

Área de Biomasa

CAPÍTULO 3.6

3.6. Área de Biomasa

La heterogeneidad es la característica fundamental del área de biomasa, una heterogeneidad que afecta tanto a la descripción de los materiales que pueden ser empleados como combustibles como a los posibles usos energéticos de los mismos, y que hace imposible abordar esta área desde una única perspectiva, pues existen tantas como combinaciones entre tipos de biomasa utilizables y tecnologías para su aprovechamiento energético.

El análisis del área de biomasa desarrollado en este capítulo parte del repaso a la situación europea en el contexto de los objetivos recogidos en el Libro Blanco de las Energías Renovables, para centrarse después en la situación del sector en nuestro país.

Con relación al ámbito nacional, se recoge un estudio pormenorizado de los diferentes tipos de recurso de biomasa, abordando su problemática específica e identificando zonas y medidas prioritarias de actuación para su aprovechamiento energético, y junto a él un recorrido por los aspectos tecnológicos, normativos, medioambientales y económicos más relevantes ligados al uso energético de la biomasa. Dentro de los primeros se hace especial hincapié en la necesidad de realizar una adecuación de la biomasa al uso energético, así como en los bajos rendimientos de transformación asociados tradicionalmente a los equipos empleados. En cuanto a los aspectos ambientales se destaca el balance neutro de CO₂ de los proyectos de aprovechamiento energético de la biomasa, y por último, en los económicos, la incidencia de la aprobación del RD 436/2004, de 12 de marzo, por su efecto en la rentabilidad económica de los proyectos de generación eléctrica con biomasa.

Los últimos apartados de este capítulo los ocupan un análisis de las principales barreras que se oponen al desarrollo de este tipo de aplicaciones, un conjunto de medidas para superar aquellas a corto y medio plazo, los objetivos energéticos en el periodo 2005-2010, un acercamiento a la estructura del sector industrial nacional y, por último, un repaso a las necesidades del sector en el ámbito de la I+D, de vital importancia para que esta área tenga un desarrollo consistente en los próximos años.

3.6.1. Situación en la Unión Europea

Conseguir un crecimiento sustancial de las fuentes de energía renovables en el ámbito de la Unión Europea fue el motivo que llevó, en el marco de la política energética comunitaria, a la elaboración en el año 1997 del Libro Blanco para una Estrategia Común y un Plan de Acción para las Energías Renovables, por parte de la Comisión de las Comunidades Europeas.

Este documento planteaba un ambicioso objetivo general, consistente en la aportación de las fuentes de energía renovables en un porcentaje del **12% de la energía primaria demandada en el conjunto de la Unión Europea en el año 2010**.

En lo que respecta al uso energético de la biomasa en aplicaciones térmicas o eléctricas, el objetivo establecido para 2010 fue el de incrementar la participación de la biomasa en el consumo energético de la Unión en 57 millones de tep, repartidos en 30 millones de tep procedentes de biomasa residual y el resto de cultivos energéticos.

Como puede observarse en la figura 1, a finales del año 2003, el consumo de biomasa en la Unión Europea, medido en términos de energía primaria, alcanzó los 43 Mtep en la UE-15, con un crecimiento del 6,1 % sobre los datos del 2002. La evolución de este consumo, no obstante, es muy heterogénea dependiendo del país de que se trate, y en cualquier caso marca una tendencia que haría imposible cumplir con los objetivos globales enunciados en el Libro Blanco.

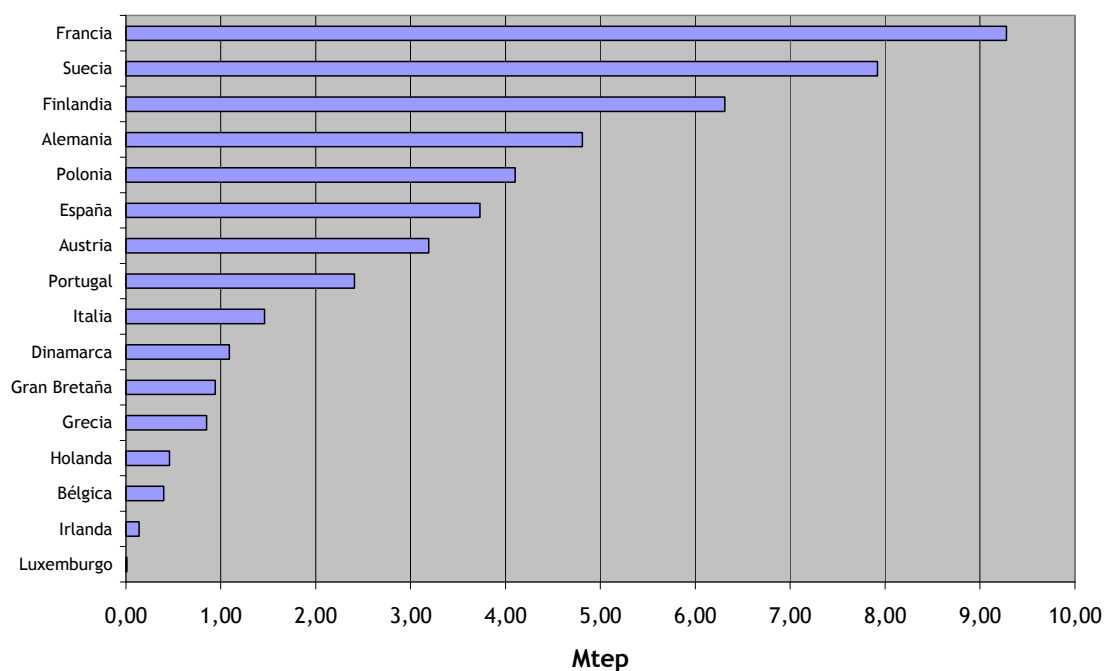


Figura 1. Consumo de biomasa en la Unión Europea, a 31/12/2003 (EurObserv'ER). Corresponde a la UE-15, incluyendo por su relevancia el dato de consumo de Polonia

3.6.2. Análisis del Área de la Biomasa

Tomando como punto de partida el objetivo energético recogido en el Libro Blanco de la Comisión Europea, y a partir del compromiso asumido en la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, se elaboró el Plan de Fomento de las Energías Renovables, que fue aprobado por el Consejo de Ministros el 30 de diciembre de 1999, y en el que se definió el objetivo de desarrollo de cada área de energía renovable para cubrir, entre todas, al menos el 12% del consumo nacional en términos de energía primaria en 2010.

Dentro del área de biomasa el objetivo de desarrollo durante el periodo 1999-2010 se estableció en 6.000.000 tep, repartidos en 5.100.000 tep asociados a aplicaciones eléctricas y 900.000 tep en aplicaciones térmicas, tanto en el ámbito doméstico como industrial.

3.6.2.1. Situación Actual

El consumo de biomasa en España ascendió, a finales de 2004, hasta 4.167 ktep. En la tabla siguiente se observa que los sectores de mayor consumo en nuestro país son el doméstico, con casi la mitad del total, seguido de los de pasta y papel, madera, muebles y corcho, y alimentación, bebidas y tabaco. Entre los cuatro abarcan casi el 90% del total.

**Consumo de biomasa en España
desagregado por sectores (2004)**

SECTOR	TEP	%
Doméstico	2.056.508	49,4%
Pasta y papel	734.851	17,6%
Madera, muebles y corcho	487.539	11,7%
Alimentación, bebidas y tabaco	337.998	8,1%
Cantrales de energía eléctrica (no CHP)	254.876	6,1%
Cerámica, cemento y yesos	129.013	3,1%
Otras actividades industriales	57.135	1,4%
Hostelería	30.408	0,7%
Agrícola y ganadero	21.407	0,5%
Servicios	19.634	0,5%
Productos químicos	16.772	0,4%
Captación, depuración y distribución de agua	15.642	0,4%
Textil y cuero	5.252	0,1%
TOTAL	4.167.035	

Por Comunidades Autónomas son Andalucía, Galicia y Castilla y León las que registran un mayor consumo, hecho en el que influyen factores diversos, como la presencia de empresas consumidoras de grandes cantidades de biomasa (por ejemplo, del sector de celulosas), la existencia de un sector forestal desarrollado, o una estructura poblacional donde prime el diseminado, que se relaciona con un mayor consumo en el ámbito doméstico. En la figura 2 se refleja el consumo por Comunidades Autónomas a finales de 2004.

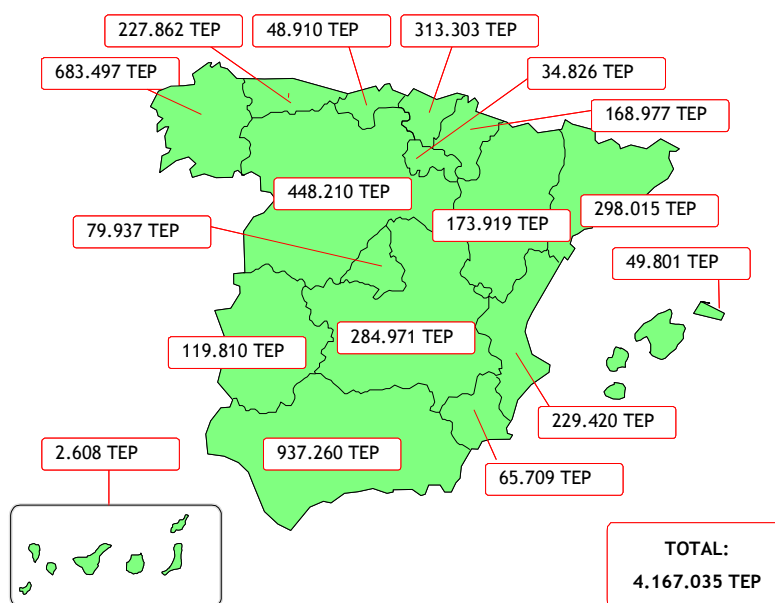


Figura 2. Consumo de biomasa en España, desglosado por Comunidades Autónomas, a 31/12/2004 (IDAE)

La evolución del consumo de biomasa a partir del año de referencia del Plan de Fomento (1998) muestra un crecimiento en términos cuantitativos hasta finales de 2004 de 538 ktep, concentrados fundamentalmente en la aplicación eléctrica. Sin embargo, estos datos resultan insuficientes comparados con el objetivo de crecimiento previsto en el Plan, que prevé llegar a los 9.568 ktep en 2010. Tomando como referencia este objetivo, el crecimiento del área durante el periodo 1999-2004 supone tan sólo un 9,0 % del objetivo.

	Años						2010
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	Objetivo
Aplicación eléctrica	227	236	302	516	644	680	5.311
Aplicación térmica	3.435	3.454	3.462	3.466	3.478	3.487	4.318
TOTAL	3.663	3.691	3.764	3.982	4.122	4.167	9.629

La tendencia apuntada en la tabla anterior puede verse con mayor claridad en la figura 3. En cualquier caso, debe tenerse en cuenta que estos datos se pueden ver afectados por el estudio de la evolución del consumo de biomasa para fines térmicos, pues es más que probable que en este periodo se hayan producido cambios de uso de la biomasa hacia aplicaciones eléctricas, cambios que no supondrían adición de energía primaria al balance total de la biomasa.

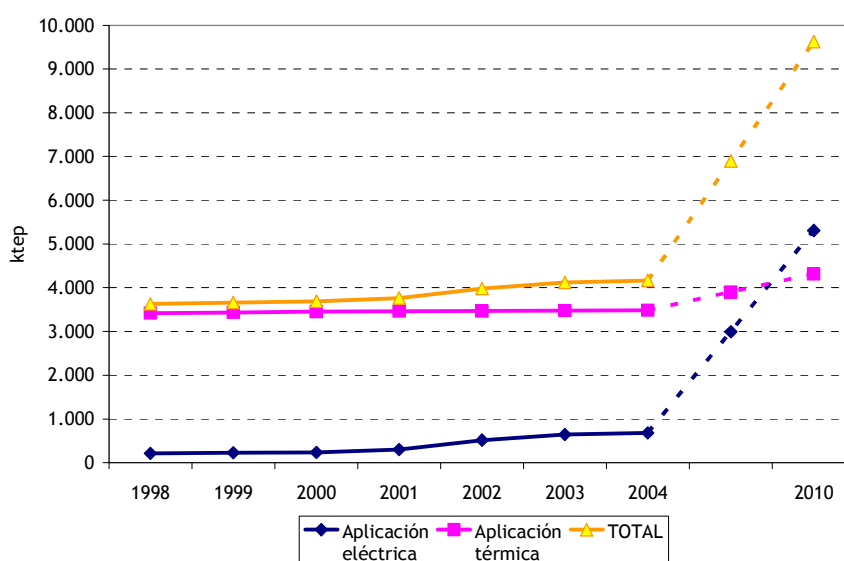


Figura 3. Evolución del consumo de biomasa y previsiones según el Plan de Fomento (IDAE)

Un análisis diferenciado por tipo de aplicación revela que el objetivo marcado en su día por el Plan de Fomento de incrementar la aportación de los usos térmicos en 900.000 tep durante el periodo 1999-2010 está lejos de cumplirse, pues tan sólo se han alcanzado 69.446 tep, lo que supone un ritmo de crecimiento de 11.574 tep/año en lugar de los 75.000 tep/año que serían necesarios. La evolución de esta aplicación desde 1999 se puede ver en la figura 4, donde se aprecia una evolución oscilante en su crecimiento.

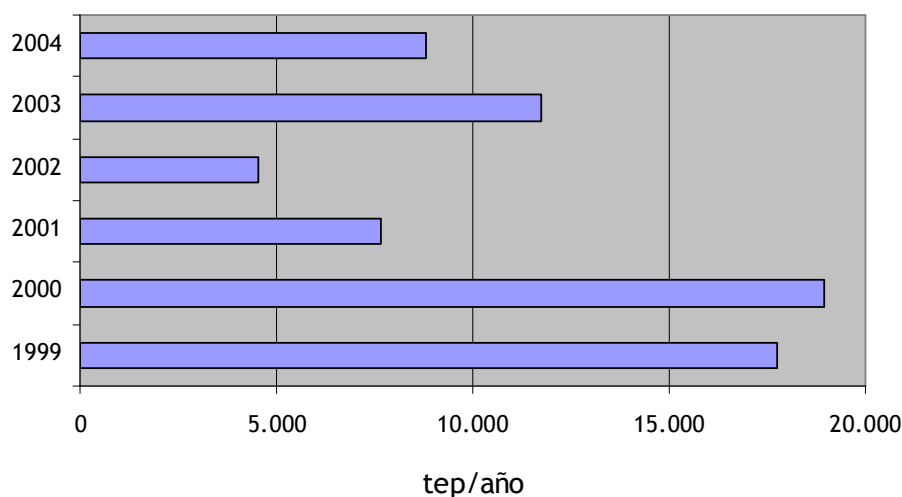


Figura 4. Evolución del uso térmico de la biomasa durante el periodo de vigencia del Plan de Fomento (IDAE)

Por último, y respecto al tipo de recurso empleado en estos proyectos, destaca la presencia de un buen número de proyectos relativos a estufas y calderas domésticas que son abastecidas a partir de residuos forestales, si bien por su relevancia en términos energéticos los proyectos más relevantes son los que emplean como materia prima los residuos de origen industrial, tanto de industrias forestales como agrícolas. Esta información se encuentra recogida en el cuadro que se muestra a continuación.

Biomasa térmica: proyectos en explotación (1999-2004)

	Número de proyectos	Energía primaria (tep)
Residuos forestales	147	3.898
Residuos agrícolas leñosos	0	0
Residuos agrícolas herbáceos	1	3.303
Residuos de industrias forestales	113	40.368
Residuos de industrias agrícolas	26	21.877
Cultivos energéticos	0	0
TOTAL	287	69.446

En lo que respecta a las **aplicaciones eléctricas** de la biomasa el balance es incluso más pesimista. Los 5.100.000 tep de incremento en el horizonte de 2010 suponían un crecimiento medio anual de 425.000 tep/año, aunque la realidad muestra que durante el periodo 1999-2004 sólo se ha alcanzado un incremento total de 468.856 tep, lo que arroja una media anual de 78.143 tep/año. La evolución de esta aplicación desde 1999 se puede ver en la figura 5.

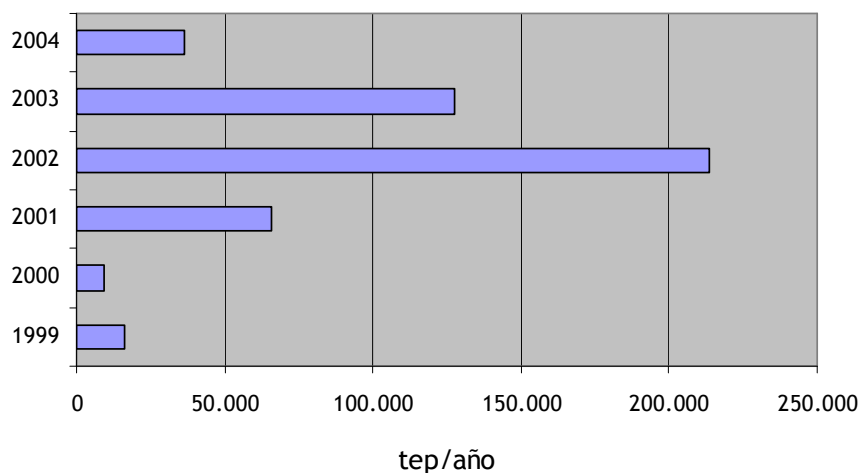


Figura 5. Evolución del uso eléctrico de la biomasa en términos de energía primaria durante el periodo de vigencia del Plan de Fomento (IDAE)

La misma evolución aparece reflejada en la figura 6 en términos de potencia instalada.

Potencia eléctrica con biomasa y previsiones (MW)

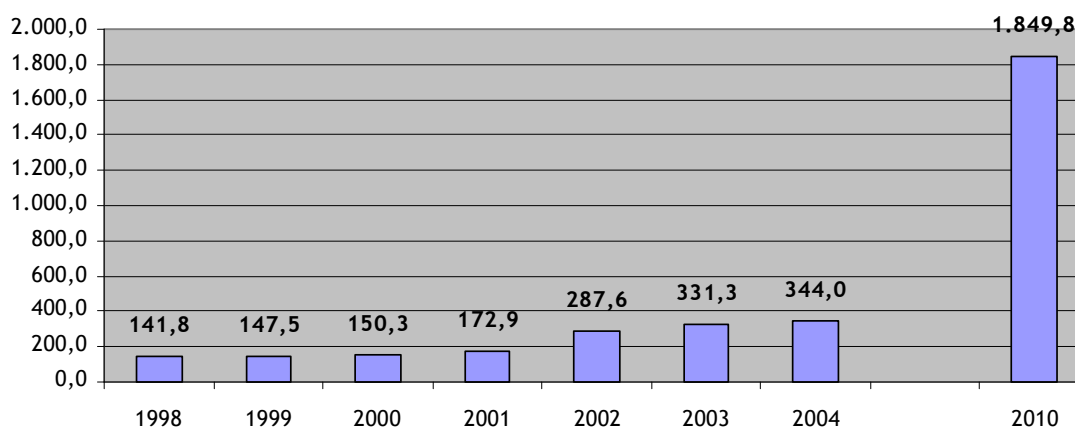


Figura 6. Evolución del uso eléctrico de la biomasa medida en potencia instalada durante el periodo de vigencia del Plan de Fomento (IDAE)

Por último, y respecto al tipo de recurso empleado en estos proyectos, al igual que en el caso de la aplicación térmica son los residuos de industrias forestales y agrícolas los más empleados, si bien existen proyectos puntuales en otras áreas. El detalle de esta información se recoge en el cuadro siguiente.

Biomasa eléctrica: proyectos en explotación (1999-2004)

	Número de proyectos	Energía primaria (tep)
Residuos forestales	2	5.773
Residuos agrícolas leñosos	0	0
Residuos agrícolas herbáceos	1	55.500
Residuos de industrias forestales	8	166.578
Residuos de industrias agrícolas	11	241.005
Cultivos energéticos	0	0
TOTAL	22	468.856

Globalmente considerada, el área de biomasa se ha visto lastrada en el cumplimiento de los objetivos del Plan de Fomento por los escasos resultados de la utilización de residuos agrícolas y cultivos energéticos. Como ya ha quedado señalado en párrafos anteriores, los magros progresos realizados se han hecho sobre la base de la utilización de residuos de procedencia industrial. Fuera de ahí sólo ha quedado espacio para proyectos muy puntuales y para instalaciones de muy reducida capacidad. El detalle de esta información se encuentra recogida a continuación.

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

	Número de proyectos	Energía primaria (tep)	Objetivo Plan 2010 (tep)	Grado de cumplimiento del objetivo (%)
Residuos forestales	149	9.671	450.000	2,1%
Residuos agrícolas leñosos	0	0	350.000	0,0%
Residuos agrícolas herbáceos	2	58.803	1.350.000	4,4%
Residuos de industrias forestales	121	206.946	250.000	82,8%
Residuos de industrias agrícolas	37	262.882	250.000	105,2%
Cultivos energéticos	0	0	3.350.000	0,0%
TOTAL	309	538.302	6.000.000	9,0%

3.6.2.2. Análisis del recurso

A finales de 2004 el consumo de biomasa en España alcanzó los 4.167 ktep, distribuidos prácticamente a partes iguales entre el sector doméstico y el industrial.

Un análisis somero del consumo de biomasa por tipo de recurso empleado como combustible revela una gran utilización de los residuos de industrias forestales y agrícolas con relación a otros tipos de recurso como los residuos forestales, agrícolas, o los cultivos energéticos, todavía inéditos en nuestro país. Esta heterogeneidad es, para el área de biomasa, tanto una característica fundamental como una fuente de problemas para su desarrollo, hasta el punto de que es imposible entender este sector sin detenerse en las peculiaridades de cada tipo de recurso. A continuación se recoge una relación de los principales recursos existentes:

a) Residuos forestales

Caracterización: son los residuos procedentes de los tratamientos y aprovechamientos de las masas vegetales para la defensa y mejora de éstas, obtenidos tras las operaciones de corta, saca y transporte a pista



La mecanización de los trabajos para el aprovechamiento de los residuos forestales es complicada. Puede plantearse su transformación mediante astillado para mejorar las condiciones económicas del transporte de la biomasa, obteniendo un producto manejable y de granulometría homogénea. Existe maquinaria en el mercado aunque en muchos casos no se consigue la viabilidad económica que permita su aprovechamiento. En los últimos años se han desarrollado tecnologías de compactación en monte con nuevos equipos que incorporan prensas a fin de incrementar la densidad del material para su transporte.

La obtención de residuos forestales implica una serie de operaciones de limpieza, astillado y transporte, que superan sensiblemente los precios que el uso energético puede pagar, pero cuya realización constituye el origen de la existencia de este recurso y que se justifican desde el punto de vista medioambiental.

Problemática:

- Disponibilidad del recurso en cantidad, calidad y precio

De acuerdo con las características de los aprovechamientos forestales y las actuaciones de limpieza de los montes, es difícil asegurar una producción estable de grandes cantidades de biomasa para una zona establecida. Asimismo, la heterogeneidad de los residuos obtenidos en algunas actuaciones forestales no permite establecer un producto final homogéneo para todo el periodo de explotación de las plantas de generación energética. Por otro lado, es necesario disponer de forma sostenida en el tiempo de recursos económicos para mejora de la masa forestal y prevención de incendios, manteniendo la continuidad que precisan las inversiones energéticas. Esto hace que se dependa de los distintos organismos implicados en la asignación de estos recursos económicos.

- Existencia en algunos casos de un uso alternativo

Los residuos forestales tienen otros aprovechamientos tanto tradicionales como industriales. El uso de leñas en algunos montes o la venta de astillas a fábricas de tableros o a la industria papelera limitan los recursos existentes en algunos montes, especialmente aquellos cuya viabilidad económica es mayor.

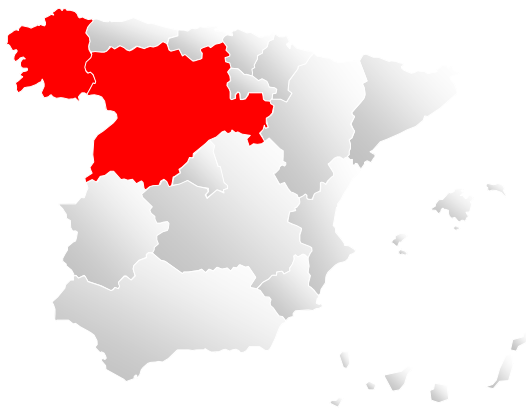
- Ausencia de pretratamientos de adecuación del recurso

Los residuos forestales quedan depositados en el monte tal y como son generados en las actividades propias del sector forestal. Esto implica una gran heterogeneidad tanto física como en su composición. Existen alternativas para homogeneizar el recurso o, en su caso, facilitar su transporte. Estas alternativas son el astillado y la compactación aunque en muchos casos son necesarias actividades de demostración que garanticen la viabilidad de estas prácticas.

Zonas prioritarias de actuación:

De acuerdo con los estudios realizados sobre potencial de recursos de residuos forestales para biomasa se han localizado dos Comunidades Autónomas como zonas prioritarias de actuación. Estas zonas destacan sobre las demás debido a las características específicas de su sector forestal. Estas dos Comunidades son Castilla y León y Galicia. En ellas la

existencia de un porcentaje elevado de superficie forestal con una gran actividad del sector de la madera, permite establecer una mayor viabilidad de los proyectos de aprovechamiento de la biomasa. Entre las dos superan el 40 % del potencial nacional de biomasa procedente de residuos forestales, alcanzando unas cifras superiores a las 580.000 tep/año de recursos existentes.



Comunidad	Res. Forestales (tep)	Porcentaje	Recursos existentes (tep)	Recursos existentes (t)
Andalucía	124.380	9,1%	0	0
Aragón	98.058	7,1%	0	0
Asturias	34.238	2,5%	0	0
Baleares	0	0,0%	0	0
Canarias	0	0,0%	0	0
Cantabria	25.823	1,9%	0	0
Castilla-La Mancha	113.156	8,2%	0	0
Castilla-León	367.668	26,8%	367.668	1.050.480
Cataluña	92.340	6,7%	0	0
Com. Valenciana	54.851	4,0%	0	0
Extremadura	134.338	9,8%	0	0
Galicia	220.461	16,1%	220.461	629.889
La Rioja	12.454	0,9%	0	0
Madrid	12.991	0,9%	0	0
Navarra	19.302	1,4%	0	0
Pais Vasco	34.239	2,5%	0	0
Región de Murcia	29.129	2,1%	0	0
TOTAL	1.373.428		588.129	1.680.369

b) Residuos agrícolas leñosos

Caracterización: son los procedentes de las podas de olivos, frutales y viñedos

Estos residuos tienen un marcado carácter estacional derivado del tipo de cultivo de donde provienen. Igual que en el caso de residuos forestales es necesario realizar tratamientos de la biomasa como el astillado o la compactación que homogenicen y disminuyan los costes derivados de su transporte.



Problemática:

- Disponibilidad del recurso en cantidad, calidad y precio

De acuerdo con las características de la producción de estos residuos, es necesaria una gran labor de logística de suministro de las plantas, ya que su carácter estacional obliga a la existencia de centros de acopio de biomasa. Asimismo, la heterogeneidad de los residuos obtenidos en algunos cultivos no permite establecer un producto final

homogéneo para todo el periodo de explotación de las plantas de generación energética. En este caso existen normativas cada vez más restrictivas sobre la permanencia de estos residuos en los cultivos o sobre su quema en el campo. Ello obliga a buscar soluciones alternativas como es su aprovechamiento energético.

- Dispersión y pequeña escala de las explotaciones agrícolas generadoras del recurso

La dispersión de estos residuos y la pequeña escala de la mayoría de las explotaciones también son problemas a tener en cuenta, ya que dificultan la logística de aprovisionamiento y obligan a establecer contactos con un gran número de productores.

- Ausencia de pretratamientos de adecuación del recurso

Estos residuos son generados durante las actividades propias de los cultivos de origen. Ello implica una gran dispersión tanto física como en el tiempo. Existen alternativas para homogeneizar el recurso o, en su caso, facilitar su transporte. Estas alternativas son el astillado y la compactación aunque en muchos casos son necesarias actividades de demostración que garanticen la viabilidad de estas prácticas.

Zonas prioritarias de actuación:

Una vez analizados los estudios de potencial de recursos procedentes de residuos agrícolas leñosos se ha definido una serie de Comunidades Autónomas como zonas prioritarias de actuación. Estas zonas destacan sobre las demás debido a su alto potencial de producción de especies leñosas dentro del sector agrícola. Las zonas prioritarias se enmarcan en las Comunidades de Cataluña, Valencia, Castilla La Mancha y Andalucía. En ellas destaca el alto porcentaje de superficie destinado a cultivos leñosos en comparación con el resto de España. Estas Comunidades generan cerca del 68 % del potencial nacional de biomasa procedente de residuos agrícolas leñosos, con una producción potencial que supera las 1.950.000 tep/año.



Comunidad	Res. Agr. Leñosos (tep)	Porcentaje	Recursos existentes (tep)	Recursos existentes (t)
Andalucía	266.740	26,6%	266.740	762.114
Aragón	84.930	8,5%	0	0
Asturias	2.470	0,2%	0	0
Baleares	13.240	1,3%	0	0
Canarias	3.020	0,3%	0	0
Cantabria	0	0,0%	0	0
Castilla-La Mancha	145.510	14,5%	145.510	415.743
Castilla-León	22.850	2,3%	0	0
Cataluña	129.170	12,9%	129.170	369.057
Com. Valenciana	145.160	14,5%	145.160	414.743
Extremadura	64.790	6,5%	0	0
Galicia	6.240	0,6%	0	0
La Rioja	31.310	3,1%	0	0
Madrid	7.410	0,7%	0	0
Navarra	11.530	1,1%	0	0
País Vasco	3.240	0,3%	0	0
Región de Murcia	66.360	6,6%	0	0
TOTAL	1.003.970		686.580	1.961.657

c) Residuos agrícolas herbáceos

Caracterización: son principalmente pajas de cereal y cañote de maíz

Problemática:

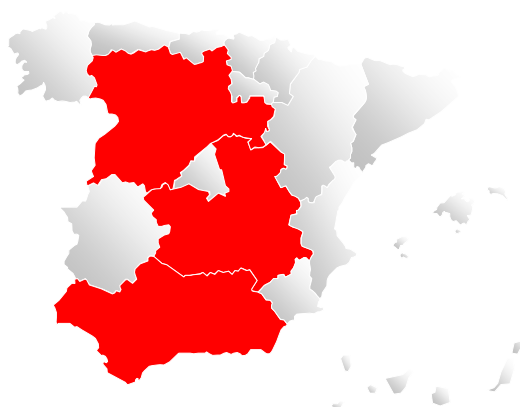
- Disponibilidad del recurso en cantidad, calidad y precio

La generación de estos residuos también es estacional, coincidiendo con los periodos de cosecha de los distintos productos agroalimentarios. Esto, unido a las variaciones anuales de la producción agrícola, dificulta la estabilidad en el suministro de las plantas de generación de energía. Además, la variación en la producción también da lugar a variaciones en los precios de estos residuos, marcados por los mercados alternativos existentes.



Zonas prioritarias de actuación:

Las principales zonas de producción agrícola herbácea en España se sitúan en las Comunidades Autónomas de Castilla y León, Castilla La Mancha y Andalucía. Una vez analizados los estudios de potencial de recursos procedentes de residuos agrícolas herbáceos se han definido estas Comunidades Autónomas como zonas prioritarias de actuación. En estas Comunidades se genera más del 65 % del potencial nacional de biomasa procedente de residuos agrícolas herbáceos, con una producción potencial en torno a las 5.200.000 tep/año.



Comunidad	Res. Agr. Herbáceos (tep)	Porcentaje	Recursos existentes (tep)	Recursos existentes (t)
Andalucía	1.152.960	14,7%	1.152.960	3.294.171
Aragón	730.930	9,3%	0	0
Asturias	2.180	0,0%	0	0
Baleares	21.880	0,3%	0	0
Canarias	2.030	0,0%	0	0
Cantabria	1.830	0,0%	0	0
Castilla-La Mancha	1.188.480	15,1%	1.188.480	3.395.657
Castilla-León	2.863.020	36,4%	2.863.020	8.180.057
Cataluña	605.670	7,7%	0	0
Com. Valenciana	97.490	1,2%	0	0
Extremadura	380.510	4,8%	0	0
Galicia	181.380	2,3%	0	0
La Rioja	97.830	1,2%	0	0
Madrid	101.100	1,3%	0	0
Navarra	331.110	4,2%	0	0
País Vasco	92.170	1,2%	0	0
Región de Murcia	15.460	0,2%	0	0
TOTAL	7.866.030		5.204.460	14.869.886

d) Residuos de industrias forestales y agrícolas

Caracterización: los residuos de industrias forestales se producen en las industrias de primera y segunda transformación de la madera; los residuos de industrias agrícolas proceden de la actividad de industrias como la del aceite de oliva, conservera, de frutos secos, etc.



Los residuos de industrias forestales forman un conjunto de materiales heterogéneos entre los que se encuentran las astillas, cortezas, serrín, recortes, cilindros, finos y otros. Su tratamiento y manejo se realiza en los propios establecimientos industriales donde se originan existiendo equipos adecuados para ello. Su grado de aprovechamiento es alto, aunque las variaciones en su producción pueden impedir algunas de sus aplicaciones energéticas. Además, su disponibilidad está condicionada por la actividad industrial que los genera.

Los residuos de industrias agrícolas tienen un origen muy variado destacando los procedentes del sector productor de aceite de oliva. Existe otro conjunto de materiales de alto grado de humedad y suelen utilizarse en alimentación animal. También son destacables los obtenidos en la producción de frutos secos.

Problemática:

- Disponibilidad limitada del recurso

En general estos residuos están condicionados a la actividad industrial que los genera. Este tipo de actividad es, en muchos casos, estacional lo que obliga a una logística de recogida más complicada para el abastecimiento de plantas de generación eléctrica. Por otro lado las fluctuaciones en la producción de las industrias del sector agroforestal impiden una estimación a largo plazo de los recursos anuales disponibles para una planta.

- Ausencia de pretratamientos de adecuación del recurso

Aunque algunas industrias del sector forestal tienen los equipos adecuados para el tratamiento de los residuos, en la mayoría de los casos, especialmente en el sector agrícola, no existen los equipos adecuados. Esto obliga a realizar inversiones en este sentido que disminuyen la viabilidad de los proyectos.

Zonas prioritarias de actuación:

Dada la importancia de la industria generadora de aceite de oliva de España, siendo el primer productor a nivel mundial y considerando la calidad de los residuos generados en este sector, se ha establecido como zona prioritaria aquella donde se concentra la mayoría de la producción. Esta zona coincide con la Comunidad Autónoma de Andalucía, en concreto la provincia de Jaén. De hecho, en esta Comunidad Autónoma se sitúa en torno al 37 % de los recursos potenciales de residuos de industria agroforestales, ascendiendo hasta 1.084.160 tep/año.



Comunidad	Res. Industriales potenciales (tep)	Res. Industriales utilizados (tep)
Andalucía	1.084.160	517.148
Aragón	103.621	46.449
Asturias	79.230	97.162
Baleares	26.240	6.993
Canarias	32.251	0
Cantabria	14.247	10.381
Castilla-La Mancha	156.235	121.757
Castilla-León	125.511	117.732
Cataluña	247.198	238.924
Com. Valenciana	199.224	86.832
Extremadura	69.047	20.078
Galicia	366.138	161.044
La Rioja	14.206	15.788
Madrid	59.894	11.749
Navarra	107.090	65.927
País Vasco	226.654	145.957
Región de Murcia	38.053	21.079
TOTAL	2.949.000	1.685.000

Nota: La estimación de residuos industriales potenciales se ha realizado teniendo en cuenta los datos del Plan de Fomento de las Energías Renovables, que sólo evaluó las industrias asociadas a la producción de aceite y las industrias forestales. Ello implica que el potencial real de residuos industriales es superior al indicado en esta tabla.

e) Cultivos energéticos

Caracterización: son cultivos destinados específicamente a la producción de materiales combustibles. En España son básicamente el cardo, el sorgo y la colza etíope

Este tipo de cultivos puede ser herbáceo o leñoso, constituyendo una alternativa a los cereales extensivos. La principales características de estos cultivos son su alta productividad, el requerimiento de maquinaria de uso agrícola común, el hecho de que no contribuyan de manera



sensible a la degradación del suelo, presentar un balance energético positivo y la posibilidad de recuperar fácilmente las tierras después de finalizado el cultivo energético.

Además de los cultivos ya mencionados también puede incluirse el uso de otros cultivos leñosos como los chopos, aunque estos están limitados a las zonas de regadío. En zonas de secano puede tenerse en cuenta el uso de eucaliptos como cultivo energético variando la especie según la región donde se sitúe el cultivo.

Problemática:

- Necesidad de un marco legislativo y de ayudas

Debido a la falta de experiencia en este campo es necesario establecer un marco legal y un sistema de apoyos que den seguridad a los agricultores a la hora de cambiar su actividad tradicional a la producción de cultivos energéticos.

- Altos costes que comprometen la rentabilidad de su cultivo

Dada la falta de sistemas convencionales para el cultivo y aprovechamiento energético de estos materiales es necesario establecer unas ayudas cuya cuantía compense los costes derivados del desarrollo de nuevos equipos y los sobrecostes del cultivo y recogida.

- Actividad en fase de demostración

La falta de experiencias y proyectos en explotación da lugar a incertidumbres a la hora de realizar las grandes inversiones asociadas a los proyectos de aprovechamiento de cultivos energéticos. Por ello es necesaria la realización de proyectos piloto que sirvan de demostración para los futuros inversores.

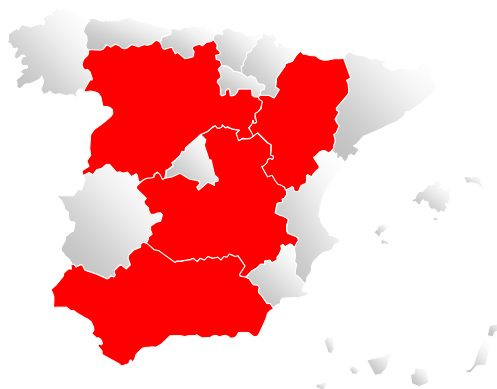
A su vez es necesaria la búsqueda de nuevas especies y la selección genética que permita mayores producciones por hectárea para la reducción de los costes unitarios del cultivo.

- Desde el punto de vista de la aplicación energética, su precio y el volumen de inversión asociado

Los costes asociados al cultivo y recolección de estas especies siguen siendo demasiado altos para asumirse como costes de materia prima en plantas de generación eléctrica. Además el coste de inversión asociado a las centrales termoeléctricas con cultivos energéticos también es muy superior al existente en los equipos convencionales. Todo ello disminuye la viabilidad económica de los proyectos hasta el punto de no ser rentables para los inversores.

Zonas prioritarias de actuación:

Se han considerado como zonas prioritarias de actuación aquellas donde la superficie agrícola destinada a cultivos supone un porcentaje importante del total de territorio regional. Estas zonas engloban las Comunidades Autónomas de Andalucía, Castilla La Mancha, Castilla y León, y Aragón. Estas cuatro Comunidades reúnen el 80 % del potencial de recursos de producción con cultivos energéticos, superando los 4.600.000 tep/año.



Comunidad	Cultivos energéticos (tep)	Porcentaje	Recursos existentes (tep)	Recursos existentes (t)
Andalucía	1.061.828	18,4%	1.061.828	2.949.522
Aragón	716.299	12,4%	716.299	1.989.719
Asturias	0	0,0%	0	0
Baleares	0	0,0%	0	0
Canarias	0	0,0%	0	0
Cantabria	0	0,0%	0	0
Castilla-La Mancha	1.130.223	19,6%	1.130.223	3.139.508
Castilla-León	1.700.445	29,5%	1.700.445	4.723.458
Cataluña	277.007	4,8%	0	0
Com. Valenciana	0	0,0%	0	0
Extremadura	383.940	6,7%	0	0
Galicia	0	0,0%	0	0
La Rioja	23.118	0,4%	0	0
Madrid	96.940	1,7%	0	0
Navarra	194.959	3,4%	0	0
Pais Vasco	55.591	1,0%	0	0
Región de Murcia	128.213	2,2%	0	0
TOTAL	5.768.563		4.608.795	12.802.208

De acuerdo con lo recogido en las páginas anteriores, la disponibilidad de biomasa en cantidad, calidad y precio es un problema común a la realización de cualquier proyecto de uso energético de la misma, problema que es consecuencia de la práctica inexistencia de un mercado del recurso de biomasa. Construirlo supone la necesidad de fomentar la constitución de **sociedades que resuelvan el problema de logística y adecuación** al uso energético, así como de disponer de los **mecanismos contractuales** que permitan establecer relaciones estables, reguladas y a largo plazo entre suministrador y transformador de la biomasa.

3.6.2.3. Aspectos Tecnológicos

En este punto conviene distinguir muy claramente la problemática ligada a la **gestión del recurso** de la relacionada con su transformación energética. En el primero de estos ámbitos los aspectos más relevantes son los ligados a la recogida del recurso y a la adecuación de sus características de granulometría, densidad y humedad para el uso energético, unidos a la logística de suministro a los centros de consumo.

Estos aspectos, con ser comunes a todos los tipos de biomasa, presentan particularidades según el recurso de que se trate, las cuales son comentadas a continuación:

✓ Recogida del recurso

Su deseable mecanización es particularmente complicada en el caso de los residuos forestales por las especiales características de las masas forestales españolas, lo que hace que estos trabajos sean intensivos en mano de obra y está en la raíz de los altos precios asociados a la adquisición de este tipo de residuos. Por su parte, el desarrollo de cultivos energéticos requiere en muchos casos del diseño y construcción de maquinaria adaptada para la recogida del recurso, por ser insuficiente la empleada actualmente en labores agrícolas.

✓ Adecuación del recurso a la aplicación energética

Se trata de un aspecto fundamental para asegurar un desarrollo fiable de los proyectos de valorización energética, que sin embargo está ausente de la mayor parte de los mismos en la actualidad por motivos económicos. Por adecuación del recurso se entiende la disponibilidad del mismo con unas características de humedad, densidad y granulometría que sean óptimas para la aplicación energética, lo que requiere de actuaciones diferentes dependiendo del tipo de biomasa de que se trate. Así, en el caso de los residuos forestales, residuos de industrias forestales, residuos agrícolas leñosos y cultivos energéticos leñosos estas tareas se centran en labores de astillado y compactación empleando maquinaria existente, mientras que para residuos agrícolas herbáceos serían interesantes en algunos casos las de compactación, a las que se sumaría en el caso de los cultivos energéticos herbáceos las de triturado de los mismos.

✓ **Logística de suministro**

Crear canales de comercialización de biomasa que permitan a los centros consumidores disponer del recurso con regularidad, calidad y a un precio aceptable es uno de los mayores retos a los que se enfrenta el desarrollo del sector en la actualidad, y afecta a todos los tipos de recurso, por cuanto sólo en casos muy contados se podría hablar de la existencia de un mercado de biomasa. La superación de la situación actual requiere de la constitución de centros de distribución de la biomasa, una figura novedosa en el panorama actual, y de la implementación de contratos de suministro a largo plazo entre suministradores y consumidores de biomasa.

Precisamente asegurar la logística de suministro es siempre el primer problema que debe enfrentar el desarrollo de un proyecto de aprovechamiento energético de la biomasa. En la fase de **transformación** energética, y respecto a las tecnologías convencionales de transformación, el empleo de la biomasa para usos térmicos, enfrentado en la actualidad a la competencia con otros combustibles, y en especial con el gas natural, tiene en los sobrecostes de los equipos y en los menores rendimientos de transformación sus principales inconvenientes, a los que se añaden las necesidades relativas al almacenamiento, manejo y atención de las instalaciones. El problema de los bajos rendimientos es común a la aplicación eléctrica tradicional, basada en un esquema de caldera-turbina con ciclo de vapor, que además se caracteriza por precisar altos niveles de inversión para pequeños rangos de potencia, rangos en los que se concentran las posibilidades de desarrollar proyectos habida cuenta del problema de la disponibilidad de biomasa.

Una posible solución a los problemas planteados por la aplicación eléctrica convencional la constituye el desarrollo de la tecnología de gasificación de la biomasa ligada a la combustión del gas producido en un motor, que implica rendimientos de transformación mayores que los de las tecnologías tradicionales, aunque tenga en la actualidad problemas en algunos aspectos del proceso, como la estabilidad del gasificador o la eficacia del sistema de limpieza de gases previo a la entrada al motor.

3.6.2.4. Aspectos Normativos

En el ámbito del recurso dos son las principales regulaciones que afectan al posible uso de la biomasa en nuestro país. En primer lugar la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes, que en su Disposición Adicional Cuarta afirma que “el Gobierno elaborará, en colaboración con las comunidades autónomas, una estrategia para el desarrollo del uso energético de la biomasa forestal residual, de acuerdo con los objetivos indicados en el Plan de Fomento de las Energías Renovables en España”; y por otro lado, todas las disposiciones que corresponden a la organización de la Política Agrícola Común, de extraordinaria importancia en lo referente al posible uso energético de la biomasa procedente de residuos agrícolas o cultivos energéticos. Respecto a este último punto es de especial importancia lo recogido en el Reglamento (CE) nº 1782/2003 del Consejo, de 29 de septiembre de 2003, donde se recoge el grueso de la última reforma de la PAC y se incluye por vez primera una línea de ayudas

encaminada al desarrollo de cultivos energéticos, ayuda que es desarrollada con mayor amplitud en dos reglamentos, el Reglamento (CE) nº 2237/2003 de la Comisión, de 23 de diciembre de 2003 y el Reglamento (CE) nº 1973/2004, de la Comisión, de 29 de octubre de 2004.

Siguiendo en el ámbito del recurso, y en lo que afecta a los cultivos energéticos forestales, se encuentra la ayuda del FEOGA para la implantación de cultivos forestales, ayuda que se encuentra en el Reglamento (CE) nº 1257/1999 del Consejo, de 17 de mayo de 1999 y que fue transpuesta a la legislación española por el Real Decreto 6/2001, sobre fomento de la forestación en tierras agrícolas.

Por lo que respecta al uso energético del recurso de biomasa la primera distinción que se debe realizar es la que separa el uso térmico del eléctrico. En el primero de los casos el avance normativo más reciente es el que afecta a la reforma en curso del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) para incluir en su ámbito las instalaciones de calefacción con biomasa. Y por lo que respecta a la generación de energía eléctrica con biomasa los hitos más notables dentro del ámbito normativo los marcan la Ley 54/1997, del Sector Eléctrico, y el Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. En este último se concreta, entre otros aspectos, el régimen económico de la generación eléctrica con biomasa, en el que se incluyen incentivos para la venta de la electricidad producida en el mercado eléctrico.

3.6.2.5. Aspectos Medioambientales

El uso energético de la biomasa dentro de un esquema sostenible de producción del recurso supone una actividad altamente beneficiosa para el medio ambiente. Y ello es así tanto en la fase de producción del recurso como en la de transformación energética del mismo.

Dentro de la fase de producción del recurso combustible, tal vez los efectos más positivos sobre el medio ambiente sean los centrados en la disminución del riesgo de incendios y plagas forestales asociados a la gestión del residuo forestal, y la disminución de vertidos y riesgos ambientales derivados de la gestión de los residuos de industrias agrícolas y forestales. Por último, y en lo que respecta a la producción de cultivos energéticos, debe destacarse la minimización de riesgos de contaminación por la escasez de laboreo asociado a esta actividad agraria.

En cuanto a la fase de aplicación, y por lo que respecta al apartado de emisiones a la atmósfera de las instalaciones de aprovechamiento energético de la biomasa, debe tenerse siempre presente la baja peligrosidad de aquellas, debida principalmente a la composición elemental de la biomasa, en la que se encuentran presentes en cantidades prácticamente inapreciables elementos como el azufre o el cloro. Asimismo, y en lo que respecta a las emisiones de CO₂, debe partirse del principio de que, en un esquema sostenible de producción del recurso como el citado en el primer párrafo, el balance de CO₂ será cuando menos neutro, al emitirse a la atmósfera una cantidad de carbono equivalente (o inferior) a la fijada por la biomasa durante su formación.

Partiendo de este último principio, un balance general de una central eléctrica alimentada con biomasa de **5 MW** de potencia eléctrica ofrece los siguientes datos: por una parte produce unos 37.500 MWh/año, equivalentes al consumo doméstico de unas 11.400 familias españolas. Por otro lado, con dicha producción, que equivale a unos 14.900 tep en términos de energía primaria, se **evita la emisión de unas 14.000 toneladas anuales de CO₂**, caudal de gas que sería emitido a la atmósfera si tuviese que generarse esa misma cantidad de energía por medio de centrales térmicas convencionales (en este caso el cálculo se ha realizado por comparación con las emisiones correspondientes a una central de ciclo combinado de gas natural).

El ahorro de emisiones de CO₂ a la atmósfera como consecuencia del uso energético de la biomasa tiene en la actualidad especial importancia, que se deriva del compromiso asumido

por nuestro país de cumplir con los acuerdos internacionales de reducción de emisiones de gas de efecto invernadero.

3.6.2.6. Aspectos Económicos

Las diferentes aplicaciones de la biomasa para uso energético han dado lugar a distintos sectores productivos, cada vez más diferenciados y especializados en mercados concretos. De esta forma las tecnologías se dividen en primer lugar en aplicaciones térmicas y eléctricas, existiendo mercados específicos para el uso térmico doméstico, el uso térmico industrial, la generación eléctrica pura con biomasa y las tecnologías de co-combustión. Los estados de madurez asociados a estas tecnologías en España son distintos, desde tecnologías maduras para los usos térmicos en el sector industrial hasta tecnologías incipientes en usos térmicos domésticos o generación eléctrica mediante co-combustión.

Los costes de inversión asociados a cada tipo de tecnología también varían mucho de un caso a otro, no sólo debido a su grado de madurez sino a los requerimientos de cada una de las aplicaciones.

En cuanto a los gastos de explotación de las distintas instalaciones también deben dividirse en las aplicaciones comentadas, por las mismas razones. Dentro de estos gastos, la principal componente se deriva de la compra de biomasa como combustible. El coste de la biomasa es muy sensible a la cantidad demandada, al transporte y a los posibles tratamientos de mejora de calidad necesarios para su uso, como el secado o la peletización.

Aspectos Económicos de las Plantas de tratamiento de biomasa

Dada la heterogeneidad de los materiales que componen lo que denominamos biomasa, no todos los biocombustibles que se utilizan necesitan el mismo tratamiento para su uso. Además, dependiendo de la aplicación de la biomasa la calidad del biocombustible, y por tanto el tratamiento necesario, es distinto.

Entre los tratamientos habituales el más común es la trituración o astillado del material, siendo a veces necesario un proceso de secado, una molturación posterior del producto astillado y, cuando se busca un producto de mayor calidad, un proceso de peletización.

Los principales parámetros que definen una instalación tipo de tratamiento de biomasa se recogen en la siguiente tabla.

Tratamiento de biomasa para su uso térmico en el sector doméstico	
Producción	1.580 t/año
Inversión planta	564.000 €
Vida útil	20 años
Horas operación anual	1.167 h/año
Cantidad de biomasa consumida	1.751 t/año
Costes compra Biomasa	3,0 cent/kg
Costes de personal	18.030 €/año
Costes de de reparación	600 €/año
Costes de de reposición	3.200 €/año
Precio venta	6,0 cent/kg

Aspectos Económicos de las Aplicaciones Térmicas de la Biomasa

Como se ha comentado, los costes de inversión dependen del tipo de aplicación debido a las distintas necesidades del usuario final de la energía. Esta diferencia en las necesidades del usuario hace que para usos térmicos industriales los costes de inversión se sitúen en el entorno de los 73 €/kW instalado, mientras que para los usos térmicos domésticos estos costes se elevan hasta el entorno de los 282 €/kW.

Respecto a los gastos de explotación, en las instalaciones térmicas domésticas es necesario el uso de combustibles más limpios y fáciles de transportar, distribuir y manejar en la instalación. Entre los combustibles utilizados en estas aplicaciones destacan los pelets, productos de gran calidad y precios elevados. En general los costes debidos a la biomasa en aplicaciones domésticas varían entre los 60 €/t para biomásas menos elaboradas, utilizadas en grandes redes de calefacción, hasta los 160 €/t para pelets envasados en pequeñas calderas de biomasa instaladas en viviendas unifamiliares.

Estos costes se reducen significativamente en las aplicaciones térmicas industriales, donde la biomasa suele ser propiedad del usuario, siendo necesario, en ocasiones algún tipo de tratamiento para su uso en la caldera. En estos casos los costes se sitúan entre 0 y 35 €/t, aunque pueden verse afectados por mercados paralelos de residuos para aplicaciones no energéticas.

Respecto a los otros gastos de explotación, distintos a los costes de combustible, estos tienen mayor importancia en las aplicaciones térmicas, donde suponen entre el 40 % y el 60 % del total de los mismos. Estos costes son especialmente significativos en redes de calefacción centralizada con grandes distancias desde la central hasta los consumidores finales.

Los principales parámetros que definen una instalación tipo de aprovechamiento térmico de biomasa se recogen en las tablas que se muestran a continuación. En ellas se consideran dos tipos característicos de proyectos: una aplicación térmica industrial y una red de calefacción centralizada.

Caldera industrial		
Potencia bruta		1.000 kW
Rendimiento global		80,0%
Vida útil		20 años
Horas operación anual		5.000 h/año
Cantidad de biomasa consumida	PCI _h = 3.000 kcal/kg	1.792 t/año
Costes Biomasa	84,8 €/tep	36.000 €/año
Costes Operación y Mantenimiento	114 €/tep	49.000 €/año
Inversión	73 €/kW	72.740 €
Producción energética		430 tep/año

Red de calefacción centralizada		
Potencia bruta		6.000 kW
Rendimiento transformación		85,0%
Rendimiento transporte		90,0%
Vida útil		20 años
Horas operación anual		820 h/año
Cantidad de biomasa consumida	PCI _h = 3.500 kcal/kg	1.580 t/año
Costes Biomasa	224 €/tep	94.800 €/año
Costes de explotación	384 €/tep	162.450 €/año
Inversión	282 €/kW	1,69 M€
Producción energética		423 tep/año

Aspectos Económicos de las Aplicaciones Eléctricas de la Biomasa

Los costes de inversión en el caso de la generación eléctrica tienen una clara división según se trate de instalaciones de generación eléctrica específicas de biomasa o instalaciones de co-combustión de biomasa y carbón en centrales térmicas convencionales.

La principal componente de los gastos de explotación en las instalaciones de generación eléctrica es siempre el coste de la biomasa utilizada, aún cuando se trate de residuos industriales. Dada la gran demanda de biomasa de este tipo de instalaciones el área de influencia para su suministro es muy grande, lo que implica una gran influencia del coste de transporte en el coste final de la biomasa, que por otro lado, al ser adquirida en mayores cantidades puede sufrir una reducción de su precio en origen.

✓ Instalaciones específicas de biomasa

Las instalaciones específicas de biomasa requieren sistemas más complejos que permitan la combustión de todos los componentes de la biomasa, incluidos los volátiles. Este hecho obliga a diseñar calderas con un mayor hogar lo que a su vez reduce su rendimiento. El mayor tamaño del hogar, unido al resto de componentes para el tratamiento y movimiento de la biomasa en la planta, dan lugar a unos costes de inversión en el entorno de los 1.800 €/kW instalado.

En este tipo de aplicaciones para generación eléctrica con biomasa, la mayor demanda de recursos y las menores limitaciones en cuanto a calidad del combustible dan lugar a importantes reducciones en los costes de la biomasa. En estos casos, las principales componentes que definen su coste son la distancia de transporte y el tipo de la biomasa, pudiendo variar entre los 43 €/t para el caso de cultivos energéticos y los 31 €/t cuando se utilizan residuos de cultivos agrícolas o forestales.

Un caso aparte son las aplicaciones eléctricas industriales, cuyas condiciones se asemejan a los usos térmicos industriales. Como ya se ha comentado, en estos casos los costes se sitúan entre 0 y 35 €/t, aunque pueden verse afectados por mercados paralelos de residuos para aplicaciones no energéticas. Otra posibilidad es la instalación de plantas de producción eléctrica que, utilizando residuos de industrias agroforestales, no sean propiedad de la empresa generadora del residuo. En estos casos los costes de la biomasa pueden subir, pero la concentración de la biomasa, en cantidad y calidad adecuadas, en un solo productor puede facilitar los contratos de suministro, haciendo más atractiva la inversión para el promotor.

Los principales parámetros que definen una instalación tipo de aprovechamiento eléctrico, específico de biomasa se recogen en las tablas que se muestran a continuación. En ellas se consideran cuatro tipos característicos de proyectos dependiendo de la biomasa utilizada: generación eléctrica con cultivos energéticos, con residuos agrícolas o forestales, con residuos de industrias agrícolas y con residuos de industrias forestales.

Generación eléctrica con Cultivos Energéticos		
Potencia eléctrica	5 MW	
Rendimiento global	21,6%	
Vida útil	20 años	
Cantidad de biomasa consumida	53.500 t/año	
Costes de combustible	0,061753 €/kWh	2.315.737 €/año
Costes Operación y Mantenimiento	0,009306 €/kWh	348.975 €/año
Inversión	1.803 €/kW	9.015.200 €
Producción eléctrica	37.500 MWh/año	

Generación eléctrica con Residuos Forestales y Agrícolas		
Potencia eléctrica	5 MW	
Rendimiento global	21,6%	
Vida útil	20 años	
Cantidad de biomasa consumida	53.500 t/año	
Costes de combustible	0,044942 €/kWh	1.685.325 €/año
Costes Operación y Mantenimiento	0,009306 €/kWh	348.975 €/año
Inversión	1.803 €/kW	9.015.200 €
Producción eléctrica	37.500 MWh/año	

Generación eléctrica con Residuos de Industrias Agrícolas		
Potencia eléctrica	5 MW	
Rendimiento global	21,6%	
Vida útil	20 años	
Cantidad de biomasa consumida	53.500 t/año	
Costes de combustible	0,044942 €/kWh	1.685.325 €/año
Costes Operación y Mantenimiento	0,009306 €/kWh	348.975 €/año
Inversión	1.803 €/kW	9.015.200 €
Producción eléctrica	37.500 MWh/año	

Generación eléctrica con Residuos Industrias Forestales		
Potencia eléctrica	5 MW	
Rendimiento global	21,6%	
Vida útil	20 años	
Cantidad de biomasa consumida	45.900 t/año	
Costes de combustible	0,018820 €/kWh	705.750 €/año
Costes Operación y Mantenimiento	0,009306 €/kWh	348.975 €/año
Inversión	1.803 €/kW	9.015.200 €
Producción eléctrica	37.500 MWh/año	

✓ Instalaciones de co-combustión

En las instalaciones de co-combustión la mayor parte de los equipos utilizados forman parte de la instalación convencional preexistente, lo que limita la inversión a los equipos destinados a preparar la biomasa para su inyección en la caldera de carbón. Por ello, los costes de inversión en las instalaciones de co-combustión de biomasa y carbón en centrales convencionales disminuyen hasta valores en el entorno de los 856 €/kW.

Las instalaciones de co-combustión se caracterizan por un mayor rendimiento de generación, por una mayor potencia instalada y, consecuentemente, por una mayor demanda de biomasa que las instalaciones específicas de biomasa. De esta forma, aunque las menores limitaciones en cuanto a calidad del combustible dan lugar a reducciones en los costes de la biomasa en origen, los costes derivados de una mayor distancia media de transporte y la necesidad de utilizar una mayor cantidad de recursos, que en algunas ocasiones debe cubrirse con biomásas más caras, define un coste medio de la biomasa en el entorno de los 47 €/t.

Los principales parámetros que definen una instalación tipo de co-combustión de biomasa y carbón en una central térmica convencional se recogen en la tabla siguiente.

	Generación eléctrica (Co-combustión en central térmica de carbón)	
Potencia eléctrica	56 MW	
Rendimiento global	30%	
Vida útil	20 años	
Cantidad de biomasa consumida	340.300 t/año	
Costes de combustible	0,038000 €/kWh	15.960.000 €/año
Costes Operación y Mantenimiento	0,007600 €/kWh	3.192.000 €/año
Inversión	856 €/kW	47.936.000 €
Producción eléctrica	420.000 MWh/año	

3.6.2.7. Barreras

Se distinguen aquí los principales problemas que dificultan el desarrollo del uso energético de la biomasa, distinguiendo la problemática relativa a la producción del recurso de aquella ligada a su transformación energética.

Barreras en la Fase de Producción

➤➤ General

Inexistencia de un mercado desarrollado de logística de biomasa.

En la actualidad el número de empresas dedicadas a la logística de suministro de biomasa es muy pequeño. Muchas de ellas son empresas de logística de combustibles convencionales, como el carbón, que han derivado parte de su negocio a la logística de biomasa. Pero la falta de demanda de biomasa por parte del sector hace que incluso las empresas de logística de biomasa existentes estén exportando gran parte de su biomasa a otros países.

Esta situación genera la carencia de un mercado de biomasa que permita asegurar en cantidad y calidad el suministro a las distintas plantas de generación que podrían plantearse.

➤➤ Residuos forestales

Disponibilidad del recurso en cantidad, calidad y precio.

El uso de la biomasa procedente de residuos de aprovechamientos forestales depende de las actividades forestales, no energéticas, realizadas en los montes españoles. Estas actividades se programan de acuerdo a criterios no energéticos de forma que no permiten asegurar la disponibilidad de biomasa según las necesidades de las centrales de producción energética. Así mismo, el material obtenido en los montes tiene una humedad elevada y puede verse contaminado con tierra debido al arrastre de la madera en el monte. Por otro lado la gran variación de los costes de extracción de la madera según la pendiente del terreno, la especie y el tipo de aprovechamiento dan lugar a un amplio intervalo de costes de la biomasa que en la mayoría de los casos supera los límites establecidos para su uso energético.

Existencia, en algunos casos, de un uso alternativo.

Los residuos forestales pueden, en ciertos casos, ser utilizados en empresas del sector forestal, como las industrias del tablero, lo que supone competir con un sector que puede pagar por los residuos forestales precios superiores a los admisibles dentro del sector energético.

Ausencia de pretratamientos de adecuación del recurso.

Actualmente los residuos procedentes de aprovechamientos forestales son abandonados en los montes en forma de leñas o residuos, sin astillar ni recibir ningún otro tipo de tratamiento. Con el fin de ser aprovechados energéticamente, estos residuos deben recibir el correspondiente tratamiento que permita su transporte de forma económica.

Estos pretratamientos pueden ser un astillado previo, una compactación o cualquier otro que disminuya los costes de transporte. Este tipo de pretratamientos no está optimizado técnica y económicamente, siendo necesaria la promoción de proyectos que impulsen su desarrollo.

➤➤ **Residuos agrícolas leñosos**

Disponibilidad del recurso en cantidad, calidad y precio.

El uso de la biomasa procedente de residuos generados en cultivos agrícolas leñosos depende de actividades agrícolas, no energéticas, principalmente podas. Estas actividades se programan de acuerdo a criterios no energéticos de forma que no permiten asegurar la disponibilidad de biomasa según las necesidades de las centrales de producción energética. Así mismo, el material obtenido en las operaciones de poda tiene una humedad elevada. Por otro lado la gran variación de los costes de poda según el tipo de cultivo, la especie y la región donde se sitúan dan lugar a un amplio intervalo de costes de la biomasa que en algunos casos supera los límites establecidos para su uso energético.

Dispersión y pequeña escala de las explotaciones agrícolas generadoras del recurso.

Las explotaciones agrícolas se caracterizan por su gran fragmentación, elevado número de propietarios y pequeño tamaño. En general estos propietarios abandonan los residuos en el campo ya que las pequeñas cantidades que generan no alcanzan los mínimos para definir un proyecto.

En cambio la unión de los residuos de varias explotaciones, cercanas entre si, puede acumular suficiente biomasa para plantearse un proyecto. La dificultad para realizar este tipo de proyectos radica en las complicaciones derivadas del establecimiento de un gran número de contratos de suministro de biomasa, uno con cada propietario, en precio y forma, para logra cantidades elevadas de biomasa.

Ausencia de pretratamientos de adecuación del recurso.

Actualmente los residuos generados en la poda de cultivos agrícolas leñosos son abandonados en los campos en forma de leñas o residuos, sin astillar ni recibir ningún otro tipo de tratamiento. Con el fin de ser aprovechados energéticamente, estos residuos deben recibir el correspondiente tratamiento que permita su transporte de forma económica.

Estos pretratamientos pueden ser un astillado previo, una compactación o cualquier otro que disminuya los costes de transporte. Este tipo de pretratamientos no está optimizado técnica y económicamente, siendo necesaria la promoción de proyectos que impulsen su desarrollo.

➤➤ **Residuos agrícolas herbáceos**

Disponibilidad del recurso en cantidad, calidad y precio.

El uso de la biomasa procedente de residuos generados en los cultivos agrícolas herbáceos depende de actividades agrícolas, no energéticas, como la cosecha del cereal. Estas actividades se programan de acuerdo a criterios no energéticos de forma que no permiten asegurar la disponibilidad de biomasa según las necesidades de las centrales de producción energética. Así mismo, el material obtenido en las operaciones de poda tiene una humedad elevada y contiene elementos procedentes de los abonos utilizados como el sodio el potasio

que pueden generar problemas en los sistemas de combustión. Por otro lado la gran variación de los costes de los residuos según el tipo de cultivo, la especie y la región donde se sitúan dan lugar a un amplio intervalo de costes de la biomasa que en algunos casos supera los límites establecidos para su uso energético.

➤ Residuos de industrias forestales y agrícolas

Disponibilidad limitada del recurso.

Los residuos procedentes en las industrias forestales y agrícolas son generados de acuerdo con las campañas de producción de materias primas, no energéticas, que establecen su planificación de forma muy distinta a al sector energético. Así mismo, la generación de estos residuos varía de acuerdo con las producciones del sector agrícola, no permitiendo una seguridad de suministro dentro del sector energético.

Ausencia de pretratamientos de adecuación del recurso.

Aunque algunos de los residuos generados en las industrias agroforestales pueden ser utilizados directamente para generación de energía, existe una gran cantidad de residuos que deben ser transformados adecuadamente para su transporte y uso en una la planta de producción energética. Este tipo de pretratamientos no está optimizado técnica y económicamente.

➤ Cultivos energéticos

Necesidad de un marco legislativo y de ayudas.

La falta de un marco legislativo, claro y adecuado, para la producción de cultivos energéticos provoca una situación de indefinición a los agricultores y futuros usuarios de este tipo de biomasa, que impide la firma de contratos a largo plazo que de estabilidad al desarrollo de este mercado. Por otro lado, los costes derivados del cultivo de especies con fines energéticos necesitan la definición de unas ayudas que den lugar a precios finales de la biomasa acordes con el mercado energético, algo insuficiente a día de hoy con las ayudas establecidas para las tierras de retirada que quieran dedicarse a usos energéticos.

Altos costes que comprometen la rentabilidad de su cultivo.

Como ya se ha mencionado en el punto anterior los altos costes derivados de la producción de cultivos energéticos no permiten el establecimiento de precios adecuados para la comercialización de la biomasa obtenida. De ello se deriva la necesidad de desarrollar métodos de cultivos que abaraten estos costes.

Actividad en fase de demostración.

Los cultivos energéticos desarrollados en España en la actualizada no han pasado de la fase de demostración, siendo necesaria la realización de proyectos que verifiquen las posibilidades reales de estos recursos y permitan adquirir la experiencia necesaria a los promotores para el desarrollo de nuevos proyectos.

Desde el punto de vista de la aplicación energética, su precio y el volumen de inversión asociado.

Teniendo en cuenta los actuales precios de la materia prima generada en los cultivos energéticos, los altos costes de los pretratamientos necesarios, como el secado, la compactación o el astillado, y los altos costes de inversión de las plantas de generación, el uso de estos recursos no es viable económicamente, frente a los precios de las energías convencionales.

Barreras en la Fase de Transformación Energética del Recurso

»» Aplicación térmica doméstica

Competencia con otros combustibles.

El uso de biomasa en el sector doméstico debe ofertar a los usuarios no sólo las mismas condiciones de precio y servicio, sino que este servicio debe realizarse con la misma calidad que en el caso de los combustibles convencionales utilizados habitualmente en el sector. Esto supone la necesidad de sistemas de generación limpios en lo referente a manipulación del combustible, con sistemas de autoencendido y retirada automática de cenizas, telegestión y con bajo nivel de ruidos. La adecuación de todos estos requerimientos a las aplicaciones de biomasa térmica necesita de un periodo de desarrollo tecnológico así como de la correspondiente transferencia tecnológica desde otros países con mayor tradición en estos usos.

Necesidades de personal para manejo, atención y almacenamiento de la biomasa.

Al ser la biomasa un combustible sólido de baja densidad, es necesaria la dedicación de personal cualificado para los procesos de logística y distribución a domicilio. Además, la menor densidad del combustible obliga a mayores espacios de almacenamiento en los edificios, que en muchas ocasiones no están preparados para ello, o suponen la merma de superficie edificable, de alto valor en el mercado, para su uso como almacenamiento.

Falta de normativas y reglamentos específicos para el uso de biomasa térmica doméstica.

La carencia de una normativa específica para las instalaciones térmicas de biomasa en los edificios origina problemas a la hora de proyectar, ejecutar y legalizar instalaciones en el sector doméstico, ya que tanto los técnicos encargados de diseñar el proyecto como los responsables de su legalización no tienen documentos donde basar sus decisiones. Actualmente sólo existen normativas obsoletas sobre combustibles sólidos, como el carbón, dentro de la edificación.

»» Aplicación térmica industrial

Competencia con otros combustibles.

El uso de biomasa en el sector industrial debe ofertar a los usuarios las mismas condiciones de precio y servicio que los combustibles convencionales utilizados habitualmente en el sector. Los precios de los combustibles convencionales en el sector industrial son inferiores a los existentes en el sector doméstico, lo que hace más difícil aún la competitividad de las aplicaciones térmicas de la biomasa. A su vez este servicio debe realizarse con la misma calidad que en el caso de los combustibles convencionales. Esto supone la necesidad de sistemas de suministro de combustible seguros, con métodos de operación automática y sistemas de limpieza de partículas con niveles, por lo menos, iguales a los existentes en los combustibles convencionales.

Sobrecoste respecto a instalaciones similares alimentadas con combustibles fósiles.

Los equipos de generación térmica con biomasa están menos desarrollados tecnológicamente que los utilizados para combustibles convencionales, en muchos casos se fabrican a la medida, lo que impide la reducción de costes de una fabricación en serie, y están compuestos por un mayor número de componentes móviles, como pueden ser tornillos sin fin, parrillas móviles, etc. Además estas instalaciones necesitan mayores espacios de almacenamiento que las convencionales. Todo ello da lugar a una serie de sobrecostes de inversión para las instalaciones de biomasa, en detrimento de su viabilidad económica.

Necesidad de espacio e instalaciones auxiliares.

Como ya se ha comentado este tipo de instalaciones necesitan lugares de almacenamiento mayores debido a la baja densidad de la biomasa. Por otro lado los equipos de generación para combustibles sólidos suelen ocupar un mayor espacio, hecho que se ve acentuado ante la necesidad de sistemas auxiliares de transformación de la biomasa en muchas ocasiones.

➔ **Aplicación eléctrica**

Bajo rendimiento energético.

Como ya se ha comentado las instalaciones específicas de biomasa requieren sistemas complejos que permitan la combustión de todos los componentes de la biomasa, incluidos los volátiles. Ello obliga a diseñar calderas con un mayor tamaño del hogar que unido a los consumos energéticos derivados de los tratamientos de la biomasa y su transporte dentro de la planta dan lugar a unos rendimientos de generación eléctrica inferiores a los obtenidos en centrales de energías convencionales.

Este hecho, junto a los mayores costes de inversión asociados a este tipo de proyectos, implica una reducción de la rentabilidad económica de las inversiones, que no llega a la mínima requerida por los promotores del sector.

Necesidad de un tamaño mínimo para alcanzar el umbral de rentabilidad.

El rendimiento de las instalaciones de generación eléctrica con biomasa también disminuye cuanto menor es la potencia de generación instalada. Por ello, las plantas de generación eléctrica con potencias pequeñas sólo alcanzan niveles de rentabilidad suficientes cuando la biomasa es prácticamente gratuita o, en su caso, cuando la retribución de la energía eléctrica generada adquiere niveles muy superiores a los actualmente establecidos. Este hecho obliga a proyectar instalaciones cuya potencia supere ciertos límites, a partir de los cuales los costes de inversión hacen inviables los proyectos.

Pero el diseño de instalaciones con una mayor potencia implica cubrir una demanda de biomasa mayor que, en muchas ocasiones, no está disponible, ya sea por falta de recurso o por tener precios superiores a los que se pueden pagar en este tipo de aplicaciones. Además, al necesitar mayores cantidades de biomasa, parte de ella debe ser suministrada desde lugares más alejados del punto de consumo lo que implica unos mayores costes de transporte que reducen la rentabilidad económica del proyecto.

Ausencia de primas a la co-combustión.

Como ya se ha indicado, la generación eléctrica con biomasa tiene unos rendimientos bajos lo que da lugar a problemas de viabilidad económica de las instalaciones. En cambio los sistemas de co-combustión de biomasa con carbón en instalaciones convencionales permiten elevar este rendimiento hasta los niveles de la central convencional donde se instalan. Esto permite pasar de rendimientos en el entorno del 22 % a rendimientos en el entorno del 30 %. Pero actualmente, de acuerdo con lo establecido en la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico, este tipo de instalaciones no puede recibir primas ya que son instalaciones propiedad de grandes Compañías Eléctricas que se encuentran en el Régimen Ordinario. Ello impide el desarrollo de un potencial de biomasa que elevaría la contribución de esta área de forma importante y con mejores rendimientos energéticos.

Ámbito de aplicación	Barreras
Fase de Producción. General.	- Inexistencia de un mercado desarrollado de logística de biomasa.

Fase de Producción. Residuos forestales.	- Disponibilidad del recurso en cantidad, calidad y precio.
	- Existencia, en algunos casos, de un uso alternativo.
	- Ausencia de pretratamientos de adecuación del recurso.
Fase de Producción. Residuos agrícolas leñosos.	- Disponibilidad del recurso en cantidad, calidad y precio.
	- Dispersión y pequeña escala de las explotaciones agrícolas generadoras del recurso.
	- Ausencia de pretratamientos de adecuación del recurso.
Fase de Producción. Residuos agrícolas herbáceos.	- Disponibilidad del recurso en cantidad, calidad y precio.
Fase de Producción. Residuos de industrias forestales y agrícolas.	- Disponibilidad limitada del recurso.
	- Ausencia de pretratamientos de adecuación del recurso.
- Cultivos energéticos.	- Necesidad de un marco legislativo y de ayudas.
	- Altos costes que comprometen la rentabilidad de su cultivo.
	- Actividad en fase de demostración.
	- Desde el punto de vista de la aplicación energética, su precio y el volumen de inversión asociado.
Fase de Transformación Energética. Aplicación térmica doméstica.	- Competencia con otros combustibles.
	- Necesidades de personal para manejo, atención y almacenamiento de la biomasa.
	- Falta de normativas y reglamentos específicos para el uso de biomasa térmica doméstica.

Fase de Transformación Energética. Aplicación térmica industrial.	- Competencia con otros combustibles.
	- Sobrecoste respecto a instalaciones similares alimentadas con combustibles fósiles.
	- Necesidad de espacio e instalaciones auxiliares.
Fase de Transformación Energética. Aplicación eléctrica.	- Bajo rendimiento energético.
	- Necesidad de un tamaño mínimo para alcanzar el umbral de rentabilidad.
	- Ausencia de primas a la co-combustión.

3.6.3. Medidas

Con el fin de solventar las barreras descritas en el punto anterior se han definido una serie de medidas que se dividen de acuerdo con los siguientes apartados:

Medidas Generales para el desarrollo del Área de Biomasa

Comisión Interministerial para el aprovechamiento energético de la biomasa

Creada en la Orden PRE/472/2004, de 24 de febrero, su objetivo es el estudio y propuesta de las medidas dirigidas a la instrumentación de la iniciativa estratégica del Gobierno en relación con el aprovechamiento energético de la biomasa, contemplado en el Plan de Fomento.

La estructura de la Comisión Interministerial, establecida en la citada Orden, está presidida por el Director General de Política Energética y Minas y se completa con los siguientes vocales, cuya adscripción deberá ser revisada como consecuencia de los cambios introducidos en la Administración General del Estado tras las elecciones del 14 de marzo:

- 3 de la Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo Industrial y de la Pequeña y Mediana Empresa (2 del IDAE)
- 2 de la Secretaría General de Agricultura y Alimentación
- 2 de la Secretaría General de Medio Ambiente
- 1 de la Secretaría de Estado de Política Científica y Tecnológica
- 1 de la Secretaría de Estado de Hacienda
- 1 de la Secretaría de Estado de Organización Territorial del Estado
- 1 de la Secretaría de Estado de Asuntos Europeos

La Orden PRE/472/2004 recoge asimismo las funciones de la Comisión Interministerial, que son:

- a) Ser informada de los proyectos de disposiciones de aplicación en todo el territorio nacional y de los planes de ordenación agraria, industrial o del territorio si afectan a la planificación de los aprovechamientos de biomasa
- b) Elaborar un catálogo de las actuaciones que desarrollen los Organismos Públicos
- c) Promover la adaptación de normativa para racionalizar la explotación de los recursos, impulsando los incentivos económicos
- d) Aprobar el Programa de lanzamiento, para una vigencia mínima de tres años
- e) Elaborar una propuesta de actividades de investigación y científico-técnicas, así como de demostración, en las áreas de cultivos energéticos y estiércoles
- f) Difusión de la iniciativa estratégica del Gobierno y refuerzo en la implementación de sus medidas
- g) Otras de fomento y promoción

Anualmente, la Comisión elevará un informe a la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos sobre los resultados obtenidos en la ejecución de sus funciones. La propuesta realizada por el IDAE para un índice de este informe se recoge a continuación:

- 1.- Introducción
- 2.- Situación en la Unión Europea
- 3.- Situación en España
- 4.- Aspectos ambientales
- 5.- Aspectos agrícolas
- 6.- Aspectos económicos y fiscales
- 7.- Aspectos legislativos
- 8.- Innovación tecnológica
- 9.- Conclusiones:
 - ✓ Consideraciones previas
 - ✓ Medidas propuestas

Medidas para el desarrollo del Recurso

➔ General

Desarrollo de una logística del recurso para su uso energético

Ante la falta de un mercado desarrollado de logística de suministro de biomasa aparece la necesidad de desarrollar medidas que favorezcan la creación de empresas de logística de biomasa.

➔ Residuos forestales

Desarrollo de la Disposición Adicional Cuarta de la Ley 43/2003 de Montes

En cuanto al uso energético de los residuos forestales, es necesario el desarrollo de las posibilidades que ofrece la Disposición Adicional Cuarta de la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes. Ello permitirá movilizar cantidades concretas, evaluadas y localizadas, de biomasa procedente de los aprovechamientos forestales, así como disponer de los sistemas de explotación y logística adecuados para su uso energético.

La propuesta se centra en la convocatoria urgente del Grupo de Trabajo con las Comunidades Autónomas con el fin de iniciar los trabajos conducentes a la elaboración de la estrategia para el desarrollo del uso energético de la biomasa forestal española.

Programa de ayudas a la adquisición de maquinaria de recogida, transporte y tratamiento

Dados los altos costes de extracción, transporte y tratamiento de la biomasa forestal, así como la ausencia en la actualidad de pretratamientos para la adecuación del recurso, se propone un programa de ayudas a la mecanización de estos procesos que permita garantizar la producción de biomasa con la calidad y los costes adecuados para su uso energético.

» Residuos agrícolas leñosos y cultivos energéticosMejoras en la mecanización de la recogida de la biomasa

Con el fin de disminuir los costes de recogida y puesta en planta de la biomasa producida en cultivos leñoso y en cultivos energéticos, deben desarrollarse medidas que den lugar a mejoras en lo que se refiere a la mecanización de la recogida de la biomasa procedente de residuos agrícolas leñosos y cultivos energéticos.

Programa de ayudas a la adquisición de maquinaria de recogida, transporte y tratamiento

Dados los altos costes de extracción, transporte y tratamiento de la biomasa procedente de cultivos leñosos y cultivos energéticos, así como la ausencia en la actualidad de pretratamientos para la adecuación del recurso, se propone un programa de ayudas a la mecanización de estos procesos que permita garantizar la producción de biomasa con la calidad y los costes adecuados para su uso energético.

Establecimiento de contratos tipo para adquisición de biomasa

Se propone la realización de contratos tipo que eviten la incertidumbre generada al tener que realizar acuerdos de compra con un número elevado de productores de residuos, debido a la gran fragmentación de las explotaciones agrícolas.

Medidas para el desarrollo Tecnológico**» Aplicación térmica doméstica**Subvención a la inversión del 30% en equipos para uso doméstico de biomasa

Debido a los altos costes de inversión de las aplicaciones térmicas de biomasa para uso doméstico es necesaria una reducción de los mismos al usuario a través de líneas de subvención que hagan atractivas las inversiones en esta tecnología.

Desarrollo de normativas y reglamentos sobre instalaciones de biomasa térmica en los edificios

A fin de evitar los problemas de legalización de las instalaciones de biomasa térmica en el sector doméstico, actualmente se están desarrollando trabajos para la inclusión de puntos específicos sobre las instalaciones térmicas de biomasa en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Así mismo, se están desarrollando normas UNE específicas para biomasa dentro del Comité CTN 164 de "Biocombustibles sólidos" de AENOR, que permitan establecer legalmente la biomasa como un combustible.

» Aplicación eléctricaModificación de la Ley 54/1997

Se propone la modificación de los artículos 27 y 30 de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, de acuerdo con lo expresado en el Proyecto de Ley de Reformas para el Impulso a la Productividad en sus artículos 3 y 4. Estos artículos recogen las siguientes modificaciones:

Artículo 3 del Proyecto de Ley de Reformas para el Impulso a la Productividad. Fomento de la co-combustión.

Se añade un nuevo párrafo al apartado 5 del artículo 27 de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, con la siguiente redacción:

“Asimismo, el Gobierno podrá determinar el derecho a la percepción de una prima que complemente el régimen retributivo de aquellas instalaciones de producción de energía eléctrica de origen térmico del régimen ordinario cuando, además de utilizar el combustible para el que fueron autorizados, utilicen también biomasa como combustible secundario. Para ello, se tendrán en cuenta los consumos energéticos que se produzcan y los sobrecostes que dicha utilización produzcan. El acto resolutorio pro el que se fije la cuantía de la prima contendrá también las condiciones de utilización de la biomasa.”

Artículo 4 del Proyecto de Ley de Reformas para el Impulso a la Productividad. Fomento de la biomasa.

Se modifica el último párrafo del punto b) del apartado cuatro del artículo 30 de la Ley 54/1997 de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, que queda redactado de la siguiente forma:

“Excepcionalmente, el Gobierno podrá autorizar primas superiores a las previstas en el párrafo anterior para las instalaciones que utilicen como energía primaria energía solar o biomasa.”

Estos dos artículos desarrollan la medida número 43. “Adopción de medidas de apoyo a la biomasa (Ley) y (M)” incluida dentro del conjunto de reformas para el impulso de la productividad que se compone de más de 100 medidas. Dicha medida tiene por objetivo el impulso a esta fuente de energía renovable, en línea con los objetivos de Plan de Fomento de Energías Renovables. En concreto, se trata de permitir la utilización de esta materia prima en instalaciones de régimen ordinario.

Apoyo a la tecnología de co-combustión de carbón y biomasa

Las propuestas en este sentido se dirigen a la inclusión de las instalaciones de co-combustión de carbón y biomasa en el Régimen Especial de producción eléctrica, conforme a las propuestas de modificación del artículo 27 de la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico avanzadas anteriormente, así como, a la inclusión de estos proyectos dentro de las actuaciones de fomento de nuevas actividades económicas de las zonas de reconversión minera del carbón, de modo que puedan acceder a sus apoyos específicos (también las actividades de recogida de biomasa).

El potencial de desarrollo de la co-combustión en nuestro país aparece recogido, a grandes rasgos, en la tabla siguiente, donde se observa que, de alcanzarse, podría implicar el empleo de 2.119.889 tep de biomasa.

Nombre	Empresa propietaria	Municipio	Provincia	Tipo de central	Potencia (MW)	Potencia biomasa (MW)	Potencial biomasa (tep)
Puente Nuevo	Viesgo Generación	Espiel	Córdoba	Hulla +antracita	324	32,4	60.794
Litoral	Endesa Generación	Carboneras	Almería	Carbón importado	1.159	115,0	182.876
Los Barrios	Endesa Generación	Los Barrios	Cádiz	Carbón importado	568	56,0	91.046
<i>Subtotal Andalucía</i>					<i>2.051</i>	<i>203,4</i>	<i>334.717</i>
Escatrón	Viesgo Generación	Escatrón	Zaragoza	Lignito negro	80	8,0	15.011
Escucha	Viesgo Generación	Escucha	Teruel	Lignito negro	160	16,0	30.022
Teruel	Endesa Generación	Andorra	Teruel	Lignito negro	1.102	110,2	206.775
<i>Subtotal Aragón</i>					<i>1.342</i>	<i>134,2</i>	<i>251.808</i>
Aboño	Hidrocarbónico	Gijón	Asturias	Hulla +antracita	916	91,6	171.875
Lada	Iberdrola Generación	La Felguera	Asturias	Hulla +antracita	513	51,3	96.257
Narcea	Unión Fenosa Generación	Tineo	Asturias	Hulla +antracita	595	59,5	111.644
Soto de Ribera	Hidrocarbónico	Ribera de Arriba	Asturias	Hulla +antracita	671	67,1	125.904
<i>Subtotal Asturias</i>					<i>2.695</i>	<i>269,5</i>	<i>505.680</i>
Puertollano	Viesgo Generación	Puertollano	Ciudad Real	Hulla +antracita	221	22,1	41.468
<i>Subtotal Castilla-La Mancha</i>					<i>221</i>	<i>22,1</i>	<i>41.468</i>
Anllares	Unión Fenosa (66%)/Endesa (33%)	Páramo del Sil	León	Hulla +antracita	365	36,5	68.487
Compostilla	Endesa Generación	Cubillos del Sil	León	Hulla +antracita	1.312	131,2	246.179
Guardo	Iberdrola Generación	Vetilla del Río Carrión	Palencia	Hulla +antracita	516	51,6	96.820
La Robla	Unión Fenosa Generación	La Robla	León	Hulla +antracita	655	65,5	122.902
<i>Subtotal Castilla y León</i>					<i>2.848</i>	<i>284,8</i>	<i>534.388</i>
Serchs	Viesgo Generación	Cercs	Barcelona	Lignito negro	160	16,0	30.022
<i>Subtotal Cataluña</i>					<i>160</i>	<i>16,0</i>	<i>30.022</i>
Meirama	Unión Fenosa Generación	Ordes	La Coruña	Lignito pardo	563	56,3	105.639
Puentes	Endesa Generación	As Pontes	La Coruña	Lignito pardo	1.468	146,8	275.450
<i>Subtotal Galicia</i>					<i>2.031</i>	<i>203,1</i>	<i>381.089</i>
Pasajes	Iberdrola Generación	Pasajes de San Juan	Guipúzcoa	Carbón importado	217	21,7	40.717
<i>Subtotal País Vasco</i>					<i>217</i>	<i>21,7</i>	<i>40.717</i>
<i>Total España</i>					<i>11.565</i>	<i>1.154,8</i>	<i>2.119.889</i>

Con el fin de impulsar la co-combustión en centrales de carbón, se propone el siguiente esquema de actuación:

1. Establecimiento de contactos con las compañías eléctricas, poseedoras de centrales de carbón, con el fin de impulsar los correspondientes estudios de viabilidad.
2. Modificaciones reglamentarias. Como ya se ha indicado en los puntos anteriores es necesaria la modificación de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, así como el Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo. Estas modificaciones tienen como objetivo la inclusión de la co-combustión dentro del Régimen Especial estableciendo una retribución adecuada de la energía generada que permita el desarrollo de este tipo de proyectos.
3. Una vez iniciados los contactos con las distintas compañías eléctricas debe establecerse un plazo adecuado, dentro del periodo 2005 - 2006, que permita llevar a cabo las siguientes actividades:
 - a. Realización de estudios individualizados del potencial de biomasa en las zonas de ubicación de las centrales térmicas convencionales de carbón.
 - b. Realización de un análisis de las diferentes tecnologías de co-combustión y su idoneidad para cada una de las centrales térmicas convencionales existentes.

Para estos dos aspectos se establece un plazo de un año, de forma que se puedan acometer los proyectos en el periodo 2005 -2010, para aquellas centrales que no tienen evaluadas estas dos cuestiones fundamentales, considerando un plazo de ejecución de las inversiones de 18 meses.

Por último debe tenerse en cuenta que las modificaciones reglamentarias, para ofrecer a las compañías un marco para acometer las inversiones, deberían entrar en vigor en el año 2006.

Como resumen, la siguiente tabla expone las medidas a realizar en el área de biomasa:

Barrera	Medida	Responsable	Presupuesto	Planificación
Falta de desarrollo del área de biomasa de forma general.	Comisión Interministerial para el aprovechamiento energético de la biomasa.	Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Dirección General de Política Energética y Minas.	Sin coste	2005-2010
Inexistencia de un mercado desarrollado de logística de biomasa.	Desarrollo de una logística del recurso para su uso energético.	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ministerio de Educación y Ciencia. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.	Pendiente de valoración	2005-2010
Disponibilidad de biomasa procedente de residuos forestales en cantidad, calidad y precio.	Desarrollo de la Disposición Adicional Cuarta de la Ley 43/2003 de Montes.	Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Biodiversidad.	Pendiente de valoración	2005-2010
Ausencia de pretratamientos de adecuación del recurso y altos costes de los residuos forestales, agrícolas leñosos y cultivos energéticos.	Programa de ayudas a la adquisición de maquinaria de recogida, transporte y tratamiento.	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ministerio de Medio Ambiente.	71,01 M€ (Total final del periodo, imputado como ayuda biomasa térmica)	2005-2010
Disponibilidad de biomasa procedente de residuos agrícolas leñosos y cultivos energéticos en cantidad, calidad y precio.	Mejoras en la mecanización de la recogida de la biomasa de residuos agrícolas leñosos y cultivos energéticos.	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ministerio de Educación y Ciencia.	Pendiente de valoración	2005-2010
Dispersión y pequeña escala de las explotaciones agrícolas.	Establecimiento de contratos tipo para adquisición de biomasa.	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.	Sin coste	2005-2008
Competencia de las aplicaciones térmicas domésticas de la biomasa con otros combustibles.	Subvención a la inversión del 30 % en equipos para uso doméstico de la biomasa.	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Comunidades Autónomas.	213,03 M€ (Total final del periodo)	2005-2010
Falta de normativas y reglamentos específicos para el usos de biomasa térmica doméstica.	Desarrollo de normativas y reglamentos sobre instalaciones de biomasa térmica en los edificios.	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. AENOR.	Sin coste	2005-2010

Falta de rendimiento y viabilidad económica de las plantas de generación eléctrica con biomasa.	Modificación del artículo 30 de la Ley 54/1997 con el fin de autorizar primas superiores para biomasa. Se encuentra en tramitación	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Ministerio de Economía y Hacienda. Comisión Nacional de Energía.	Incluido en la Modificación del R.D. 436/2004	2005-2010
Falta de rendimiento y viabilidad económica de las plantas de generación eléctrica con biomasa.	Modificación del R.D. 436/2004.	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Ministerio de Economía y Hacienda. Comisión Nacional de Energía.	776,8 M€ (total del periodo excluida co-combustión) 359,8 M€/año (total anual al final de periodo excluida co-combustión)	2005-2010
Ausencia de instalaciones de co-combustión	Establecimiento de contactos con compañías eléctricas.	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Ministerio de Economía y Hacienda.	Sin coste	2005
Ausencia de primas a la co-combustión	Apoyo a la tecnología de co-combustión de carbón y biomasa. (Modificación del artículo 27 de la Ley 54/1997 y del R.D. 436/2004). Se encuentra en tramitación	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Ministerio de Economía y Hacienda. Comisión Nacional de Energía. Compañías Eléctricas.	283,15 M€ (total del periodo) 118,72 M€/año (total anual al final del periodo)	2005-2010
Ausencia de estudios de potencial sobre co-combustión	Realización de estudios individualizados del potencial de biomasa por central térmica convencional.	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Ministerio de Economía y Hacienda. Compañías Eléctricas.	Pendiente de valoración	2005 - 2007
Ausencia de estudios tecnológicos sobre co-combustión en España	Realización de análisis de las tecnologías de co-combustión adecuadas para cada central térmica convencional.	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Ministerio de Economía y Hacienda. Compañías Eléctricas.	Pendiente de valoración	2005 -2007

3.6.4. Objetivos 2010

Dentro del ámbito de la biomasa eléctrica, el Plan de Fomento fijó el objetivo de desarrollo del sector en alcanzar los 1.849 MW a finales del año 2010, incrementando en 1.705 MW la contribución del sector durante el periodo de vigencia del Plan. Este objetivo fue revisado con posterioridad en el documento "Planificación de los sectores de Electricidad y Gas,

desarrollo de las redes de transporte 2002-2011”, del Ministerio de Economía, hasta alcanzar los 3.098 MW a finales de 2011. No obstante, el objetivo descrito en este último documento no puede ser considerado realista, y por ello procede revisarlo a la baja.

3.6.4.1. Potencia y Datos Energéticos

En la tabla siguiente se refleja una comparativa entre la situación en el año 2004 y los nuevos objetivos de crecimiento ahora propuestos en este Plan de Energías Renovables 2005-2010 para las aplicaciones eléctricas. Aunque se conoce la distribución de recursos por Comunidades Autónomas, no se precisa el reparto de la potencia entre ellas debido a la dificultad de localizar posibles proyectos.

CCAA	Situación año 2004 (MW)	Objetivo de incremento Plan Energías Renovables 2005- 2010 (MW)
ANDALUCÍA	95	
ARAGÓN	26	
ASTURIAS	39	
BALEARES	0	
CANARIAS	0	
CANTABRIA	3	
CASTILLA Y LEÓN	11	
CASTILLA LA MANCHA	39	
CATALUÑA	2	
EXTREMADURA	1	
GALICIA	32	
MADRID	0	
MURCIA	0	
NAVARRA	38	
LA RIOJA	0	
C. VALENCIANA	7	
PAÍS VASCO	51	
TOTAL	344	1.695

Fuente: IDAE

A continuación se recogen los objetivos energéticos propuestos para cada tipo de recurso y aplicación. Corresponden a incremento de energía primaria durante el periodo 2005-2010.

	OBJETIVOS (tep)
Recursos	
Residuos forestales	462.000
Residuos agrícolas leñosos	670.000
Residuos agrícolas herbáceos	660.000
Residuos de industrias forestales	670.000
Residuos de industrias agrícolas	670.000
Cultivos energéticos	1.908.300
Aplicaciones	
Aplicaciones térmicas	582.514
Aplicaciones eléctricas	4.457.786
TOTALES	
Energía primaria	5.040.300

En la tabla siguiente se exponen los objetivos energéticos en términos de potencia eléctrica instalada durante el periodo 2005-2010.

PER 2005-10: objetivos (MW)	
Generación distribuida	
<i>Desglose por tipo de recurso</i>	
Residuos forestales	60
Residuos agrícolas leñosos	100
Residuos agrícolas herbáceos	100
Residuos de industrias forestales	100
Residuos de industrias agrícolas	100
Cultivos energéticos	513
Total generación distribuida (MW)	973
Co-combustión (MW)	
Total co-combustión (MW)	722
Total generación eléctrica con biomasa	
TOTAL (MW)	1.695

En la tabla siguiente se recoge la distribución por Comunidades Autónomas de los objetivos energéticos para el periodo 2005-2010, en términos de energía primaria.

CCAA	Cultivos energéticos	Residuos forestales	Residuos Agr. Leñosos	Residuos Agr. Herbáceos	Residuos ind. forestal	Residuos ind. agrícola	TOTAL
Andalucía	264.158	41.840	178.015	96.740	189.618	104.616	874.987
Aragón	304.391	32.985	56.676	61.329	20.672	82.294	558.347
Asturias	0	11.517	1.648	183	13.046	2.478	28.872
Baleares	0	0	8.834	1.836	7.926	1.595	20.191
Canarias	0	0	2.014	170	9.710	965	12.858
Cantabria	0	8.687	0	154	4.291	1.337	14.468
C-León	538.624	123.676	15.245	240.223	37.844	177.950	1.133.563
C-La Mancha	447.496	38.064	97.106	99.720	48.903	124.379	855.668
Cataluña	50.985	31.062	86.204	50.820	75.346	36.288	330.704
Extremadura	151.557	45.190	43.236	31.926	22.152	46.285	340.345
Galicia	0	74.160	4.164	15.219	88.614	19.170	201.326
Madrid	39.856	4.371	4.945	8.483	18.146	12.026	87.826
Murcia	57.391	9.799	44.285	1.298	11.568	16.160	140.501
Navarra	53.843	6.493	7.695	27.782	10.664	18.944	125.420
La Rioja	0	4.189	20.894	8.207	4.292	3.907	41.489
C.Valenciana	0	18.450	96.874	8.179	60.583	14.575	198.661
País Vasco	0	11.517	2.161	7.733	46.625	7.031	75.067
TOTAL	1.908.300	462.000	670.000	660.000	670.000	670.000	5.040.300

La evolución anual prevista de la nueva potencia a instalar para generación eléctrica con biomasa, dentro del período 2005-2010, es la siguiente:

		ÁREA BIOMASA							
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL 2005-2010	
POTENCIA BIOMASA ELÉCTRICA ANUAL	MW	10	40	95	210	285	333	973	
POTENCIA CO-COMBUSTIÓN ANUAL	MW	0	50	125	125	200	222	722	

Este crecimiento de potencia en el área de biomasa está condicionado a la revisión de las primas e incentivos establecidos para la producción de energía eléctrica con biomasa, así como a la incorporación de las instalaciones de co-combustión dentro del Régimen Especial, tal y como se propone en este Plan.

La siguiente tabla refleja los resultados energéticos previstos en lo relativo a la generación eléctrica con biomasa:

		ÁREA BIOMASA							
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL 2005-2010	
PRODUCCIÓN BIOMASA ELÉCTRICA ANUAL	GWh	69,8	348,8	1.011,4	2.476,1	4.464,0	6.786,7	15.156,7	
PRODUCCIÓN CO-COMBUSTIÓN ANUAL	GWh	0	348,8	1.220,6	2.092,5	3.487,5	5.036,0	12.185,3	

En consecuencia, la producción eléctrica con biomasa correspondiente a la potencia incremental de 1.695 MW prevista en el año 2010 es de 11.822,6 GWh.

La evolución anual prevista de la capacidad térmica incrementada anualmente dentro del período 2005-2010 es la siguiente:

		ÁREA BIOMASA						TOTAL 2005-2010
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	
BIOMASA TÉRMICA DOMÉSTICA: CAPACIDAD TÉRMICA	tep/año	20.000	30.000	35.000	35.000	40.000	44.722	204.722
BIOMASA TÉRMICA INDUSTRIAL: CAPACIDAD TÉRMICA	tep/año	30.000	50.000	50.000	60.000	80.000	107.792	377.792

Este crecimiento en el área de biomasa está condicionado al desarrollo de un mercado maduro de suministro de biomasa, así como al desarrollo normativo que regule la introducción de las instalaciones de biomasa en el sector doméstico, a través de su inclusión en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), así como a través de un mayor desarrollo de la normativa AENOR referida a combustibles, instalaciones, etc.

3.6.4.2. Emisiones evitadas y generación de empleo

La siguiente tabla muestra las emisiones evitadas de CO₂ únicamente en el año 2010, debido al incremento de potencia de 1.695 MW previsto, más la generación de 582.514 tep/año en biomasa térmica. Para la componente eléctrica se ha tomado como referencia una central de generación eléctrica de ciclo combinado con gas natural, con un rendimiento del 54% (372 tCO₂ por GWh producido), excepto para el caso de la co-combustión de biomasa y carbón, en el que la referencia la constituye una central térmica de carbón, con un rendimiento de central del 36,1% (961 tCO₂ por GWh producido). Por su parte, y en lo que respecta a los usos térmicos de la biomasa, la referencia la constituye el empleo de gasóleo C para calefacción:

		ÁREA BIOMASA
EMISIONES CO₂ EVITADAS BIOMASA ELÉCTRICA	(t CO ₂)	7.364.191
EMISIONES CO₂ EVITADAS BIOMASA TÉRMICA	(t CO ₂)	1.788.326
GENERACIÓN DE EMPLEO BIOMASA ELÉCTRICA	(hombres-año)	39.816
GENERACIÓN DE EMPLEO BIOMASA TÉRMICA	(hombres-año)	17.277

En la misma tabla se indica la generación de empleo estimada a finales de 2010. Estos datos de empleo se refieren a la suma de todos los puestos de trabajo de duración anual generados durante los seis años de período, e incluyen la suma de los puestos de trabajo debidos a la inversión en la implantación del proyecto, así como los derivados de la explotación del mismo.

3.6.4.3. Inversiones Asociadas

Para las instalaciones de generación eléctrica empleando exclusivamente biomasa se ha considerado un ratio medio de inversión de 1.803 € por kW instalado en el año 2005, con una reducción del 5% anual durante todo el período, la misma que se aplica al caso de la co-combustión de carbón y biomasa, en la que se parte de considerar una ratio de inversión de 856,4 €/kW instalado. En el caso de biomasa térmica se han considerado unos ratios medios de inversión en el año 2005 de 72,74 €/kW para usos industriales y 282,47 €/kW para usos domésticos con la misma reducción anual durante todo el periodo que en el caso de la generación eléctrica.

Como resultado se han obtenido la siguiente evolución de la inversión anual asociada al sector biomasa:

		ÁREA BIOMASA						
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL 2005-2010
INVERSIÓN ANUAL BIOMASA ELÉCTRICA	(mill. €)	18,0	68,5	154,6	324,6	418,6	464,6	1.448,9
INVERSIÓN ANUAL CO-COMBUSTIÓN	(mill. €)	0	40,7	96,6	91,8	139,5	147,1	515,7
INVERSIÓN ANUAL BIOMASA TÉRMICA INDUSTRIAL	(mill. €)	5,1	8,0	7,6	8,7	11,0	14,1	54,6
INVERSIÓN ANUAL BIOMASA TÉRMICA DOMÉSTICA	(mill. €)	80,1	114,2	126,5	120,2	130,5	138,6	710,1
INVERSIÓN ANUAL TOTAL ÁREA BIOMASA	(mill. €)	103,2	231,4	385,3	545,3	699,6	764,4	2.729,3

3.6.4.4. Ayudas Públicas

Con el fin de desarrollar el área de biomasa es necesaria la inclusión de ayudas que impulsen el estado actual del mercado de la biomasa, tanto a nivel de producción como de demanda. Por otro lado es necesario mantener y mejorar el apoyo público realizado mediante las primas establecidas dentro del marco establecido para el régimen especial por el Real Decreto 436/2004.

Con estas consideraciones, a continuación se muestra la tabla que contiene las cantidades correspondientes a los apoyos públicos a la explotación, esto es, los derivados de la inclusión de las instalaciones de generación eléctrica con biomasa en el régimen especial:

		ÁREA BIOMASA ELÉCTRICA						
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL 2005-2010
APOYO PÚBLICO BIOMASA ELÉCTRICA	(mill. €)	2,3	15,6	46,0	122,9	230,3	359,8	776,8
APOYO PÚBLICO CO-COMBUSTIÓN	(mill. €)	0	7,8	27,6	48,0	81,1	118,7	283,2
TOTAL APOYO PÚBLICO BIOMASA ELÉCTRICA	(mill. €)	2,3	23,3	73,6	170,9	311,3	478,5	1.059,9

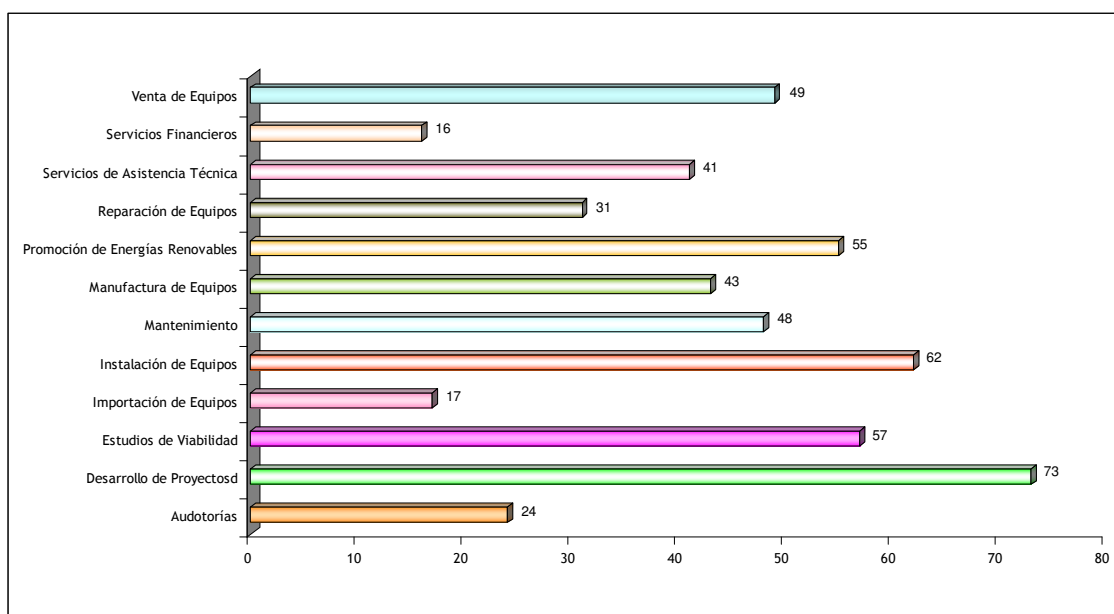
Por otro lado, en la redacción de este Plan también se ha valorado la necesidad de establecer una subvención a la inversión con el fin de dinamizar el mercado de las aplicaciones térmicas con biomasa en el ámbito doméstico, así como una línea de ayudas para la adquisición de maquinaria. Lo que esto supone, en total, durante el periodo 2005-2010 se refleja en el siguiente cuadro:

		ÁREA BIOMASA TÉRMICA						
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL 2005-2010
APOYO PÚBLICO BIOMASA TÉRMICA INDUSTRIAL	(mill. €)	0	0	0	0	0	0	0
APOYO PÚBLICO BIOMASA TÉRMICA DOMÉSTICA	(mill. €)	32,0	45,7	50,6	48,1	52,2	55,4	284,0
TOTAL APOYO PÚBLICO BIOMASA TÉRMICA	(mill. €)	32,0	45,7	50,6	48,1	52,2	55,4	284,0

3.6.5. Sector Industrial

El sector industrial de la biomasa en España se caracteriza por la presencia de un gran número de empresas que cubren todos los aspectos ligados al desarrollo de un proyecto. No obstante, en muy pocos casos el uso energético de la biomasa es su única o principal rama de actividad.

Se pueden distinguir las empresas por tipo de actividad, de acuerdo con lo recogido en el siguiente gráfico:



NOTA: Las empresas realizan al mismo tiempo distintas actividades de las señaladas. Es frecuente que una empresa que manufacture equipos, también se dedique a la venta, instalación y mantenimiento de los mismos. Igualmente, aquella empresa que desarrolla proyectos, suele ofrecer servicios de asistencia técnica y acometer estudios de viabilidad.

3.6.6. Líneas de Innovación Tecnológica

El área de biomasa precisa de un gran esfuerzo en este capítulo, que afecta tanto a las fases de producción del recurso como a la de aplicación energética del mismo. Teniendo en cuenta la diferente problemática que concierne a ambas fases, las actuaciones prioritarias a desarrollar dentro del apartado de innovación son:

FASE DE PRODUCCIÓN

- Métodos analíticos para la determinación de estándares de calidad
- Caracterización física y energética de la biomasa
- Desarrollo de un Programa para la Promoción de los Cultivos Energéticos que incluya:
 - Selección y mejora de especies
 - Métodos sostenibles para su desarrollo
 - Análisis de productividad y costes reales
- Desarrollo de sistemas y maquinaria de recogida de biomasa
- Sistemas logísticos para el suministro de biomasa
- Métodos y equipos para la adecuación de la biomasa a su uso energético

FASE DE APLICACIÓN

- Mejora de sistemas de manejo y alimentación de biomasa
- Desarrollo de equipos eficientes para el uso de biomasa en el ámbito doméstico
- Desarrollo de tecnología nacional para la fabricación de calderas de biomasa que puedan ser empleadas en aplicaciones térmicas y eléctricas
- Desarrollo de tecnologías de lecho fluido
- Desarrollo de sistemas eficientes de **gasificación** para la producción de:
 - Energía eléctrica. Mediante la combustión del gas producido en motores, dentro de instalaciones de generación eléctrica pura o de cogeneración, y en este último caso bien se trate de instalaciones ligadas a un proceso industrial o bien a un sistema de calefacción centralizada
 - Energía térmica. En el ámbito industrial, mediante la producción de gases calientes para procesos de secado y cocción
- Desarrollo de técnicas de limpieza de gases en gasificación y combustión
- Adaptación de turbinas y motores de gas a la combustión del gas procedente de la gasificación de biomasa
- Desarrollo de sistemas de climatización con biomasa, para calefacción y refrigeración, basados en caldera y máquina de absorción