone el 90% de la generación eléctrica por biomasa sólida.

4 Millones de toneladas equivalentes de petróleo.

2.3 Tecnologías para el futuro de la biomasa

Al menos a nivel de la Unión Europea, las vías para incrementar la biomasa como un medio para generar electricidad y calor son las siguientes (European Climate Foundation, 2010):

1. Co-combustión a partir de las centrales eléctricas alimentadas por carbón.
2. Construcción de nuevas plantas de biomasa para generación de electricidad o cogeneración (a la vez calor y electricidad).
3. Conversión de aplicaciones de producción de calor a nivel residencial y a nivel industrial alimentadas por carbón, petróleo o gas a unidades alimentadas por biomasa.

Co-combustión y conversión

Se trata de que plantas de generación de electricidad y/o calor alimentadas por carbón utilicen determinado porcentaje de biomasa. Tal porcentaje depende de las alteraciones que las empresas estén dispuestas a acometer para sus plantas y de las pérdidas de eficiencia que estén dispuestas a aceptar, variando las condiciones de una planta a otra. De acuerdo con los puntos de vista más aceptados por la industria:

- Es posible utilizar hasta un 5% de biomasa (en unidades energéticas) en prácticamente todas las plantas de carbón, sin pérdidas de eficiencia y sin apenas necesidad de inversiones adicionales.
- En la mayor parte de las plantas con edad inferior a los 30 años es posible utilizar entre el 5% y el 15% de biomasa, lo cual requiere modernizar elementos del equipo de la planta, tales como sistemas de almacenaje, sistema de alimentación, trituradoras, quemadores, sopladores de aire o equipos de limpieza.
- En algunas plantas de la UE se utiliza biomasa en un porcentaje del 30% al 50% en co-combustión, con el mismo tipo de alteraciones del apartado anterior, pero con mayores exigencias en cuanto a la calidad y consistencia de la materia prima biomasa.

- La conversión total de una planta de carbón a otra de biomasa requiere cambiar partes de la caldera o la caldera al completo.

El potencial en cuanto a co-combustión es bastante similar para plantas de carbón (duro) y plantas de lignito, pero en el primer caso se requiere generalmente biomasa de calidad alta, mientras que en el segundo se pueden utilizar combustibles de diferentes tipos como astillas y paja (European Climate Foundation, 2010).

En muchos casos, además de las restricciones señaladas en cuanto a combustión, hay restricciones logísticas, debido a que la biomasa tiene menor densidad energética que el carbón y a que se necesitan volúmenes grandes de combustible.

La inversión adicional necesaria para modificar una planta de carbón de manera que pase a ser de co-combustión con biomasa (en porcentaje del 5% al 15%) es de 5 a 10 euros por MWh (400 a 700 euros por kWe). Mayor es el impacto en el coste de combustible de mejor calidad (a mayor calidad del combustible, menor la modificación necesaria en la planta). Se espera que tanto los costes de capital como los costes de operación vayan disminuyendo en el tiempo a consecuencia de la mayor calidad del combustible, costes de modificación más bajos y mayor experiencia.

Nuevas plantas de biomasa

Como se ha comentado anteriormente, en general, para cualquier combustible la generación de electricidad típicamente tiene una eficiencia de conversión directa del 35%, lo cual significa que el 35% del contenido en energía primaria es convertido en electricidad (energía final). La producción de calor tiene una eficiencia de conversión directa del 85%. Una planta de cogeneración genera a la vez calor y electricidad (por cada unidad de electricidad da dos unidades de calor). Algunas nuevas plantas de generación de electricidad o de cogeneración son flexibles en cuanto al tipo de biomasa del que se alimentan. Normalmente, a mayor flexibilidad en cuanto a combustibles de biomasa, mayores costes de inversión. Plantas pequeñas tienden a usar un rango más amplio de combustibles, localmente suministrados, mientras que las plantas más grandes necesitan mucha cantidad de cierto tipo de materia prima por lo que requieren cadenas de suministro más sofisticadas.

Actualmente, una planta de generación de electricidad alimentada por biomasa, de 10 a 100 MW, tiene unos costes de capital de 20 a 35 euros por MWh. A medida que se construyan más plantas, los costes de las más baratas probablemente disminuirán un 20% y tendrán un precio similar al de las plantas de carbón más caras. Los costes

de mantenimiento también tenderán a reducirse en un 20% tomando valores entre los 4 y 8 euros por MWh, algo más caros que los correspondientes a las plantas de carbón, lo cual es razonable al ser la biomasa un combustible más voluminoso (European Climate Foundation, 2010).

Los inversores tienen necesidad de saber que la biomasa será importante en el futuro como fuente de energía y que habrá materia prima suficiente a un coste razonable, ya que los gastos de inversión son importantes. Para que se construyan más plantas de cogeneración hace falta mayor demanda de redes de calefacción centralizada (*district heating*) y de calor para la industria.

Conversión de calefacción residencial e industrial

Este sector comprende sistemas locales de generación de calor y electricidad utilizados en la industria, sistemas de calefacción en edificios residenciales con viviendas múltiples y en viviendas unifamiliares. El consumo energético de la biomasa puede aumentar al reemplazar sistemas que actualmente funcionan con carbón, petróleo o gas o a través del establecimiento o expansión de redes de calefacción centralizada alimentadas por biomasa.

Físicamente, una caldera para biomasa puede ser instalada en la mayor parte de las construcciones en las que su sistema de calefacción tiene al agua como base, y hay espacio suficiente para almacenar pellets. Es más sencillo para sustituir carbón o petróleo y más complicado para sustituir gas.

En general, la inversión que se necesita para instalar un sistema alimentado por biomasa es mayor que la que se necesita para instalar un sistema alimentado por petróleo o gas, aunque luego el combustible, en el primer caso, es más barato, por lo que a la larga la inversión resulta económicamente rentable.

2.4 Torrefacción

La torrefacción consiste en un proceso de pretratamiento de la biomasa, anterior a la combustión y a la “pelletización”, que produce un biocombustible sólido con propiedades físicas parecidas a las del carbón. Es un proceso termoquímico para la mejora de la biomasa, a la que se somete durante un periodo de entre 10 y 40 minutos en una atmósfera libre de oxígeno a temperaturas entre los 225 y los 300 grados centígrados. El proceso de torrefacción se ha utilizado tradicionalmente en la industria del café.

Con el torrefactado de la biomasa se logra un producto más estable, friable (que se desmenuza fácilmente), hidrófobo (no absorbe la humedad), menos fibroso y de un mayor poder calórico. Ello favorece que se mantenga estable en el tiempo, se almacene más fácilmente y no se pudra.

La mayor densidad energética de la biomasa torrefactada puede suponer una reducción en los costes de transporte. Es un tratamiento versátil que puede aplicarse para dar valor energético a materias orgánicas residuales de baja calidad. En comparación con el carbón, la biomasa torrefactada tiene un contenido en azufre despreciable y genera menos ceniza (Paredes y Xiberta, 2011).

La biomasa torrefactada se puede someter a un posterior proceso de densificación por pelletización/briquetización, lo cual permite obtener un combustible mejorado y utilizable energéticamente caracterizado por su menor contenido en humedad, mayor homogeneidad y densidad energética y con un poder calórico superior a un pellet/briqueta convencional.

Aunque las propiedades favorables de la biomasa torrefactada han sido probadas en laboratorio y a nivel de pruebas piloto, aún quedan retos técnicos y económicos por superar antes de su utilización a gran escala. Actualmente, la tecnología está entrando en la fase de demostración comercial. En Europa han comenzado a funcionar tres plantas de torrefacción desde el último trimestre de 2010. En enero de 2011 ha tenido lugar en Austria un seminario internacional sobre torrefacción, en el que se han presentado 13 trabajos y al que han asistido 250 personas de diferentes países.

Carbonización hidrotermal de biomasa

Existe otra tecnología que da lugar a un producto muy similar al obtenido por torrefacción: la carbonización hidrotermal de biomasa. En torrefacción se deshidrata aplicando calor, mientras que en la carbonización hidrotermal la deshidratación se produce por una reacción química que tiene lugar en un medio líquido. En julio de 2010 empezó a funcionar en la Comunidad Valenciana la primera planta de Europa que utiliza esta tecnología a escala industrial.

3

Situación de la biomasa a nivel internacional

La estructura de la energía primaria por tipos de fuentes es muy diferente cuando se analiza la situación del mundo en su conjunto, o se incluyen únicamente los países más desarrollados económicamente. Los datos de la Tabla 1 permiten realizar dicha comparación, así como ver la evolución que las distintas fuentes energéticas han experimentado en sus pesos relativos desde el año 1973 y la situación actual (datos más recientes en cada caso).

En la Tabla 1 se puede observar cómo tras los combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural) aparece en importancia el grupo que la Agencia Internacional de Energía denomina "combustibles renovables y residuos", que comprende biomasa sólida, biomasa líquida, biogás, residuos industriales y residuos urbanos.

Tabla 1. Estructura de energía primaria (en porcentajes)

Tipo de combustible	Mundo, 1973	Mundo, 2008	OCDE, 1973	OCDE, 2009
Petróleo	46,1	33,2	52,5	37,2
Carbón	24,5	27,0	22,6	19,7
Gas Natural	16,0	21,1	19,0	24,2
Combustibles renovables y residuos	**10,6**	**10,0**	**2,3**	**4,4**
Nuclear	0,9	5,8	1,3	11,3
Hidroeléctrica	1,8	2,2	2,1	2,1
Geotérmica/ Solar/Eólica	0,1	0,7	0,2	1,1
Total	**100**	**100**	**100**	**100**
En Mtep	**6.166**	**12.267**	**3.724**	**5.170**

Fuente: Agencia Internacional de Energía

Comparando los datos de energía primaria en todo el mundo entre 1973 y 2008 se observa que:

- El suministro total de energía prácticamente se ha duplicado entre 1973 y 2008, pasando de 6.166 a 12.267 Mtep.
- Se ha reducido de manera significativa la aportación del petróleo, pasando de un 46,1% en 1973 al 33,2% en 2008.
- El peso del grupo de combustibles renovables desciende ligeramente.
- Aumenta la aportación de la energía nuclear, gas natural, carbón, geotérmica/solar/eólica e hidroeléctrica.

Si evaluamos los cambios que ha experimentado el conjunto de países que forman la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), podemos observar cómo el suministro total de energía se ha incrementado un 39% en el periodo analizado, bastante menos que a nivel mundial. Centrándonos en el grupo de combustibles renovables y residuos, se observa, por un lado, que el porcentaje es bastante menor a nivel de OCDE que a nivel mundial y, por otro, que a diferencia de lo que ocurre a nivel mundial, en la OCDE el peso de estos combustibles ha crecido pasando del 2,3% en 1973 al 4,4% en 2009.

De acuerdo con datos del Banco Mundial, en 2006 el porcentaje de la biomasa y residuos sobre el total del suministro de energía primaria estuvo por encima del 50% en 26 países, y por encima del 75% en once países (Haití, Sudán, Zambia, Camerún, Nigeria, Mozambique, Togo, Nepal, Etiopía, Tanzania y República Democrática del Congo). En contraste, en los países de la OCDE la biomasa supuso un 3,8% y un 5% en la UE-15. Si agrupamos los países por niveles de ingreso, se obtienen los siguientes resultados: 3,4% para el conjunto de países de ingreso alto, 12,3% para países de ingreso medio y 53,8% para países de ingreso bajo (Banco Mundial, 2010).

Estos datos nos indican que hay que distinguir entre usos tradicionales y usos modernos de la biomasa. Los usos tradicionales de la biomasa se identifican principalmente, aunque no exclusivamente, con la biomasa que se obtiene sin mediar una transacción comercial. Esta biomasa es la leña tradicionalmente usada para cocción de alimentos y calefacción. La biomasa moderna se caracteriza por las transacciones en el mercado y se utiliza para generación de energía eléctrica, para producción de calor tanto en la industria como en los hogares y para la producción de biocarburantes para el transporte.

Tabla 2. Consumo de energía primaria por combustible en la UE-27 (en Mtep)

Tipo de combustible	1998	2008	Variación 1998-2008
Petróleo	679 (39,4%)	659 (36,5%)	-3%
Gas	371 (21,5%)	441 (24,5%)	19%
Carbón	337 (19,6%)	306 (17,0%)	-9%
Nuclear	237 (13,7%)	242 (13,5%)	2%
Fuentes renovables	**94 (5,5%)**	**151 (8,4%)**	**60%**
Total	**1.723 (100%)**	**1.799 (100%)**	**4%**

Fuente: Eurostat

En la UE, cuando se habla de biomasa se considera que ya se está haciendo referencia a la biomasa moderna. El porcentaje de biomasa y desechos sobre el total de energía primaria, en el año 2006, fue del 3,6% en España, 4,4% en Francia, 4,6% en Alemania, 5,5% en Polonia, 12,9% en Dinamarca, 13,1% en Austria, 18,4% en Suecia y 20,4% en Finlandia.

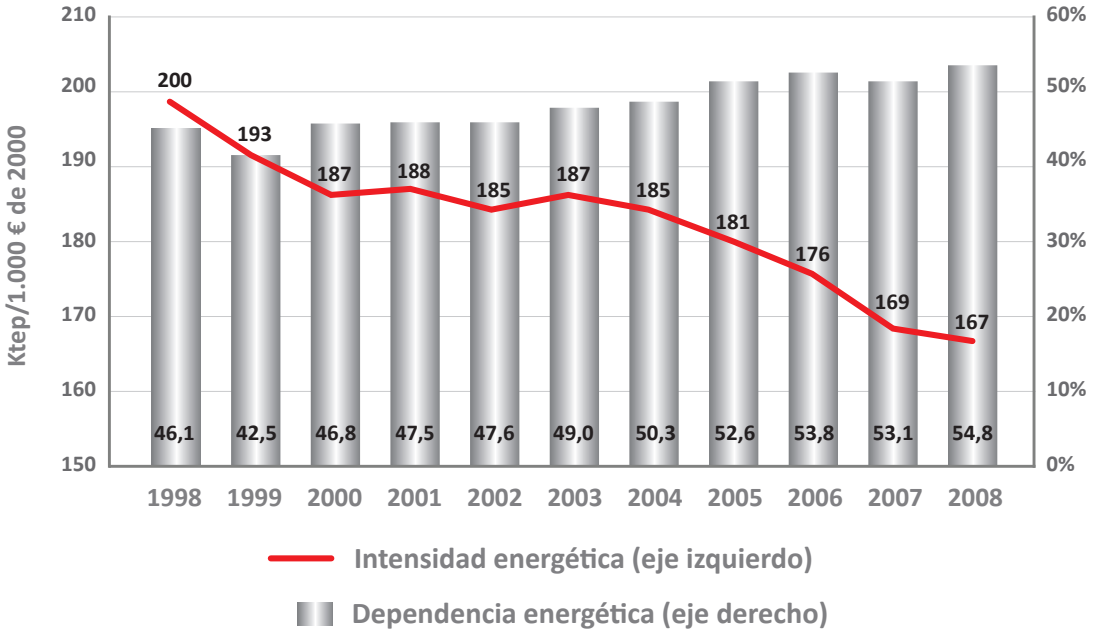
En la Tabla 2 se recoge el consumo de energía primaria por combustible, así como el porcentaje de cada uno de ellos, en el conjunto de los 27 países de la UE en los años 1998 y 2008.

Se observa cómo a pesar de los importantes cambios que se han producido entre 1998 y 2008, el orden jerárquico de los combustibles en cuanto a cantidades consumidas se ha mantenido. No obstante, cabe destacar el importante avance de las energías renovables, el avance significativo del gas y la disminución del petróleo y, sobre todo, del carbón.

En el Gráfico 2 se observa cómo, a nivel de UE-27, la relación entre consumo energético y volumen de actividad económica (intensidad energética) va disminuyendo en el tiempo, lo cual indica que está mejorando la eficiencia energética. Por otro lado, la dependencia energética ha ido creciendo desde 1998 hasta 2008, a pesar del aumento importante del consumo de energía procedente de fuentes renovables.

En cuanto a la situación de las energías renovables en el ámbito de la UE-27, y según los últimos datos facilitados por Eurobserv´ER, en 2009 la cuota de energías renovables del consumo energético final bruto fue del 11,6%, mientras que para el consumo eléctrico fue del 18,2%.

Gráfico 2. Evolución de la intensidad y de la dependencia energética en la UE-27



Fuente: Eurostat

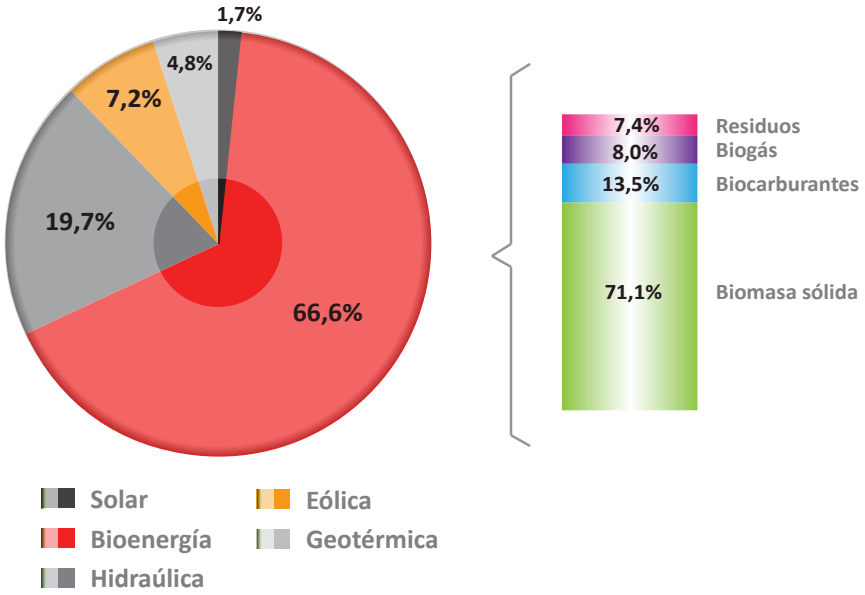
El Gráfico 3 presenta el porcentaje de cada recurso renovable en ese 11,6% de cuota de energías renovables en el consumo energético final en la UE-27 en 2009. La bioenergía supone el 66,6% y se refiere al conjunto de la biomasa sólida, biogás, biocarburantes y residuos municipales renovables. El gráfico muestra la importancia relativa de cada uno de estos cuatro grupos. Como puede observarse, la biomasa sólida que es el objeto de este trabajo realiza la contribución mayoritaria con un 71%.

Del mismo modo, el Gráfico 4 presenta el porcentaje de cada recurso renovable sobre el 18,2% de la cuota de energías renovables destinadas al consumo eléctrico en la UE-27, con datos de 2009. En este caso, la bioenergía supone el 18,3%, y dentro de las fuentes incluidas la biomasa sólida vuelve a ser la más destacada con un 60,5% del total del subgrupo de fuentes bioenergéticas.

Los objetivos fijados para la biomasa por la UE para 2020 alcanzarían los 1.650 TWh de consumo anual de energía final[5]. Para alcanzar dicho escenario, el suministro de energía primaria por biomasa tiene que estar entre 1.850 y 3.400 TWh, dependiendo de cómo la biomasa vaya a ser utilizada (bien para producir calor o electricidad).

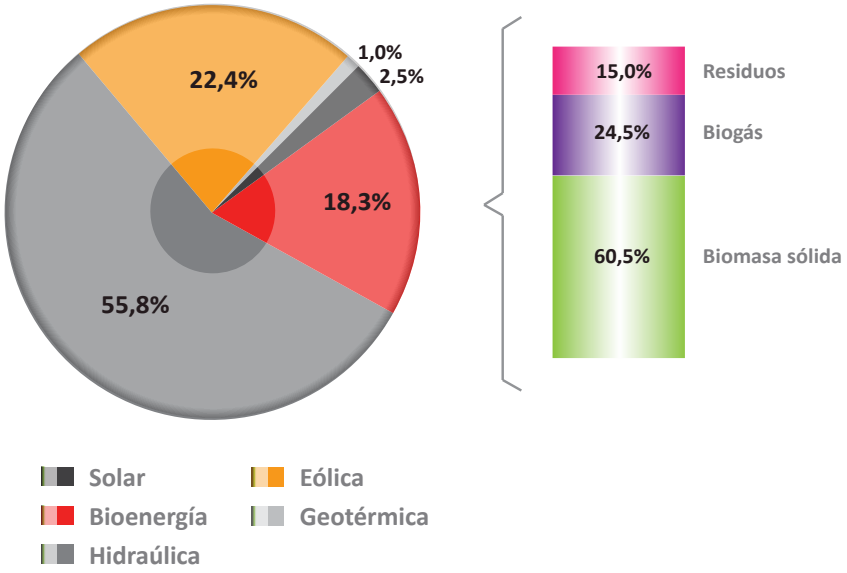
5 Entre los años 2000 y 2007 el consumo de energía por biomasa creció en la UE aproximadamente 25 TWh por año, por lo que si el crecimiento continuara al mismo ritmo se llegaría en el año 2020 a un consumo de 1.125 TWh, es decir, 525 TWh por debajo del escenario que maneja la Comisión Europea.

Gráfico 3. ***Mix*** **energías renovables en consumo final UE-27 (2009)**



Fuente: Eurobserv'ER, 2010

Gráfico 4. ***Mix*** **energías renovables en consumo eléctrico UE-27 (2009)**



Fuente: Eurobserv'ER, 2010

Un estudio sobre la cantidad de biomasa que se podría obtener domésticamente en la UE en un escenario de movilización "dinámica" de biomasa (teniendo en cuenta la tierra disponible, los diferentes tipos de combustible a partir de biomasa, la sostenibilidad y el tiempo necesario para incrementar la oferta), llega a la conclusión de que se podría alcanzar una oferta adicional de 1.000 TWh de energía renovable por biomasa doméstica (European Climate Foundation, 2010).

Dos tercios de tal incremento potencial procederían de cultivos energéticos y residuos agrícolas, y el resto de incrementos en la extracción de residuos forestales y de mayor uso de residuos sólidos urbanos e industriales para propósitos de energía. Con ello se llegaría a una oferta aproximada de 2.000 TWh al año de biomasa producida en la UE. Para satisfacer una demanda de 2.300 TWh al año habrá que importar biomasa para cubrir unos 300 TWh al año.

Los planes nacionales que los 27 países de la UE han elaborado y comunicado en 2010 al organismo correspondiente de la UE, sobre la evolución de las energías renovables hasta 2020, permiten conocer el peso que tienen y van a tener en los próximos años las distintas aplicaciones de la biomasa. Los datos obtenidos a partir de dichos planes nacionales permiten establecer una panorámica de la situación actual y perspectivas de la biomasa en la UE, que se recoge en la Tabla A1 del Anexo.

4

Situación de la biomasa en España

España es aún un país altamente dependiente de los combustibles fósiles. El peso del petróleo en el consumo de energía primaria (48,8%) es superior a la media europea, y el gas natural supone un 24% del consumo total de energía primaria.

No obstante, el aumento de la cuota de las energías renovables en el *mix* energético de los últimos años ha supuesto que, por primera vez en el año 2009, la energía procedente de fuentes renovables consumida superara a la generada por carbón (Tabla 3).

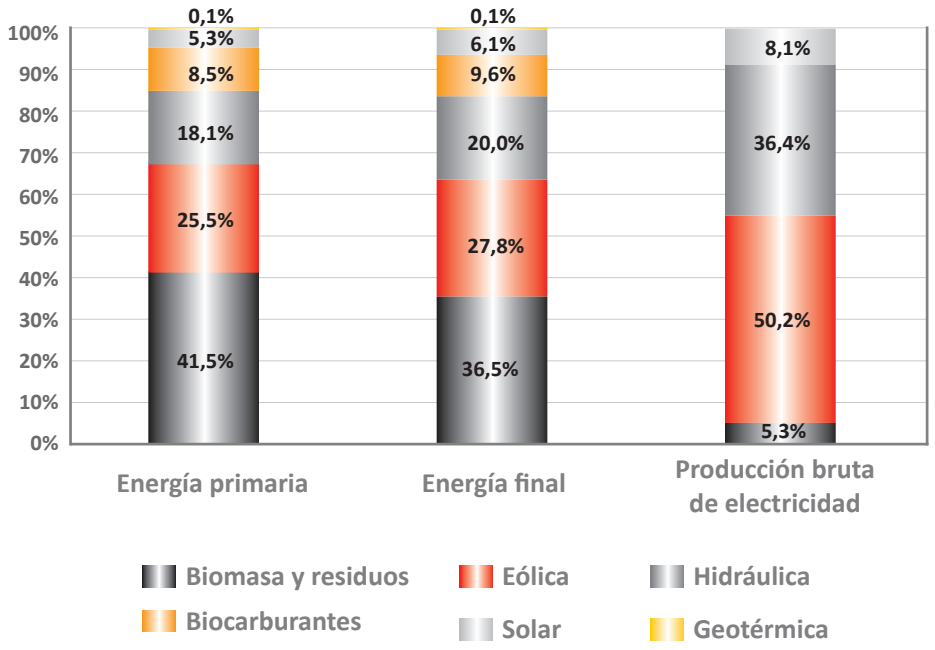
En cuanto a las fuentes de energías renovables, la cuota del 9,4% que representan en el consumo de energía primaria en España se reparte entre la biomasa y los residuos en un 41,5%, la energía eólica en un 25,5%, la hidráulica en un 18,1%, los biocarburantes en un 8,5%, la energía solar un 5,3% y la geotérmica un 0,1%. A su vez, la aportación de las energías renovables supone el 11,3% del consumo energético final y se reparte en biomasa y residuos (36,5%), eólica (27,8%), hidráulica (20,0%), biocarburantes (9,6%), solar (6,1%) y geotérmica (0,1%). En cuanto a la producción bruta de electricidad, las energías renovables contribuyen con un 24,7%, siendo la eólica la principal fuente con el 50,2%, seguida por la hidráulica (36,4%), la solar (8,1%) y la biomasa y los residuos (5,3%) (Gráfico 5).

Tabla 3. Consumo de energía primaria en España en 2009 (en ktep)

Petróleo	63.673 (48,8%)
Gas natural	31.104 (23,8%)
Nuclear	13.750 (10,5%)
Energías renovables	12.325 (9,4%)
Carbón	10.353 (7,9%)
Saldo eléctrico	-697
Total	130.508 (100%)

Fuente: IDAE, 2011

Gráfico 5. Peso de cada recurso renovable en los consumos de energías primarias y final, y en la producción bruta de electricidad en España



Fuente: IDAE, 2011

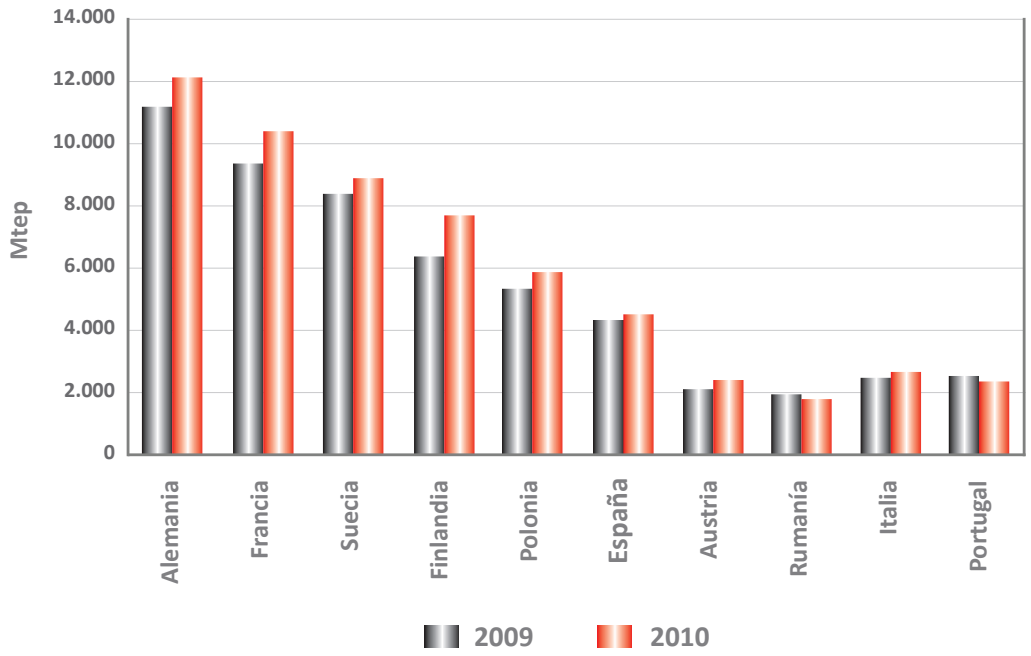
El conjunto del sector de las energías renovables creó en el año 2009 más de 115.000 puestos de trabajo en toda España[6].

Tanto a nivel mundial, como a nivel de UE-27 y a nivel de España, el recurso renovable que más se utiliza, tanto en términos de energía primaria como en términos de energía final, es, con bastante diferencia, la biomasa y los residuos. En España su utilización para la generación de energía eléctrica es menor que en la UE-27.

En lo relativo a la biomasa sólida, y según Eurobserv´ER 2011, España ocupa el sexto lugar en la UE-27 en cuanto a producción de energía primaria a partir de biomasa sólida, tras Alemania, Francia, Suecia, Finlandia y Polonia. En el Gráfico 6 se representa la producción en 2009 y 2010 de los 10 países de la UE que más energía primaria producen a partir de biomasa sólida.

6 Datos de IDAE, 2011.

Gráfico 6. Producción de energía primaria a partir de biomasa sólida en países de la UE-27



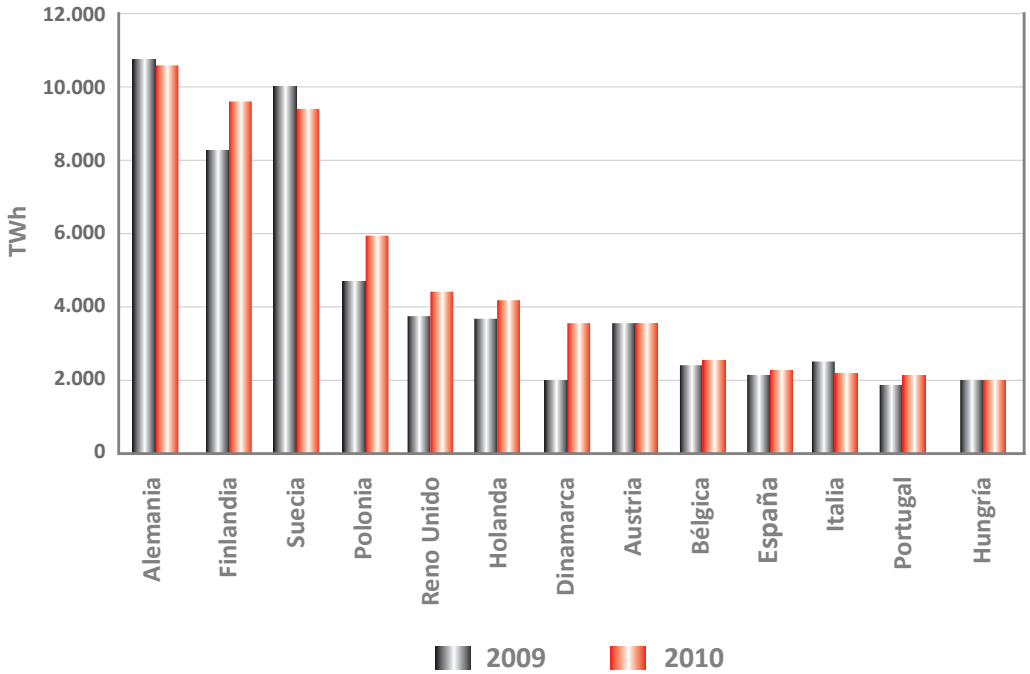
Fuente: Eurobserv'ER, 2011

Sin embargo, si atendemos a la producción de energía primaria a partir de biomasa sólida, pero en **producción por habitante (en tep)** en la UE para 2010, España ocupa el lugar 18, con una tasa de 0,103 que está por debajo de la tasa que se obtiene para el conjunto de la UE, que es de 0,158, y muy lejos de la tasa que tiene Finlandia con un 1,435. El detalle de la producción en cada país se presenta en la Tabla A2 del Anexo.

Por otro lado, el Gráfico 7 muestra la producción bruta de electricidad a partir de biomasa sólida en los 12 países de la UE-27 que más producen. España ocupa el décimo lugar, a mucha distancia de los países que ocupan los primeros lugares. Merece la pena destacar el hecho de que, de los 5 países de la UE que según el Gráfico 6 están por delante de España en producción de energía primaria a partir de biomasa sólida, Francia no aparece en el Gráfico 7, lo cual se debe a la apuesta de dicho país por la energía nuclear, y los otros cuatro países son los que ocupan las primeras posiciones en producción bruta de electricidad a partir de biomasa sólida.

El análisis de los recursos de biomasa existentes en España para la producción energética demuestra que somos un país con un elevado potencial para incrementar las cuotas de producción de biomasa en el *mix* energético.

Gráfico 7. Producción bruta de electricidad a partir de biomasa sólida en la UE-27



Fuente: Eurobserv'ER, 2011

Tal y como se observa en la Tabla 4, que hace referencia a los proyectos puestos en explotación durante el periodo 1999-2004, en España la biomasa para energía se ha obtenido principalmente de los residuos de industrias forestales y de residuos de industrias agrícolas. En todo caso, los datos indican claramente que se han aprovechado muy poco los residuos forestales (en cuanto a energía primaria) y los residuos agrícolas herbáceos, y nada los residuos agrícolas leñosos y los cultivos energéticos, al menos hasta el año 2004.

En el Informe de Sostenibilidad Ambiental del Plan de Energías Renovables 2011-2020 se presentan los resultados de un estudio sobre los potenciales de la biomasa de origen no industrial en España: cultivos energéticos, herbáceos o leñosos, y restos de origen forestal y agrícola.

Tabla 4. Biomasa: proyectos puestos en explotación durante el periodo 1999-2004

	Número de proyectos	Energía primaria (tep)
Residuos forestales	149	9.671
Residuos agrícolas leñosos	0	0
Residuos agrícolas herbáceos	2	58.803
Residuos de industrias forestales	121	206.946
Residuos de industrias agrícolas	37	262.882
Cultivos energéticos	0	0
Total	**309**	**538.302**

Fuente: Plan de Energías Renovables en España 2005-2010

En dicho estudio, las superficies consideradas como disponibles para producir biomasa se obtienen teniendo en cuenta criterios tales como la no interferencia con los mercados de alimentos, la sostenibilidad de los sistemas productivos y limitaciones en el uso del agua de riego. Se excluyen del estudio las praderas con usos ganaderos extensivos tradicionales y se establecen restricciones para el uso de restos de cultivos, existiendo unos porcentajes de restitución de los mismos al suelo.

En la Tabla 5 se presentan los resultados del estudio. De acuerdo con las estimaciones obtenidas en dicho estudio, la biomasa potencial disponible en España para uso energético (en toneladas/año), de origen no industrial, es del orden de 11 veces la que se utilizó en el año 2006. Dicho potencial disponible se reparte, en cuanto a su origen, en biomasa agrícola (36,9%), implantación de biomasa en terreno agrícola (24,4%), biomasa forestal (21,4%) e implantación de biomasa en terreno forestal (17,3%). Para ampliar información sobre recurso disponible en España, veánse las Tablas A3 y A4 del Anexo de este documento.

Tabla 5. Potencial de expansión disponible para la biomasa en España

Procedencia		Biomasa potencial disponible (ton/año)	Coste medio (€/ton)	Consumo biomasa (ton/año) 2006
Masas forestales existentes	Restos de aprovechamientos forestales	2.984.243	26,59	5.545.287
	Aprovechamiento del árbol completo	15.731.116	43,16	
Restos agrícolas	Herbáceos	13.586.759	19,98	478.011
	Leñosos	18.605.756	19,98	1.912.046
Masas herbáceas susceptibles de implantación en terreno agrícola		15.874.572	45,62	0
Masas leñosas susceptibles de implantación en terreno agrícola		5.457.812	34,73	0
Masas leñosas susceptibles de implantación en terreno forestal		15.072.320	42,14	0
Total biomasa potencial en España		**87.312.398**		**7.912.046**

Datos en toneladas en verde (45% de humedad)
Fuente: Informe de Sostenibilidad Ambiental del Plan de Energías Renovables 2011-2020

4.1 Fomento y evolución real de la biomasa en España

Dos años después del inicio del Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010, se aprobó el Real Decreto 661/2007 por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Esta norma supuso una verdadera apuesta por el fomento de las energías renovables en España, al revisar completamente la regulación de las actividades de producción de energía eléctrica con fuentes no convencionales.

El RD 661/2007 cataloga a la biomasa en diferentes subgrupos, creando una clasificación[7] más apropiada a la realidad de esta fuente compleja por su diversidad de posibles combustibles y señala las tarifas y primas para todos los subgrupos. Según

7 Véase la Tabla A5 en el Anexo de este documento.

el artículo 44 del texto normativo, las primas para las biomasas se irán actualizando anualmente en función del IPC menos un valor de referencia para su detracción[8].

Además, el Real Decreto permite la hibridación de distintos combustibles, establece una definición abierta de cultivo energético, el grupo del biogás se divide en otros dos en función de su procedencia –biogás procedente de biodigestores y biogás procedente de vertederos–, y se tiene una especial consideración con las plantas de biomasa de pequeño tamaño.

El PER 2005-2010 presentaba un objetivo de crecimiento de potencia instalada en generación de electricidad a partir de biomasa sólida en España de 1.695 MW (pasando de 344 MW en 2004, a 2039 en 2010). Para poder alcanzar tal objetivo se pusieron en marcha tres elementos: un programa de co-combustión, un incremento de la retribución a la electricidad generada en instalaciones de biomasa eléctrica y actuaciones de la Comisión Interministerial de la Biomasa para dinamizar el mercado potencial. Sin embargo, en marzo de 2011 la potencia instalada en España de biomasa supone un cumplimiento de los objetivos del PER para 2010 de tan solo el 41%. Según los cálculos realizados por la Comisión Nacional de la Energía (CNE), para alcanzar el 85% de la potencia objetivo del PER se necesitarían 174 meses, a contar desde el mes de marzo de 2011, y para cumplir con el 100% de la potencia objetivo, 233 meses.

Como se observa en el Gráfico 8, la potencia instalada de biomasa[9] ha alcanzado los 706 MW en el año 2010. Este dato supone un incremento del 377% desde el año 2000, cuando existían 148 MW instalados, y del 1.665% desde 1995, año en el que la capacidad instalada en España se limitaba a 40 MW.

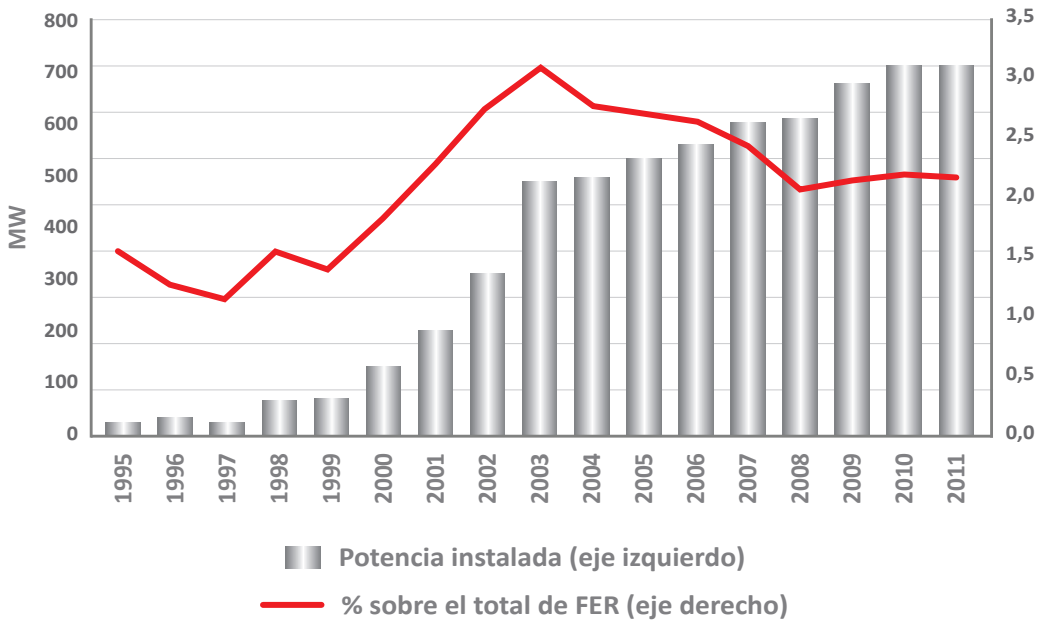
Sin embargo, en relación con el total de megavatios instalados de fuentes renovables, la biomasa (biomasa sólida más biogás) solamente ha logrado situarse actualmente en un 2%. Esta contribución de la biomasa al *mix* eléctrico renovable alcanzó su máximo valor en el año 2003, cuando supuso el 3% del total de fuentes de energía renovable.

La distribución de la potencia instalada de biomasa por comunidades autónomas muestra una preponderancia de Andalucía, con el 31,4% del total instalado en toda España, seguida a gran distancia por Asturias, con un 12,2% de la potencia instalada a nivel nacional (Gráfico 9).

8 Dicho valor es de veinticinco puntos básicos hasta el 31 de diciembre de 2012 y de cincuenta puntos básicos a partir de entonces.

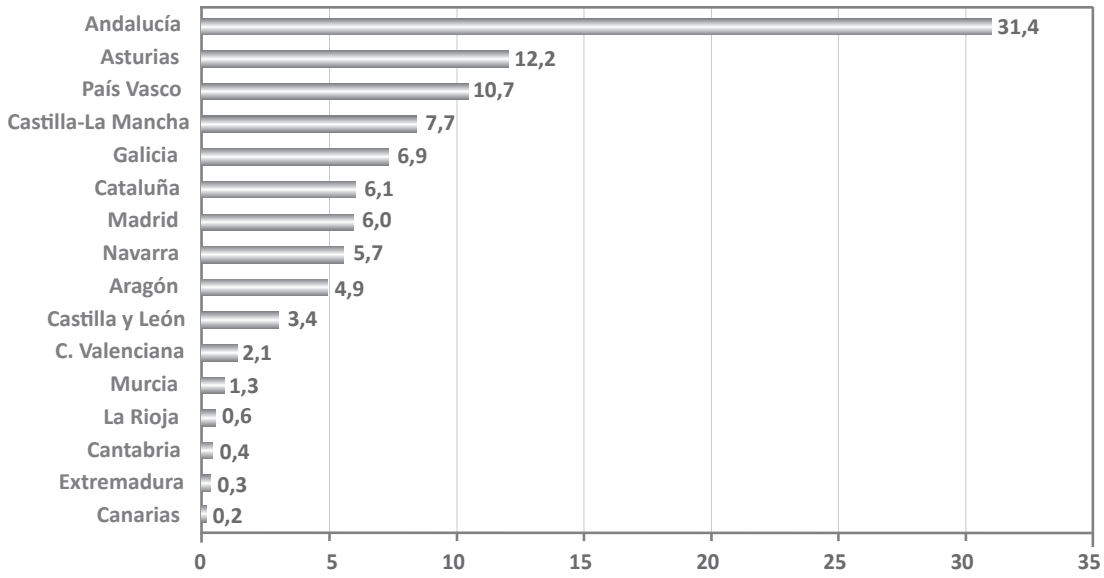
9 Grupos b6, b7 y b8 del RD 661/2007. Por tanto, se trata de biomasa sólida más biogás.

Gráfico 8. Evolución de la potencia instalada de biomasa* en España



* Grupos b6, b8 y b7 del RD 661/2007
Fuente: Comisión Nacional de la Energía, 2011

Gráfico 9. Potencia instalada por comunidades autónomas
% sobre el total de biomasa instalada en España (España = 100)

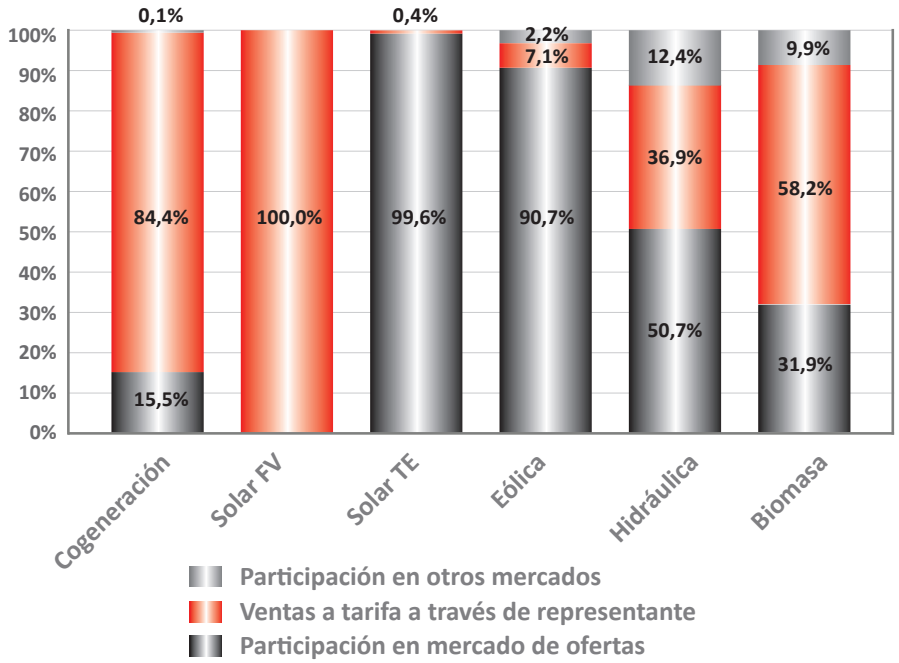


Fuente: Comisión Nacional de la Energía, 2011

En lo que respecta a las retribuciones a la producción de energía eléctrica a partir de fuentes renovables en nuestro país, en el año 2010 la suma total ascendió a 10.256 millones de euros. Las tres tecnologías que recibieron mayores porcentajes fueron la energía eólica, un 32,8% (3.360 millones), la energía solar fotovoltaica, un 28,1% (2.881 millones) y la cogeneración, un 21,4% (2.195 millones). La biomasa recibió ese año un total de 359 millones de euros, un 3,5% del total. Casi el 60% de la venta de energía producida por biomasa se realiza a tarifa regulada, mientras que el 32% opta por la tarifa a mercado (Gráfico 10).

El Plan de Acción de las Energías Renovables de España (PANER) 2011-2020, presentado a la Comisión Europea en junio de 2010, y el nuevo PER 2011-2020, señalan los objetivos de crecimiento futuro a escala nacional de las energías renovables para poder cumplir con las directrices europeas en esta materia[10].

Gráfico 10. Reparto de la energía producida por FER según opción de venta (año 2010)



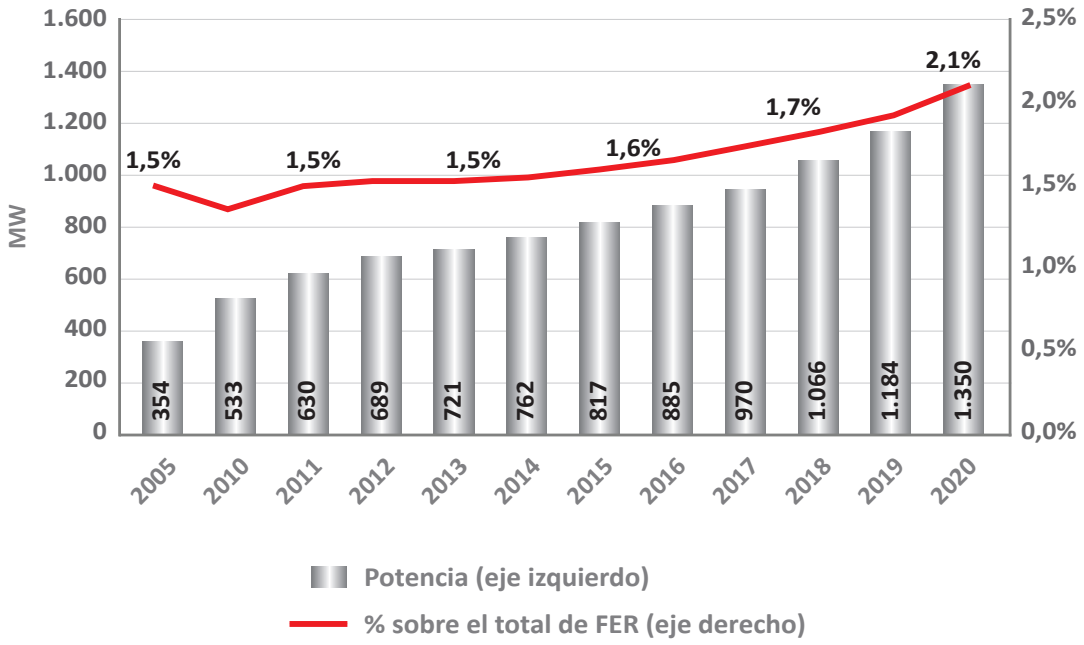
Fuente: Comisión Nacional de la Energía, 2011

10 La Directiva 2009/28/EC del Parlamento y Consejo Europeo para la promoción del uso de las fuentes de energía renovable señala como objetivos para los países miembros alcanzar, al menos, un aporte de las renovables en el consumo final de energía del 20%. Así mismo, se plantea un objetivo del 10% para el uso de fuentes de renovables en el sector del transporte.

La previsión de crecimiento que dichos textos de planificación asignan a la biomasa sólida para electricidad es de un incremento del 153% con respecto al año 2010, con lo que se alcanzaría así en el año 2020 los 1.350 MW de potencia instalada. Este objetivo situaría el peso de la biomasa sobre el total de la potencia instalada de renovables en el 2,11% (Gráfico 11).

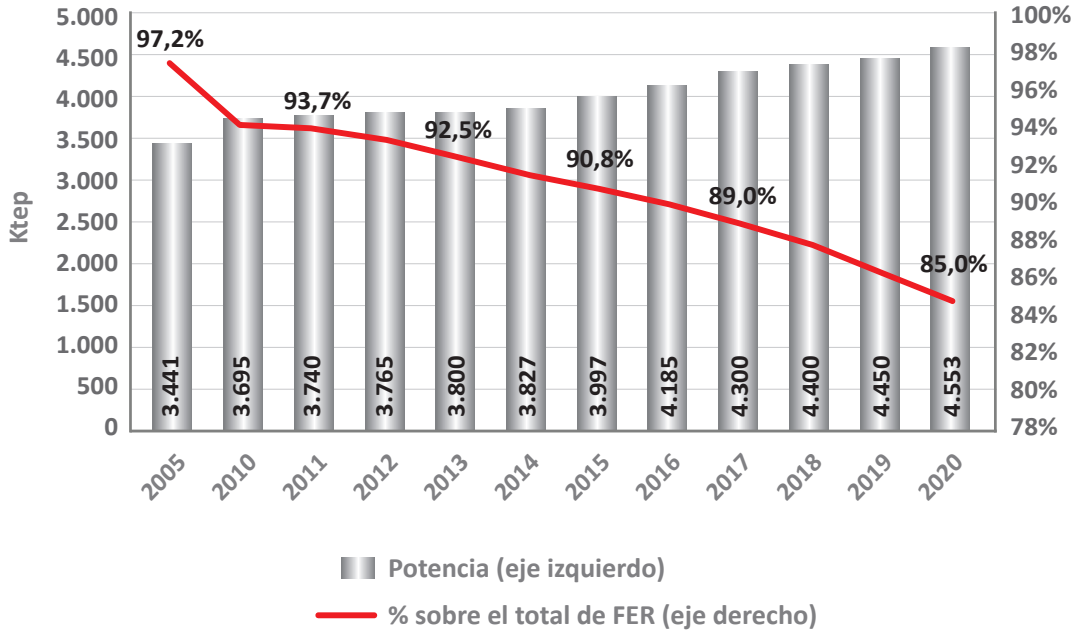
En cuanto a las previsiones de crecimiento de la biomasa sólida para usos térmicos (calefacción y refrigeración) que señala el PER-2011-2020, estas se sitúan en el 23,2% con respecto al año 2010, alcanzando los 4.553 ktep de producción. El avance de otras fuentes renovables durante el periodo de planificación va a producir una caída del peso relativo de la biomasa sólida como fuente de energía térmica (Gráfico 12).

Gráfico 11. Previsiones de crecimiento de la biomasa sólida para uso eléctrico según el PER 2011-2020



Fuente: PER 2011-2020, Ministerio de Industria, Energía y Turismo

Gráfico 12. Previsiones de crecimiento de la biomasa sólida (incluidos residuos) para uso térmico según el PER 2011-2020



Fuente: PER 2011-2020, Ministerio de Industria, Energía y Turismo

5
Ventajas de la biomasa

Algunas de las ventajas de la biomasa son comunes a otras formas de energía renovable, como la seguridad de suministro o la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, la biomasa tiene otras ventajas que le son específicas, como su potencial de creación de empleo, desarrollo económico de zonas rurales o disminución de riesgo de incendios forestales.

En este apartado se presenta una descripción de las ventajas de la biomasa, distinguiendo efectos económicos, ambientales y sociales.

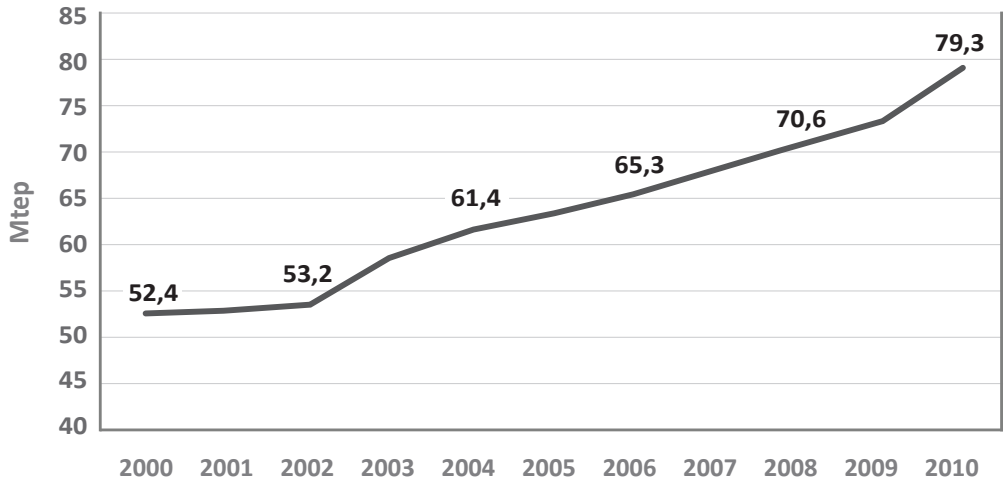
5.1 Ventajas económicas

Como señala Eurobserv´ER (2011), la biomasa sólida ha demostrado ser un valor a prueba de recesión económica, así como una cobertura frente a la inflación. La producción de energía primaria a partir de biomasa sólida a nivel de UE no ha dejado de crecer, de manera significativa, desde el año 2000, correspondiendo el mayor crecimiento (del 9,8%) al año 2003, seguido del 2010, con un crecimiento del 8% con respecto al año 2009.

El Gráfico 13 presenta la evolución de la producción de energía primaria (en Mtep) a partir de biomasa sólida en la UE entre 2000 y 2010. La producción energética con esta fuente se incrementó un 51,3% a lo largo de la década, desde 52,4 Mtep al inicio del periodo hasta 79,3 Mtep en 2010.

En el caso de España, los datos de Eurobserv´ER entre 2005 y 2010 también muestran un notable crecimiento del uso de la biomasa para la producción energética, si bien a un ritmo de incremento más modesto que la tendencia europea para el conjunto

Gráfico 13. Producción de energía primaria a partir de biomasa sólida (UE 2000-2010)



Fuente: Eurobserv'ER, 2011

de la década. En nuestro país, se pasó de 4,176 Mtep de producción con biomasa en 2005 hasta los 4,751 Mtep en 2010, lo cual supone un incremento del 13,8% durante dicho periodo.

Por consiguiente, tanto a nivel de la UE en su conjunto como a nivel de España, se puede afirmar que la biomasa sólida ha mantenido un buen ritmo de crecimiento, incluso en unas condiciones macroeconómicas adversas de recesión generalizada en toda Europa.

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 Eurobserv´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. En la Tabla 6 se presentan los datos correspondientes a la distribución de empleo en la UE en el año 2009 por tecnologías renovables.

Tabla 6. Distribución de empleos en energías renovables en la UE

Biomasa sólida	283.750
Eólica	243.600
Solar fotovoltaica	121.800
Biocarburantes	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: Eurobserv´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 generán 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.
- En su conjunto, la producción de electricidad por biomasa o biogás genera más empleos directos que la producción mediante energía nuclear[11].

Competitividad de costes de la biomasa

La biomasa necesita ser manipulada y transportada desde la fuente de localización de la materia prima a una planta de conversión, desde la que sale el combustible apto para ser trasladado y utilizado en la correspondiente planta de producción de

11 Domac, Richards y Risovic (2005) señalan literalmente que se generan “varias veces” más empleos. Carrasco (2002) aporta una cuantificación del mayor volumen de empleo, señalando que por cada MW instalado, la biomasa genera diez veces más puestos de trabajo (directos e indirectos) que la energía nuclear, y cuatro veces más que el petróleo.

calor o electricidad. El coste de la materia prima normalmente representa entre el 40% y el 50% del coste total de producción de una unidad de calor o electricidad, por lo que la evolución de los costes de la materia prima es un componente esencial para estimar cuál será el coste competitivo en el futuro de la biomasa como fuente energética, en comparación con fuentes alternativas de producir calor y electricidad (European Climate Foundation, 2010; IPCC, 2011).

Existe un potencial significativo en cuanto a reducción de costes en muchas de las fases clave de las diferentes cadenas de suministro de la biomasa, principalmente por efecto escala y por efecto aprendizaje. En los cultivos energéticos hay margen de mejora en los equipos de plantación y los costes de corta, y pueden obtenerse ahorros de costes al ampliarse las áreas utilizadas y su concentración (menor gasto por unidad en fertilización y cosecha).

Los residuos forestales se vienen utilizando, por ejemplo, en Finlandia y Suecia desde hace décadas. En estos países, entre 1975 y 2003, los costes de recogida de residuos forestales disminuyeron un 15% cada vez que se doblaba la capacidad de producción acumulada. En 2003, los costes eran la tercera parte de dichos costes en 1975.

Un análisis de las cadenas completas de suministro de biomasa muestran que el transporte por carretera de biomasa abultada y sin tratar no resulta competitivo y es energéticamente ineficiente para distancias superiores a 50 Km, por lo que la biomasa requiere un pretratamiento y densificación antes de entrar como combustible en las fases de producción. Teniendo en cuenta el uso de energía y las emisiones de gases de efecto invernadero, las cadenas logísticas bien organizadas pueden requerir menos del 10% del contenido inicial de energía de la biomasa, pero ello requiere alcanzar una determinada escala en el transporte, un pretratamiento eficiente y la minimización de transporte de la biomasa no tratada (IPCC, 2011).

Si a los ahorros potenciales en las fases iniciales de la cadena añadimos la evolución previsible del coste en la etapa final de conversión de biomasa en calor o electricidad, se llega a la conclusión de que el potencial en cuanto a reducción total de costes de producción de energía a partir de biomasa está entre el 15% y el 40% del coste actual para el año 2020 (European Climate Foundation, 2010). Si se añade el supuesto de que en 2020 esté ya introducido en la industria el proceso de torrefacción, los costes aún podrían reducirse hasta un 12,5% más.

Con estos valores, muchas plantas de generación de electricidad alimentadas por biomasa podrían competir con plantas alimentadas por combustibles fósiles si el precio de las emisiones de CO_2 se situara entre los 30 y los 50 euros por tonelada. De acuerdo

con estas previsiones, varias de las más importantes aplicaciones energéticas de la biomasa podrían ser competitivas en costes sin incentivos específicos, en un horizonte temporal de 9 a 14 años, lo cual significa que los incentivos económicos que actualmente se necesitan para la cobertura de costes son transitorios y no permanentes.

A la vista del importante potencial en cuanto a mejora en costes, cabe considerar a la biomasa como una fuente renovable de producción de energía, probada pero todavía con importante margen de mayor desarrollo, más que una tecnología ya madura.

5.2 Ventajas medioambientales

La biomasa como fuente energética aporta diversas ventajas frente a otras alternativas en la lucha contra el cambio climático y la contaminación de ámbito local que conviene resaltar. Pero, por otro lado, se plantean en ocasiones algunas cuestiones relativas a la sostenibilidad del uso de la biomasa cuando se consideran todos sus impactos, que también abordamos aquí.

Emisiones de gases de efecto invernadero

Desde el punto de vista de un único árbol, si se corta y se quema, el carbono almacenado es liberado a la atmósfera como CO_2. Se puede pensar entonces en plantar un nuevo árbol para que reabsorba tal cantidad de CO_2, pero para ello tienen que pasar varias décadas. En realidad, un árbol forma parte de un bosque, por lo que si el bosque se gestiona de manera sostenible, de manera que la cantidad de biomasa retirada del bosque no supera el incremento de crecimiento de dicha biomasa en el bosque, las emisiones se compensan con la cantidad de CO_2 que secuestra el bosque y, por tanto, dicha gestión es neutra en cuanto a emisiones de CO_2. Los combustibles fósiles no pueden reciclar el dióxido de carbono de esta manera, ya que para ello se necesitan millones de años, a través de procesos geológicos en la corteza de la tierra.

El análisis de ciclo de vida es una herramienta que se usa para evaluar el impacto potencial sobre el medio ambiente de un producto, proceso o actividad a lo largo de todo su ciclo de vida, mediante la cuantificación del uso de recursos y de emisiones ambientales asociado con el sistema que se está evaluando.

Sovacool (2008) presenta las siguientes estimaciones de emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de electricidad producida (en gCO_2e/kWh),

utilizando un análisis de ciclo de vida para las diferentes tecnologías de generación eléctrica: eólica marina 9, eólica interior 10, hidroeléctrica 10-13, biogás 11, solar térmica 13, biomasa 14-41 (distinguiéndose hasta 7 fuentes distintas dentro de este grupo), solar fotovoltaica 32, geotérmica 38, nuclear 66, gas natural 443, diésel 778, carbón 960-1.050.

El balance en cuanto a gases de efecto invernadero de los sistemas de biomasa, utilizando análisis de ciclo de vida, difiere dependiendo del tipo de materia prima, variaciones en el *stock* de carbono debidas al cambio de uso de la tierra, transporte, procesamiento de las materias primas y tecnologías de conversión para producir calor y electricidad. Utilizando la misma metodología que se utiliza en la Directiva de energías renovables para los biocarburantes, se estudia el balance de gases de efecto invernadero para el combustible biomasa utilizado en electricidad y en calefacción y refrigeración, y se compara con la media, a nivel de UE, para combustibles fósiles utilizados en electricidad y en calefacción y refrigeración, incorporando pérdidas por conversión de energía, suponiendo el 25% de eficiencia en conversión eléctrica y el 85% de eficiencia en conversión térmica.

Las aplicaciones energéticas de los tipos más comunes de biomasa reducen las emisiones de CO_2 entre un 55% y un 98%, en comparación con los combustibles fósiles, aunque haya que transportar la materia prima a larga distancia, siempre que la producción de la biomasa no cause cambios en el uso de la tierra (Comisión Europea, 2010). Cuando se usan residuos forestales o agrícolas, los ahorros en gases de efecto invernadero están normalmente por encima del 80% en comparación con los combustibles fósiles. Mayores emisiones pueden producirse para cultivos energéticos agrícolas y en alguna medida para cultivos energéticos forestales de rotación corta debido al uso de fertilizantes.

Combustión de biomasa y contaminación local

Al igual que los sistemas de combustión convencionales, las calderas de combustión de biomasa pueden emitir ciertos contaminantes locales como óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), partículas (PM) y dióxido de azufre (SO_2). La mezcla y cantidad de contaminantes producidos dependerá del tamaño y diseño de la caldera, de la calidad y el tipo de combustible utilizado, de las condiciones del proceso y de los equipos de control de la contaminación instalados en la planta. El mantenimiento de la caldera y del equipo asociado también afectará a las emisiones contaminantes (a peor mantenimiento, mayores emisiones).

Según señala el IPCC (2011), las emisiones de contaminantes, como SO_2 y NO_x, son generalmente más bajas para biomasa que para carbón y gasóleo. A nivel de España, en el programa Biomcasa (IDAE, 2010) se comparan emisiones procedentes de biomasa con emisiones procedentes de gasóleo y de gas natural, y se afirma lo siguiente: en cuanto a CO las emisiones procedentes de la biomasa son menores que las procedentes del gasóleo y del gas natural; en cuanto a SO_2, las emisiones procedentes de la biomasa son menores que las procedentes del gasóleo, pero mayores que las procedentes del gas; en cuanto a partículas (PM), las emisiones procedentes de la biomasa son mayores que las procedentes del gasóleo y del gas natural.

En el Reino Unido, tras la experiencia de los *great smogs* en la década de 1950, hay especial preocupación por la calidad del aire que se respira. Las autoridades locales son requeridas por ley a revisar y valorar la calidad del aire en su área. Si los contaminantes del aire superan a los estándares legales o los estándares se prevé que vayan a ser superados en ciertas fechas, el área debe ser designada área de gestión de calidad del aire (AQMA, *Air Quality Management Area*) y la autoridad local debe poner en marcha un plan de acción para que se reduzcan los niveles de contaminación.

La Agencia de Protección Ambiental del Reino Unido ha elaborado y publicado unas guías para autoridades locales sobre calidad del aire y biomasa (para Inglaterra y Gales en 2009 y para Escocia en 2010), en las que se trata de impulsar el uso de la biomasa a la vez que se mantiene o mejora la calidad del aire. La visión del Departamento de medio ambiente, alimentación y asuntos rurales es que los impactos en la calidad del aire de una mayor expansión de la biomasa para producción de calor pueden ser controlados a través del uso de plantas de alta calidad y bajas emisiones y apuntando a áreas rurales alejadas de las redes de gas, donde se están utilizando actualmente plantas de gasóleo y carbón.

En áreas urbanas o donde se haya declarado AQMA, se espera que el despliegue de biomasa sea menos común y que prevalezcan unidades de biomasa más grandes. Estimulando el uso de plantas más grandes, por ejemplo en conjunción con el desarrollo de redes de calor, se pretende un sistema en el que las emisiones en lo que se refiere a calidad del aire se controlen más fácilmente que para un número mayor de plantas pequeñas.

Tal como indican en Bain *et al.* (2003), las partículas PM constituyen la mayor preocupación en cuanto a contaminantes locales procedentes de la combustión de la biomasa. Tales emisiones dependen principalmente de la composición del combustible utilizado y de los aparatos de control de partículas. También pueden ser

emitidas cantidades significativas de óxidos de nitrógeno (NO_x) cuando se utilizan ciertos tipos de combustibles o cuando las condiciones de funcionamiento no son adecuadas.

Hoy en día, el control de las emisiones de partículas no constituye ningún problema en las plantas de biomasa. Es tan solo una cuestión de coste de inversión. Una planta de biomasa con un buen sistema de captación de partículas emite niveles muy inferiores a los exigidos por la reglamentación nacional y europea.

Sostenibilidad

La creciente producción y uso de la biomasa para energía ya está dando lugar a un aumento en el comercio internacional, y se espera que dicho mercado se expanda en el futuro. Para la biomasa producida en la UE, el actual marco legal, relacionado con la gestión de la agricultura y de los bosques, proporciona cierta seguridad en cuanto a criterios de sostenibilidad, al igual que ocurre con otros países. En cambio, en otros países que pueden exportar biomasa a países de la UE no hay garantías de que se sigan criterios de sostenibilidad. Hay que evitar la producción insostenible de la biomasa, para lo cual se deben establecer criterios que aseguren que la biomasa que se importe haya sido producida y gestionada de manera sostenible.

Los principales riesgos que deben ser considerados y gestionados son los siguientes:

- Cambio en el uso de la tierra. No debería considerarse un cambio directo de uso de la tierra de bosques viejos a bosques gestionados para cultivos energéticos, ya que en tal caso se establece una deuda de carbono y se incurre en pérdida de biodiversidad. En general, no debe haber un cambio de uso de tierra que cree una importante deuda de carbono. El uso a gran escala de la biomasa puede también producir un cambio indirecto de uso de la tierra, lo cual ocurre cuando la producción de biomasa desplaza ciertas actividades a otras zonas que a su vez causan cambios de uso (como, por ejemplo, deforestación).

- Ambientales: pérdida de biodiversidad, pérdida de calidad de la tierra (acidificación, erosión, deterioro por productos químicos o cambio en el balance de nutrientes), degradación de los hábitats de agua.

- Reducción del *stock* de carbono en las tierras agrícolas o forestales, si se deja en la tierra una cantidad insuficiente de residuos. Así, algunos países han

establecido regulaciones estableciendo límites al porcentaje de residuos y tocones que pueden ser retirados de los bosques (por ejemplo, Suecia autoriza a que se puedan retirar hasta el 70% de los residuos en sus bosques, lo cual está en la mayor cota de permisividad en ese aspecto, a nivel de la UE).

- Aspectos sociales, tales como condiciones laborales, posible pérdida de aspectos recreativos tradicionales en los bosques o posibles aumentos en las diferencias de renta en comunidades locales.

Para gestionar y mitigar estos posibles riesgos, algunas partes interesadas (empresas, ONG, académicos, políticos) están de acuerdo en que son necesarios criterios de sostenibilidad cuidadosamente estudiados, los cuales deberían ser aplicados a través de una combinación de regulaciones legalmente vinculantes y de esquemas de certificación y estándares similares a los que ya existen para ciertos productos procedentes de los bosques (como el papel) (European Climate Foundation, 2010).

Otras ventajas ambientales de la biomasa

- Reduce los residuos agrícolas y forestales que van a vertederos.
- Reduce la quema de residuos agrícolas y forestales.
- Reduce la erosión y desertificación.
- Contribuye a la limpieza del monte, a la regeneración natural y al crecimiento y calidad de las masas forestales. Facilita la realización de planes de silvicultura sobre montes arbolados y matorral al eliminar la vegetación de competencia.
- Disminuye los riesgos de incendios y facilita su extinción. Según la Confederación de Organizaciones de Selvicultores de España (COSE), si se valorizaran en plantas de biomasa los residuos forestales que permanecen en los bosques españoles, disminuiría entre el 50% y el 70% la superficie media incendiada cada año.
- Mejora el estado fitosanitario de los montes y reduce el riesgo de plagas y de contaminación ambiental.

5.3 Ventajas sociales

El aprovechamiento energético de la biomasa sólida favorece el desarrollo rural y la disminución de desigualdades interregionales al generar un impacto favorable sobre el tejido industrial, así como sobre el volumen de mano de obra en el entorno rural. Ayuda a mitigar el abandono del mundo rural y disminuye los desequilibrios inter-territoriales (rural frente a urbano). Favorece el desarrollo sostenible al utilizar recursos naturales renovables, reduciendo la presión sobre recursos naturales no renovables (Prada, Vázquez y Soliño, 2006).

El desarrollo rural que impulsa el aprovechamiento energético de la biomasa hace que se creen nuevas infraestructuras y servicios en áreas rurales, como carreteras, centros educativos o áreas de salud, lo cual genera dinámicas positivas.

Supone la aparición de una segunda fuente de ingresos para las industrias agrícolas y forestales, a través de la venta de sus residuos para generación de energía, equilibrando las fluctuaciones de los mercados de los productos principales de tales industrias.

En el ámbito forestal, genera una nueva fuente de ingresos para los propietarios forestales, posibilitando un mejor cuidado y gestión de los montes. Ciertos bosques degradados pueden ser rejuvenecidos.

Proporciona a los agricultores la posibilidad de dedicar parte de sus terrenos a prácticas distintas de las tradicionales, lo que supone un equilibrio en sus ingresos a través de la apertura de un mercado más amplio para sus productos (APPA, 2010).

6
Barreras y dificultades

En este apartado se comentan algunas de las barreras más importantes que aparecen tanto en la literatura académica como en documentos emitidos por instituciones diversas. Distinguiremos entre el ámbito internacional y el nacional.

6.1 En el ámbito internacional

McCormick y Kaberger (2007) revisan diversos trabajos en los que se identifican y analizan las barreras clave que están afectando el desarrollo de la bioenergía a nivel internacional. Por otra parte, en Maung (2008) se dedica un apartado al análisis de las barreras que afectan a la generación de energía eléctrica por biomasa. De acuerdo con dicha literatura, destacamos las siguientes barreras:

- *El problema del "huevo o la gallina".* Se trata de una barrera clave en el desarrollo de los mercados de biomasa: los agricultores o los propietarios forestales no se dedican a producir y ofertar biomasa de manera mantenida si no existe una instalación de conversión de biomasa que les compre el producto. Por otra parte, no se construye una instalación de conversión de biomasa a energía, a menos que haya suficiente suministro local de biomasa.

- *Percepción social de la biomasa como fuente de energía no limpia.* En muchos casos, la opinión pública tiende a ver la biomasa como una fuente de energía que al quemarse genera gases de efecto invernadero y otras partículas contaminantes. Por otra parte, también puede surgir preocupación porque una recogida excesiva de biomasa tenga impactos negativos en el suelo y, en general, en la biodiversidad.

- *Condiciones económicas.* En los mercados energéticos los costes externos a menudo no están incorporados. La bioenergía a menudo produce impactos positivos (como mejora de la seguridad energética, impulso de desarrollo regional, creación de empleo, disminución de incendios forestales o lucha contra el cambio climático) que no son compensados en los mercados energéticos. Por otra parte, durante muchas décadas, tanto los combustibles fósiles como la energía nuclear han recibido muchos subsidios y aún continúan recibiendo apoyo económico considerable.

- *Conocimientos y habilidades junto con capacidad institucional*. Los sistemas de bioenergía implican recursos de biomasa, cadenas de suministro, tecnologías de conversión y servicios energéticos. Para llevarlo a la práctica se requiere una combinación de conocimientos y habilidades (*know-how*) y capacidad institucional. Por otra parte, se requiere coordinación en la cadena de suministro.

- *Dificultades en la financiación externa.* Normalmente, las entidades financieras consideran que un proyecto de energía por biomasa supone más riesgo que el correspondiente a otras tecnologías, desempeñando un papel importante la garantía de suministro de combustible a lo largo del tiempo. La consideración de un riesgo mayor da lugar a que se demanden tipos de interés más altos en los préstamos, lo que encarece aún más los proyectos, o a que no se esté dispuesto a financiar estos proyectos.

6.2 En el ámbito de España

Existen diversos tipos de barreras y dificultades que explican la situación actual de la biomasa en España, y que limitan la posibilidad de lograr un mayor desarrollo a medio plazo, tal y como han identificado APPA (2010), De la Calle *et al.* (2010), o Prada, Vázquez y Soliño (2006). Estas barreras se pueden situar tanto en el ámbito de los recursos, el desarrollo tecnológico o las aplicaciones.

Alguna de las barreras más relevantes son las siguientes:

- *Barreras en la fase de tramitación de proyectos.* La instalación de una central de energía renovable requiere obtener numerosos permisos: solicitud de inscripción en el registro de régimen especial y prestación de garantía, solicitud de autorización administrativa, estudio de impacto ambiental, presentación del anteproyecto a información pública a las administraciones, organismos y empresas afectadas, solicitud de aprobación del proyecto,

solicitud de acta de puesta en servicio, otras licencias (obra, apertura, etc.), acceso a red, preasignación e inscripción en régimen especial. Además, estos procesos administrativos son en muchos casos distintos para cada comunidad autónoma (APPA, 2010).

- *Barreras a la movilización de la biomasa forestal que generan los montes.* Más del 70% de la superficie forestal es privada, siendo en muchos casos la propiedad de pequeño tamaño. Más de un 36% de la superficie forestal tiene pendientes superiores al 35%, y cerca de un 39% con pendientes entre el 12,5% y el 35%. La maquinaria para el aprovechamiento de la biomasa forestal es de tecnología extranjera, poco adaptada a las características de las masas forestales españolas. El envejecimiento de los propietarios forestales integrados en el medio rural supone que los descendientes no continúen con la actividad, debido a la escasa rentabilidad de las propiedades forestales. Por otra parte, el precio ofrecido por la biomasa es insuficiente para la disponibilidad del recurso en cantidad, calidad y precio. Además, el vacío normativo de biomasa forestal distinta de cultivos o residuos hace que exista gran cantidad adicional de biomasa forestal en los montes que podría valorizarse energéticamente.

- *Barreras a la movilización de residuos agrícolas.* Disponibilidad del recurso en cantidad, calidad y precio; dispersión y pequeña escala de las explotaciones agrícolas generadoras de recurso y ausencia de pretratamientos de adecuación del recurso.

- *Necesidad de un marco legislativo y de ayudas para los cultivos energéticos.* Ausencia de objetivos nacionales para la producción interior de cultivos energéticos. Rentabilidad no inmediata en el caso de los cultivos energéticos leñosos de corta rotación. Incertidumbre en el grado de apoyo de la Política Agrícola Común (PAC) hacia los cultivos energéticos. Escasez de referentes y de publicidad de proyectos exitosos.

- *Competencia de los combustibles convencionales a las aplicaciones térmicas de la biomasa.* La elección de un nuevo sistema, como es la biomasa, genera reticencias en potenciales clientes y también en entidades financieras, que ven con recelo su apoyo a una tecnología que no conocen suficientemente, tanto para grandes proyectos como para pequeñas instalaciones.

- *Bajo rendimiento energético, así como necesidad de un tamaño mínimo para alcanzar el umbral de rentabilidad en las aplicaciones eléctricas de la biomasa.* Nor-

malmente se utiliza la tecnología de condensación, que está limitada por su rendimiento en la transformación y por su umbral económico y técnico, que solo permite su desarrollo para grandes centrales, lo cual genera problemas de suministro.

- *Apoyo económico a combustibles fósiles.* Tanto para producción eléctrica, a través de la prima para cogeneración con combustibles fósiles, como para producción térmica, mediante líneas de ahorro y eficiencia o ayudas a la sustitución de calderas de carbón por otras de gasóleo C o gas, existen diversas líneas de apoyo económico a instalaciones que emplean combustibles fósiles y que compiten directamente con las energías renovables. En el caso de producción eléctrica, actualmente las primas para instalaciones de cogeneración con gasóleo C o gas natural en plantas de pequeña potencia igualan e incluso superan, en algunos casos, a las establecidas para instalaciones homólogas abastecidas con biomasa. Esto hace que los apoyos empleados para el fomento de las energías renovables vean mermada su capacidad de promoción de proyectos, ya que las ayudas dadas a sus competidores directos de origen fósil tienen valores altos y, en algunas ocasiones (sustitución de calderas de carbón por gas natural), incluso superiores a los de las energías renovables. Además, en muchos casos existen dificultades para realizar una ágil tramitación de las ayudas de renovables o los plazos de estas ayudas a fondo perdido son mucho más cortos que para las convencionales (llegando incluso a existir dos meses para solicitar ayudas a renovables, mientras que las ayudas a las convencionales están abiertas todo el año) (Plan de Energías Renovables, 2011-2020).

- *Normativas restrictivas para la circulación de vehículos de transporte de biomasa en caminos rurales, así como para permitir el almacenamiento a la intemperie de la biomasa.*

- *Barreras a la introducción de la cogeneración con biomasa y al despegue de la co-combustión.* Las dificultades para combinar proyectos de generación eléctrica y usos térmicos, en muchas ocasiones, se deben a la dificultad para encontrar oportunidades realistas de utilizar la energía primaria producida. Los requerimientos establecidos en el régimen especial para obtener la prima de cogeneración implican alcanzar unos niveles de consumo de la parte térmica que en muchos casos solo se podrían cumplir limitando la potencia eléctrica instalada. En cuanto a las dificultades en la co-combustión, hay reticencias de las grandes instalaciones de combustión a usar combustibles no convencionales, sobre todo por desconfianza de la garantía de suministro y por quedar condicionada la aplicación de la biomasa al régimen de funcionamiento de la central según mercado (Plan de Energías Renovables, 2011-2020).

7

Propuestas para el desarrollo de la biomasa

Como se ha visto en los apartados anteriores, cabe considerar a la biomasa como una fuente renovable de producción de energía, probada pero todavía con importante margen de mayor desarrollo, más que una tecnología madura. Por otra parte, hemos visto que la disposición de recurso en España es abundante y con mucho margen de aprovechamiento, sobre todo en residuos agrícolas y forestales y en cultivos energéticos. También han quedado reflejadas las ventajas que tiene el aprovechamiento energético de la biomasa sólida en sus aspectos económico, ambiental y social. Por todo ello, es necesario fomentar el uso de la biomasa sólida en España para fines energéticos, aprovechando nuestros recursos y aprendiendo de experiencias positivas de otros países.

A continuación se presentan algunas propuestas que pueden ayudar al fomento de la biomasa sólida en España.

1. *Elaborar un Plan de Acción sobre la biomasa para España*

   En el Plan de Acción sobre la biomasa de la UE de 2005 (COM [2005], 628 final), se indica que la Comisión fomenta el desarrollo de planes de acción nacionales para la biomasa. Algunos países como Estonia, Irlanda, Reino Unido, Holanda o Alemania han elaborado sus correspondientes planes nacionales. España debería elaborar el suyo a través de un grupo interministerial que elaborara dicho plan estratégico a partir de las mejores experiencias de otros países con buen aprovechamiento energético de la biomasa, mercados de combustible bien establecidos y cadenas de suministro bien concatenadas.

2. *Simplificación de procedimientos administrativos, coordinación entre diferentes Administraciones Públicas y facilidad en lo referente a las conexiones a la red eléctrica.*

   Se trata de establecer procedimientos administrativos simplificados para la tramitación y obtención de autorizaciones, por ejemplo, a través del establecimiento de ventanillas únicas que centralicen todos los requisitos exigidos por diferentes Administraciones. Por otro lado, es necesaria una reducción de los plazos administrativos y una armonización de normativas entre diferentes comunidades autónomas. El sistema de acceso a la red eléctrica debería ser transparente y equitativo.

3. *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.*

   En el año 2006 se estimaba que el 12,7% de la superficie forestal española y un 18,9% de la superficie arbolada se encontraba sujeto a proyectos de ordenación forestal o instrumentos equivalentes, porcentajes que quedan lejos de la situación en la UE, donde al menos 22 países cuentan con más del 45% de su superficie arbolada sujeta a proyectos de ordenación, y de estos, 6 países suman el 100% (Congreso Forestal Español, 2009).

   El objeto de la ordenación de los recursos forestales es garantizar su uso múltiple, sostenible y responsable. La Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes determina con carácter general para la totalidad de montes públicos y privados, salvo para aquellos que no alcancen la superficie mínima que cada comunidad autónoma determine, la obligatoriedad de disponer de un proyecto de ordenación, plan desocrático u otro instrumento de gestión equivalente, estableciendo un plazo de 15 años desde su entrada en vigor para desarrollar este proceso general de planificación.

4. *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.*

   Se trata de una medida que sirva para contrarrestar la barrera señalada de percepción social de la biomasa como fuente de energía no limpia, y también para dar a conocer todas sus ventajas. En el 6º Congreso Internacional de Bioenergía, celebrado en Valladolid en octubre de 2011, se puso de manifiesto que "un ma-

yor aprovechamiento del recurso de la biomasa requiere un mayor esfuerzo de divulgación sobre sus ventajas a los ciudadanos". En particular, se señala la importancia de la promoción de las ventajas del uso de la biomasa para calefacción al consumidor final, así como de la comunicación con el mundo rural.

5. *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.*

   Como se ha señalado en este documento, los proyectos de biomasa tienen aún un importante recorrido en el aumento de su eficiencia y con ello en la reducción de costes. Pero, al igual que sucede con otras tecnologías renovables, las curvas de aprendizaje exigen el establecimiento de marcos retributivos estables que permitan la viabilidad económica de los proyectos a medio plazo.

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.*

   Como se ha comentado, en España más del 70% de la superficie forestal es privada, siendo en muchos casos la propiedad de pequeño tamaño. Una gran proporción de la biomasa no utilizada está en montes pequeños o fragmentados. Una estructura de las unidades de gestión forestal menos atomizada haría posible una mejor gestión forestal.

   La formación voluntaria de agrupaciones de propietarios forestales es el instrumento más importante para incrementar la movilización de biomasa a partir de montes privados pequeños e infrautilizados. Tales agrupaciones permiten a los propietarios beneficiarse de efectos de escala como mejoras de la eficiencia, disminuciones de costes o aumento de la rentabilidad. También se benefician de una mejora de la cooperación con las industrias forestales, generadores de energía y autoridades públicas.

7. *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.*

En el artículo 16 de la Directiva 2009/28/EC sobre energías renovables se hace referencia a que los Estados miembros valorarán la necesidad de construcciones de nuevas infraestructuras para redes de calefacción y refrigeración centralizada (*district heating and cooling*), y que en consecuencia darán los pasos necesarios para el desarrollo de una infraestructura de tales redes alimentadas por biomasa, geotermia o energía solar. Tal como señalan desde la Asociación Nacional de Empresas de Servicios Energéticos Españolas, en el esquema normal de puesta en marcha de una red de calefacción y refrigeración centralizada lo primero es alimentar a los edificios públicos y luego ir conectando los edificios privados. El programa GIT del IDAE, puesto en funcionamiento en abril de 2011, es un programa de financiación para impulsar la ejecución de grandes instalaciones de producción de energía térmica en edificación a partir de biomasa, geotermia o energía solar térmica.

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.*

El cultivo energético conlleva un importante esfuerzo, tanto en inversión como en gasto de personal. El cultivo energético tiene la consideración, en el Real Decreto 661, de biomasa del tipo b.6.1, que reconoce ese esfuerzo de inversión y de creación de empleo estable en el medio rural, por lo que el Ministerio de Industria destina a esta actividad una prima mayor, de 158,313 €/Kwh.

El residuo forestal procedente de claras y clareos de árboles que ya están plantados en el monte, a los que no se ha destinado inversiones para producir cultivo energético. También se consideran residuo forestal las cortezas de los árboles, las ramas y hojas del bosque procedente de aprovechamientos forestales, las cortas fitosanitarias y la maleza procedente de tareas de limpieza de los montes, así como los desechos (básicamente cortezas) de las fábricas de madera y tablero. La tarifa del residuo forestal es la que el Real Decreto 661 considera biomasa de tipo b.6.3, que está considerada inferior (no se la reconoce un esfuerzo inversor previo y crea menos empleo, solo la recogida en el monte, y es un empleo menos estable) y que recibe una prima de 127,754 €/Kwh.

La posibilidad de que exista fraude al utilizar residuos forestales, pero logrando su calificación como cultivos energéticos, introduce incentivos per-

versos, con efectos ambientales, competitivos y financieros negativos. Por ello, resulta necesario supervisar estrictamente la aportación de las primas correspondientes a cada fuente de biomasa.

9. *Incluir a los recursos que constituyen la biomasa sólida en el listado de productos protegidos con la aplicación del IVA reducido del 8%.*

   La biomasa en España sufre una desventaja en materia fiscal frente a la situación de otros países europeos, lo cual también es una de las razones que explican su menor desarrollo. Así, mientras que otros países aplican sus tipos reducidos de IVA a los recursos de biomasa (Austria 10%, Alemania 7%, Francia 6%, y el Reino Unido 5%), en España el tipo aplicado actualmente es el 18%. Esta medida supondría un incentivo al uso de la biomasa sólida, con todas las ventajas que ello supone.

10. *Promover el establecimiento de cadenas estables de abastecimiento de biomasa para energía.*

    La producción y consumo de biomasa sólida para energía ha aumentado de manera continua en los últimos años. Para asegurar un abastecimiento de calidad y mantener costes estables es importante una colaboración muy estrecha entre asociaciones de propietarios, contratistas, servicios forestales, empresarios y sector energético. La comunicación y cooperación, así como la existencia de infraestructuras compartidas entre la producción primaria y la parte de procesado pueden ser una solución para operar de forma rentable.

    Como ejemplo de una buena práctica se puede citar el proyecto conjunto que llevan a cabo la Asociación Forestal de Galicia, el Instituto Gallego de Energía y la Administración Forestal Autonómica para movilizar fuentes de biomasa no utilizadas y producir energía, de manera sostenible, a partir de restos de corta. De hecho, la necesidad de garantizar el suministro de la materia prima es una de las tres prioridades de la Unidad de Energías Renovables de la Dirección General de Transportes y Energía de la Comisión Europea (las otras prioridades son la aplicación de criterios de sostenibilidad y la implementación de un enfoque racional).

Referencias

AEBIOM (2011a): *Evaluation of the National Renewable Energy Action Plans.* AEBIOM - European Biomass Asociation. Brussels, February 2011.

AEBIOM (2011b): *Annual Statistical Report on the contribution of Biomass to the Energy System in the EU 27.* AEBIOM - European Biomass Asociation. Brussels, June 2011.

AIE, Agencia Internacional de Energía (2010): *World Energy Outlook 2010.*

APPA (2010): *Análisis Sectorial. Área de la Biomasa.*

Bain, R.L., Amos, W.A., Downing, M. y Perlack, R.L. (2003): *Biopower Thecnical Assessment: State of the Industry and Technology.* National Renewable Energy Laboratory. Colorado, USA.

Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco Mundial (2010): *Desarrollo y cambio climático. Informe sobre el desarrollo mundial 2010.* Coedición del Banco Mundial, Mundi-Prensa y Mayol Ediciones S.A.

Carrasco, J.E. (2002): *Estado actual de la biomasa como fuente de energía.* Curso "Situación actual y futuro de la biomasa como recurso energético", Madrid, 4-8 de noviembre de 2002.

Cerdá, E., Caparrós, A. y Ovando, P. (2008): "Bioenergía en la Unión Europea". *Ekonomiaz,* 67, 1er cuatrimestre, pp. 156-181.

Comisión Europea (2010): *On sustainability requirements for the use of solid and gaseous biomass sources in electricity, heating and cooling.* Report from the Commission to the Council and the European Parliament.

Congreso Forestal Español (2009): *Situación de los bosques y del sector forestal en España.* Avance de resultados, septiembre de 2009.

De la Calle *et al.* (2010): *Situación actual de la biomasa y tendencias de futuro.* Documento del Grupo de Trabajo nº 24 de Conama 10.

Domac, J., Richards, K. y Risovic, S. (2005): "Socio-economic drivers in implementing bioenergy projects". Biomass & Bioenergy, 28, pp. 97-106.

ENCE (2010): *El valor de la biomasa forestal.*

Environment Agency (2009): *Biomass: Carbon sink or carbon sinner?* United Kingdom.

Eurobserv'ER (2009 y 2011): *Solid Biomass Barometer.* Comisión Europea.

Eurobserv'ER (2010): *The State of Renewable Energies in Europe,* 10th EurObserv'ER Report.

European Climate Foundation (2010): *Biomass for heat and power. Opportunity and economics.*

FAO (2009): *World´s Forests 2009.* Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome.

Guerrero, R., Marrero, G., Martínez-Duart, J.M. y Puch, L.A. (2010): *Biocombustibles líquidos: situación actual y oportunidades de futuro para España.* Documento de debate 19/2010, Fundación IDEAS.

Herranz, J.L. (2008): *Estrategia para el uso energético de la biomasa forestal residual.* Congreso Nacional de Medio Ambiente, conama9.

IDAE (2007a): *Energía de la biomasa.* Madrid.

IDAE (2007b): *Biomasa. Digestores anaerobios.* Madrid.

IDAE (2010): *Programa Biomcasa.* Madrid.

IDAE (2011): Informe Anual del Observatorio de Energías Renovables.

Informe de Sostenibilidad Ambiental (ISA) del Plan de Energías Renovables 2011-2020, del 30 de junio de 2011.

IPCC (2011): *Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation.* Chater 2, Bioenergy.

Jiménez Larrea, E. (2010): "España: de la consolidación de un modelo a nuevos retos a 2020", en Becker, F., Cazorla, L.M. y Martínez-Simancas, J. (2010), *Tratado de energías renovables.* Volumen 1. Aspectos Socioeconómicos y Tecnológicos, pp. 577-611.

Maung, T.A. (2008): *Economics of biomass fuels for electricity production: a case study with crop residues.* PHD Thesis, Texas A&M University.

McCormick, K. y Kaberger, T. (2007): "Key barriers for bioenergy in Europe: Economic conditions, know-how and institutional capacity, and supply chain co-ordination". *Biomass & Bioenergy,* 31, pp. 443-452.

Paredes, J.P. y Xiberta, J. (2011): *Producción de biocombustibles, biocarbón y sus aplicaciones.* Presentado en la Conferencia Ategrus sobre bioenergía. Genera, Feria Internacional sobre Energía y Medio Ambiente.

Plan de acción de la biomasa. COM (2005) 628 final.

Plan de Energías Renovables para España - PER 2005-2010.

Plan de Energías Renovables 2011-2020. Borrador de 26 de julio de 2011.

Prada, A., Vázquez, M.J. y Soliño, M. (2006): *Electricidad verde. La biomasa en los montes de Galicia.* CIEF Centro de Investigación Económica y Financiera. Fundación Caixa Galicia.

Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Sovacool, B. K. (2008): "Valuing the greenhouse gas emissions from nuclear power: A critical suvey". *Energy Policy,* 36, pp. 2940-2953.

Anexo

Tabla A1. Panorámica de la situación actual y perspectivas de la biomasa en la UE

	2005	2010	2020
% energías renovables en el consumo final bruto de energía (Mtep)	8,0%	11,5%	20,5%
% bioenergía dentro de las energías renovables (Mtep)	60,0%	61,0%	57,0%

Contribución total de bioenergía en 2010 en la UE	83,8 Mtep	Uso térmico = 70%
		Transporte = 18% (ppal. biocarburantes)
		Uso eléctrico = 12%
Contribución total prevista de bioenergía en 2020 en la UE	138,5 Mtep	Uso térmico = 62% (España = 51%)
		Transporte = 24% (España = 40%)
		Uso eléctrico = 14% (España = 9%)

Bioenergía para uso térmico en 2020 en la UE	El 18% del consumo total de energía para aplicaciones térmicas: un 83% biomasa sólida, un 11% biogás y un 6% biolíquidos.
	En España, el 16% del consumo total de energía para aplicaciones térmicas: un 97,5% biomasa sólida y un 2,5% biogás.
	Según los planes nacionales, la producción de bioenergía para uso térmico crecería en 27 Mtep entre 2010 y 2020 en la UE.
Bioenergía para uso eléctrico en 2020 en la UE	El 7% del consumo total de energía para aplicaciones eléctricas: un 71% biomasa sólida y un 29% biogás.
	En España, el 3% del consumo total de energía para aplicaciones eléctricas: un 67% biomasa sólida y un 33% biogás.
	Según los planes nacionales, la producción de bioenergía para usos eléctricos crecería en 116 TWh entre 2010 y 2020 en la UE. Del incremento total de electricidad por fuentes renovables, el 27% sería bioenergía, lo que supondría un peso en el *mix* renovable del 23% en 2020.

Fuente: AEBIOM (2011a)

Tabla A2. Producción de energía primaria de biomasa sólida en la UE (2010)

País	Tep/Hab
Finlandia	1,435
Suecia	0,985
Letonia	0,773
Estonia	0,698
Austria	0,541
Lituania	0,301
Dinamarca	0,299
Eslovenia	0,279
Portugal	0,243
República Checa	0,199
Rumanía	0,167
Francia	0,162
Polonia	0,154
Alemania	0,150
Hungría	0,149
Eslovaquia	0,136
Bulgaria	0,104
España	**0,103**
Luxemburgo	0,081
Bélgica	0,079
Grecia	0,072
Holanda	0,062
Italia	0,047
Irlanda	0,044
Reino Unido	0,023
Chipre	0,012
Malta	0,000
Unión Europea	**0,158**

Fuente: Eurobserv'ER, 2011

Tabla A3. Consumo de biomasa en España (2006)

Por orígenes y aplicaciones

	Toneladas	PCIh (tep/t)	tep	Apl. Eléc. (tep)	Apl. Térm. (tep)
Leñas tallares	3.800.000	0,25	950.000	0	950.000
Leñas podas	1.000.000	0,25	250.000	0	250.000
Leña de olivos y otros cultivos agrícolas	1.600.000	0,25	400.000	0	400.000
Paja cereal	333.333	0,30	100.000	80.000	20.000
Lejías negras	2.000.000	0,30	600.000	600.000	0
Serrines y virutas	1.500.000	0,30	450.000	0	450.000
Cortezas	1.718.750	0,32	550.000	170.000	380.000
Orujo	1.750.000	0,40	700.000	250.000	450.000
Otros alimentarios	625.000	0,32	200.000	0	200.000
Total	14.327.083		4.200.000	1.100.000	3.100.000

Fuente: Plan de Energías Renovables, 2011-2020

Por sectores de actividad

Doméstico	47,9%
Pasta y papel	17,4%
Madera, muebles y corcho	12,1%
Alimentación, bebidas y tabaco	8,1%
Centrales de energía eléctrica (no CHP)	7,4%
Cerámica, cementos y yesos	3,1%
Generación eléctrica en CHP	1,2%
Servicios	0,8%
Hostelería	0,7%
Agrícola y ganadero	0,5%
Productos químicos	0,4%
Captación, depuración y distribución de agua	0,2%
Otras actividades industriales	0,2%
Textil y cuero	0,1%

Fuente: Plan de Energías Renovables, 2011-2020

Tabla A4. Disponibilidad de biomasa forestal en España

En la tabla se recoge la disponibilidad anual potencial sostenible de biomasa forestal residual[12] para su valorización energética, teniendo en cuenta la competencia con otros usos como es, por ejemplo, el maderero.

Disponibilidad anual de biomasa forestal residual para valorización energética

		Biomasa forestal residual disponible (toneladas/año)		
	Superficie aprovechable (ha)	Potencial	Competencia	Disponible
Galicia	831.570	1.496.233	90.000	1.406.233
Castilla y León	1.222.295	1.347.121	39.400	1.307.721
Cataluña	1.100.261	879.035	25.180	853.855
Castilla-La Mancha	1.226.834	655.445	29.700	625.745
Extremadura	435.448	402.754	0	402.754
Aragón	682.410	338.209	15.180	323.029
Andalucía	857.892	320.960	15.180	305.780
País Vasco	231.066	222.001	7.590	214.411
Asturias	197.827	260.132	50.000	210.132
C. Valenciana	369.927	170.748	15.180	155.568
Cantabria	110.269	148.564	25.000	123.564
Navarra	253.906	100.518	7.590	92.928
Madrid	100.343	72.662	0	72.662
La Rioja	83.731	68.410	10.000	58.410
Murcia	114.361	51.206	0	51.206
Baleares	91.691	41.995	0	41.995
Canarias	7.581	2.473	0	2.473
Total	**7.917.410**	**6.578.466**	**330.000**	**6.248.466**

Fuente: Herranz, 2008

12 Se llama biomasa forestal residual a la producida durante la realización de cualquier tipo de tratamiento por silvicultura o aprovechamiento final en masas forestales, sin considerar fustes ni ramas con diámetro mayor a 7 cm en punta delgada.

Tabla A5. Clasificación de la biomasa según el Real Decreto 661/2007

Grupo	Subgrupo
Grupo b.6. Centrales que utilicen como combustible principal biomasa procedente de cultivos energéticos, de residuos de las actividades agrícolas o de jardinerías, o residuos de aprovechamientos forestales y otras operaciones selvícolas en las masas forestales y espacios verdes.	→ **b.6.1.** Centrales que utilicen como combustible principal biomasa procedente de cultivos energéticos. → **b.6.2.** Centrales que utilicen como combustible principal biomasa procedente de residuos de las actividades agrícolas o de jardinerías. → **b.6.3.** Centrales que utilicen como combustible principal biomasa procedente de residuos de aprovechamientos forestales y otras operaciones selvícolas en las masas forestales y espacios verdes.
Grupo b.7. Centrales que utilicen como combustible principal biomasa procedente de estiércoles, biocombustibles o biogás procedente de la digestión anaerobia de residuos agrícolas y ganaderos, de residuos biodegradables de instalaciones industriales o de lodos de depuración de aguas residuales, así como el recuperado en los vertederos controlados.	→ **b.7.1.** Instalaciones que empleen como combustible principal el biogás de vertederos. → **b.7.2.** Instalaciones que empleen como combustible principal el biogás generado en digestores empleando alguno de los siguientes residuos: residuos biodegradables industriales, lodos de depuradora de aguas urbanas o industriales, residuos sólidos urbanos, residuos ganaderos, agrícolas y otros para los cuales se aplique el proceso de digestión anaerobia, tanto individualmente como en codigestión. → **b.7.3.** Instalaciones que empleen como combustible principal estiércoles mediante combustión y biocombustibles líquidos.
Grupo b.8. Centrales que utilicen como combustible principal biomasa procedente de instalaciones industriales.	→ **b.8.1.** Centrales que utilicen como combustible principal biomasa procedente de instalaciones industriales del sector agrícola. → **b.8.2.** Centrales que utilicen como combustible principal biomasa procedente de instalaciones industriales del sector forestal. → **b.8.3.** Centrales que utilicen como combustible principal licores negros de la industria papelera.

Fuente: Real Decreto 661/2007

Documentos de debate publicados

1/2009. Una propuesta para la elección del Gobierno Europeo. Antonio Estella
2/2009. Inclusión y diversidad: ¿repensar la democracia? Wolfgang Merkel
3/2009. El Estado Dinamizador antes y después de la crisis económica. Carlos Mulas-Granados
4/2009. Programa para una política progresista: nota para el debate. Philip Pettit
5/2009. Liderando la Tercera Revolución Industrial y una nueva visión social para el mundo. Jeremy Rifkin
6/2009. Prioridades económicas de Europa, 2010-2015. André Sapir
7/2009. La crisis económica global: temas para la agenda del G-20. Joseph E. Stiglitz
8/2009. Global Progress: un paso decisivo para establecer una agenda progresista internacional para el siglo XXI. Matt Browne, Carmen de Paz, Carlos Mulas-Granados
9/2009. An EU "Fit for Purpose" in the Global Era. Una UE adaptada a la nueva era global. Loukas Tsoukalis, Olaf Cramme, Roger Liddle
10/2010. La estrategia 2020: del crecimiento y la competitividad a la prosperidad y la sostenibilidad. Antonio Estella y Maite de Sola
11/2010. La renovación liberal de la socialdemocracia. Daniel Innerarity
12/2010. La producción y el empleo en los sectores españoles durante los ciclos económicos recientes. Simón Sosvilla Rivero
13/2010. El modelo danés: un éxito en Europa. Mogens Lykketoft
14/2010. ¿Qué valor añade España a África subsahariana?: estrategia y presencia de España en la región. José Manuel Albares
15/2010. La Alianza de Civilizaciones: una agenda internacional innovadora. La dimensión local y su potencial en África. Juana López Pagán
16/2010. La crisis económica mundial en África subsahariana: consecuencias y opciones políticas para las fuerzas progresistas. Manuel de la Rocha Vázquez
17/2010. Microfinanzas, microcréditos y género en Senegal. Josefa Calero Serrano
18/2010. El debate sobre la Estrategia Española de Seguridad. Antonio Estella, Aida Torres y Alicia Cebada
19/2010. Biocombustibles líquidos: situación actual y oportunidades de futuro para España. Ricardo Guerrero, Gustavo Marrero, José M. Martínez-Duart y Luis A. Puch
20/2010. Conferencia African Progress. El papel y el futuro de las políticas progresistas en África subsahariana. Carmen de Paz y Guillermo Moreno
1/2011. Nuevas ideas para la regulación del sistema financiero internacional. Propuestas de reforma en el marco del G-20. Rafael Fernández y Antonio Estella
2/2011. El enmarcado socialdemócrata de la inmigración en España. David H. Corrochano
3/2011. La política de la inmigración en España desde la crítica y el análisis progresista. Héctor Cebolla Boado
4/2011. Ideas para las ciudades inteligentes del futuro. Johannes von Stritzky y Casilda Cabrerizo
5/2011. *Product space:* ¿qué nos dice sobre las oportunidades de crecimiento y transformación estructural de África subsahariana? Arnelyn Abdon y Jesús Felipe
6/2011. El poder del discurso. Un análisis de la comunicación de los valores progresistas en España. Coordinador: Luis Arroyo
7/2011. La rehabilitación: una oportunidad para le reconversión del sector de la edificación. César Pavón, Casilda Cabrerizo, Reyes Maroto
8/2011. Ideas para superar el fracaso escolar en España: análisis y propuestas de futuro. Álvaro Choi y Jorge Calero

Documentos de trabajo publicados

1/2009. ¿Cómo votan los españoles en las elecciones europeas? Antonio Estella y Ksenija Pavlovic
2/2009. ¿Por qué es necesario limitar las retribuciones de los ejecutivos? Recomendaciones para el caso de España. Carlos Mulas-Granados y Gustavo Nombela
3/2009. El Tratado de Lisboa. Valores progresistas, gobernanza económica y presidencia española de la Unión Europea. Daniel Sarmiento
4/2010. Por la diversidad, contra la discriminación. La igualdad de trato en España: hechos, garantías, perspectivas. Fernando Rey Martínez y David Giménez Glück (coordinadores)
5/2010. Los actuales retos y la nueva agenda de la socialdemocracia. Ludolfo Paramio, Irene Ramos Vielba, José Andrés Torres Mora e Ignacio Urquizu
6/2010. Participación ciudadana en el ámbito municipal. Reflexiones teórico-empíricas y prácticas participativas. Eva Campos
7/2010. La nueva agenda social: reforma de las políticas activas de empleo. Asunción Candela, Carlos Mulas-Granados, Gustavo Nombela
8/2010. Ideas para la creación de "ATILA" (Área Trasatlántica de Integración para la Libertad Ampliada). Antonio Estella, Alicia Cebada, Claudia Martínez
1/2011. Mujer y economía sostenible: balance y perspectivas. Reyes Maroto, Asunción Candela y Carlos Mulas-Granados
2/2011. *Cloud computing:* retos y oportunidades. David Cierco y Johannes von Stritzky
3/2011. Gobierno abierto: alcance e implicaciones. Ana Corojan y Eva Campos
4/2011. Avances del gobierno económico en la Unión Europea. Antonio Estella, Claudia Martínez y Rafael Fernández

Documentos de análisis político publicados

1/2011. La España de Rajoy y Cameron
2/2011. Ciudades inteligentes: un modelo para Madrid
3/2001. Cara a cara en economía: las debilidades del PP y las fortalezas del PSOE

Informes publicados

Nuevas ideas para mejorar el funcionamiento de los mercados financieros y la economía mundial
Decálogo de reformas para responder a una crisis sistémica
(Diciembre de 2008)

La producción de los pequeños agricultores y la reducción de la pobreza
Principios para un mecanismo de coordinación financiera (MCF) de apoyo a los pequeños agricultores
(Enero de 2009)

Un nuevo modelo energético para España
Recomendaciones para un futuro sostenible
(Mayo de 2009)

Ideas para una nueva economía
Hacia una España más sostenible en 2025
(Enero de 2010)

Impuestos para frenar la especulación
Propuestas para el G-20
(Mayo de 2010)

La reforma de las pensiones
¿Cómo va a beneficiar a la sociedad española?
(Febrero de 2011)

Los empleos verdes en la Comunidad de Madrid
Posibilidades de futuro
(Marzo de 2011)

La contribución de la inmigración a la economía española
Evidencias y perspectivas de futuro
(Mayo de 2011)

Ideas sobre África
Desarrollo económico, seguridad alimentaria, salud humana y cooperación española al desarrollo
(Junio de 2011)

El reto de la obesidad infantil
La necesidad de una respuesta colectiva
(Julio de 2011)

DT
01/2012

Emilio Cerdá Tena

LA BIOMASA EN ESPAÑA: UNA FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE CON GRAN FUTURO

fundación ideas
C/ Gobelas, 31 · C.P. 28023 · Madrid
Teléfono [+34] 915 820 091 · Fax [+34] 915 820 090
info@fundacionideas.es · www.fundacionideas.es