



**Congreso Nacional del Medio Ambiente**  
Cumbre del Desarrollo Sostenible

GRUPO DE TRABAJO

GT-MONT

**Los Montes y la Crisis Energética**

Documento Final

## **PARTICIPANTES**

### **Relatores:**

**Yolanda Ambrosio Torrijos.**

**Victor González y González de Linares.**

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Universidad Politécnica de Madrid.

**Eduardo Tolosana Esteban.**

Escuela Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.

### **Colaboradores Técnicos:**

**Genoveva Canals Revilla**

Asociación Nacional de Fabricantes de Tablero (ANFTA).

**Miguel Ángel Duralde Rodríguez.**

**Arancha López de Sancho.**

Asociación de Empresas Forestales (ASEMFO).

**Valentín Gómez Mampaso**

TRAGSA

**Laura Martín Linares**

Confederación de Empresarios de la Madera y el Mueble (CONFEMADERA).

**Ismael Muñoz Linares**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales

**Juan Martínez García**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales

**Gregorio Montero González**

Centro de Investigaciones Forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (CIFOR-INIA)

**José María Nestar Rojo**

Garnica Plywood.

**Ricardo Ruíz Peinado**

Centro de Investigaciones Forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (CIFOR-INIA)

**Rafael Serrada Hierro**

Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Universidad Politécnica de Madrid.

**Jaime Tapia Martínez**

ACS Servicios Industriales - Grupo Cobra

**Ralf Wiesenber**

ACS Servicios Industriales - Grupo Cobra

**Coordinador:**

**Raúl de la Calle Santillana**

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Forestales.

**INDICE**

<b>1. ANÁLISIS GLOBAL DEL APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA FORESTAL CON FINES ENERGÉTICOS.....</b>	<b>6</b>
1.1. Introducción .....	6
1.2. Medidas administrativas y políticas de apoyo para la movilización de la biomasa forestal contempladas en el PER 2005-2010 .....	10
1.3. Conclusiones .....	12
1.4. Bibliografía .....	12
<b>2. DISPONIBILIDAD DE BIOMASA FORESTAL.....</b>	<b>13</b>
2.1. Estimación de la biomasa de diferentes especies. Biomasa potencial. ....	13
2.2. Dificultad de movilización de la biomasa en origen .....	18
2.3. Conclusiones. ....	19
2.4. Bibliografía. ....	19
<b>3. DIFICULTAD DE APROVECHAMIENTO Y TRANSPORTE DE LA BIOMASA DE LOS MONTES.....</b>	<b>20</b>
3.1. Introducción. ....	20
3.2. Principales dificultades.....	22
3.3. Conclusiones .....	32
3.4. Bibliografía .....	33
<b>4. MERCADO DE LA BIOMASA FORESTAL.....</b>	<b>34</b>
4.1. Uso de la biomasa forestal .....	34
4.2. Tipo de productos.....	37
4.3. Mercados para biomasa.....	39
4.4. Conclusiones .....	42
4.5. Bibliografía. ....	43

<b>5. INTERÉS POR PARTE DE LOS PROPIETARIOS Y GESTORES DE LA APERTURA DE NUEVOS MERCADOS PARA MOVILIZAR LA BIOMASA DE LOS MONTES Y FIJAR LA POBLACIÓN RURAL. ....</b>	<b>44</b>
5.1. Introducción .....	44
5.2. Solución a la falta de gestión en determinadas zonas.....	45
5.3. Selvicultura preventiva de incendios .....	46
5.4. Creación de empleo rural y fijación de la población rural .....	47
5.5. Conclusiones .....	49
5.6. Bibliografía .....	50
<b>6. RELACIONES CON OTROS MERCADOS .....</b>	<b>51</b>
6.1. Introducción .....	51
6.2. Posición de la industria forestal .....	53
6.3. Conclusiones .....	55
6.4. Bibliografía .....	56
<b>7. CONCLUSIONES FINALES .....</b>	<b>57</b>
<b>8. ANEXOS .....</b>	<b>58</b>
8.1. ANEXO I. UNIDADES .....	58
8.2. ANEXO II. MATRIZ DAFO.....	59
8.3. ANEXO III. Aclaración parcial del Ministerio de Industria sobre la interpretación del Real Decreto 661/2007.....	60
8.4. ANEXO IV. Posición sectorial de CEI-BOIS.....	61

## 1. ANÁLISIS GLOBAL DEL APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA FORESTAL CON FINES ENERGÉTICOS.

### 1.1. Introducción

La biomasa es, desde el punto de vista energético, un combustible procedente de productos y residuos naturales (agrícolas o forestales). El Diccionario de la Real Academia Española lo define como “materia total de los seres que viven en un lugar determinado, expresada en peso por unidad de área o de volumen” y también como “materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía”.

Hay varios tipos de biomasa utilizables como fuente de energía, distinguiéndose los que corresponden al entorno forestal de los del agrícola. La **biomasa de origen forestal** permite diversas clasificaciones, según proceda de cortas de masas no comerciales, de restos de corta de otras especies comerciales o de residuos de las industrias forestales (serrerías, polvo de lijado, etc.). La agrícola también presenta diferentes orígenes (orujo, paja, cardo, maíz) e igualmente aporta residuos de sus industrias (alpechines, cáscaras de frutos secos, harineras, etc.). Por último, también se obtiene biomasa de cultivos energéticos, tanto forestales (chopo, eucalipto, paulonia, acacia, salix, etc.) como agrícolas (sorgo, colza, etc.).

En **Europa**, la producción total de energía con biomasa en el año 2006 fue de 62,4 Mtep (Tabla 1). Por países, los principales productores fueron Francia, Suecia, Finlandia y Alemania, que agrupan el 55% del total. La madera es el principal combustible empleado, con un 42,3% del total, siguiéndole los residuos de la industria forestal (29,2%), los licores negros de la industria de pasta y papel (20,5%) y los restos de otras materias vegetales y residuos orgánicos diversos (8%). Conviene resaltar que Suecia y Finlandia son tanto los principales productores europeos de energía procedente de biomasa como los mayores productores de madera y pasta de papel. Las estadísticas indican que más de un 40% de la energía que estos dos países producen con biomasa procede de los licores negros que se generan en sus industrias de pasta de papel.

La energía que se produce a partir de la biomasa puede ser básicamente eléctrica, eléctrica y térmica o sólo térmica. Las **centrales** que la producen aceptan igualmente clasificación según los criterios siguientes:

- *Centrales eléctricas* son aquellas en que se quema la biomasa y se produce sólo electricidad. Se debe tener en cuenta que la eficiencia energética es baja (Figura 1), con valores máximos en torno al 27%. Un ejemplo en España de este tipo de central es la de Allariz, en Orense, una de las pioneras en utilizar biomasa.
- *Centrales de cogeneración* son aquellas en que se quema la biomasa y se produce electricidad y además calor, siendo este último igualmente aprovechado. Este modelo, conocido en la literatura anglosajona por “District Heating”, tiene como ejemplo en España y entre otras, la central de Cuellar (Segovia), que vende a la red electricidad y además proporciona calefacción y agua caliente a 3 edificios municipales, una piscina cubierta, 13 viviendas unifamiliares y 5 cooperativas de viviendas. Para ello utiliza una infraestructura de distribución por red de tuberías.

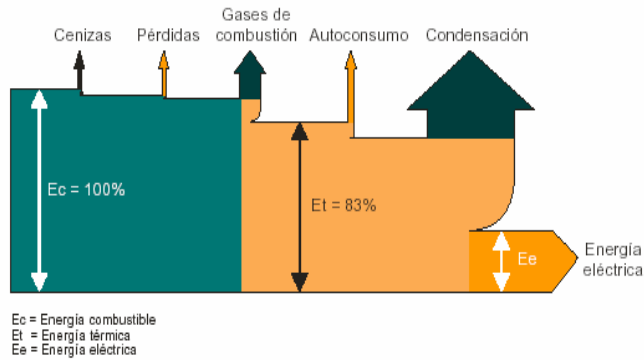


Figura 1: Pérdidas de energía en la transformación de la biomasa. (Fuente: Picos, 2007 basada en Bermúdez, 2001)

- *Centrales de co-combustión* son aquellas que queman no sólo biomasa, sino también otros combustibles para producir energía. En general, las razones por las que se incluye la biomasa como fuente de energía en estas centrales suelen ser económicas (recibir ayudas existentes para el fomento de las energías renovables) y ecológicas (reducción de emisiones de CO2 a la atmósfera). Como ejemplo español, podemos citar la central de Cuenca que proporciona energía a una fábrica de tableros de la zona y vende igualmente a la red.

**11 PRODUCTION D'ÉNERGIE PRIMAIRE\* À PARTIR DE BIOMASSE SOLIDE DANS L'UNION EUROPÉENNE EN 2005 ET EN 2006\*\* (EN MTEP)  
PRIMARY ENERGY\* PRODUCTION OF SOLID BIOMASS IN THE EUROPEAN UNION IN 2005 AND 2006\*\* (IN MTOE)**

Pays/Countries	2005	2006
France/France***	9,777	9,609
Suède/Sweden	7,937	8,943
Allemagne/Germany	7,754	8,816
Finlande/Finland	6,592	7,428
Espagne/Spain	4,176	4,325
Pologne/Poland	4,180	4,299
Autriche/Austria	3,365	3,347
Portugal/Portugal	2,713	2,731
Lettonie/Latvia	1,987	1,987
Italie/Italy	1,790	1,810
Rép. tchèque/Czech Rep.	1,460	1,568
Danemark/Denmark	1,277	1,274
Hongrie/Hungary	1,003	1,058
Grèce/Greece	0,957	0,931
Royaume-Uni/UK	0,883	0,801
Lituanie/Lithuania	0,722	0,722
Estonie/Estonia	0,706	0,706
Pays-Bas/Netherlands	0,516	0,556
Slovénie/Slovenia	0,469	0,449
Belgique/Belgium	0,428	0,439
Slovaquie/Slovakia	0,398	0,409
Irlande/Ireland	0,175	0,179
Luxembourg/Luxembourg	0,015	0,015
Chypre/Cyprus	0,009	0,009
Total UE/E.U.	59,289	62,413

\* Les importations et les exportations ne sont donc pas comprises/Imports and exports are consequently not included.

\*\* Estimation/Estimation.

\*\*\* DOM inclus pour la France/Overseas departments included for France.

Source : Eurostat/ER 2007.

Tabla 1: Producción de energía primaria a partir de biomasa sólida en la UE en 2005 y 2006 (Mtep) (Fuente: Euroobserver 2007).

**T2 B15 RÉPARTITION DE LA PRODUCTION D'ÉNERGIE PRIMAIRE PAR TYPE DE COMBUSTIBLES BIOMASSE SOLIDE EN 2006\* (IN MTEP)  
BREAKDOWN OF PRIMARY ENERGY PRODUCTION BY SOLID BIOMASS FUELS IN THE EUROPEAN UNION IN 2006\* (IN MTOE)**

Pays/ Countries	Bois/ Wood	Déchets de bois et granulés/Wood waste and pellets***	Autres matières végétales et déchets/Organic materials and waste****	Liqueur noire/ Black Liquor	Total
France/France**	7,341	1,167	0,288	0,813	9,609
Suède/Sweden	0,946	4,664	0,000	3,333	8,943
Finlande/Finland	1,077	2,619	0,000	3,732	7,428
Espagne/Spain	2,852	0,453	0,916	0,104	4,325
Pologne/Poland	2,621	1,624	0,054	0,000	4,299
Autriche/Austria	1,397	0,801	0,558	0,591	3,347
Rép. tchèque/Czech Rep.	0,960	0,285	0,047	0,277	1,568
Danemark/Denmark	0,422	0,384	0,468	0,000	1,274
Hongrie/Hungary	0,510	0,403	0,135	0,010	1,058
Grèce/Greece	0,026	0,000	0,905	0,000	0,931
Belgique/Belgium	0,211	0,160	0,028	0,040	0,439
Irlande/Ireland	0,015	0,107	0,057	0,000	0,179
Total	18,378	12,666	3,455	8,900	43,400

\* Estimation/Estimation.

\*\* DOM inclus pour la France. La répartition entre le bois et les déchets de bois a été estimée par Observ'ER/Overseas departments included for France. The breakdown between wood and wood waste is estimated by Observ'ER.

\*\*\* Inclus plaquettes, sciures et autres déchets de bois/Included wood chips, sawdust and other wood waste.

\*\*\*\* Inclus paille, résidus de récoltes, matières animales, autres déchets organiques/Included straw, crops residues, animal materials and other organic waste.

Tabla 2: Producción de energía por tipos de combustibles biomásicos en 2006 (Mtep). (Fuente: Euroobserver 2007).

La principal tecnología empleada es la cogeneración. En Europa representa el 71,2 % de la energía eléctrica total y los principales productores de energía con biomasa tienen más potencia instalada en cogeneración que en electricidad. Suecia, Alemania y Dinamarca, entre otros, no tienen plantas que sólo produzcan electricidad.

Los documentos básicos que recogen la **planificación europea sobre biomasa** son el "Plan de Acción sobre la Biomasa (2005)" y la "Estrategia europea para una energía sostenible, competitiva y segura (2006)". Posteriormente, se establece por los Jefes de Estado y de Gobierno de la UE en Consejo Europeo en 2007 lo que coloquialmente se conoce como "Objetivo del 20-20-20", desglosado en tres objetivos ambientales y energéticos para el 2020. Estos tres objetivos son:

- Reducción en un 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero existentes en 1990.
- Mejora de la eficiencia energética en un 20%.
- Producción con energías renovables de un 20% del total de la energía primaria consumida.

La traducción de estos objetivos al **mercado de la madera** ha sido realizada por algunos analistas. Puede servir de base para la discusión el estudio resumido en la Figura 2, realizado para la patronal de la industria papelera europea CEPI y en el que se calculan demandas de biomasa leñosa considerando diferentes escenarios. En él, se cifra la traducción de los objetivos energéticos para el 2020 en unos 340-420 millones de metros cúbicos sin corteza ( $m^3$  sc). Al incluir esta demanda en el mercado tradicional de madera, extrapolado al año 2020, aparece un déficit de 200-260 millones de  $m^3$  sc. Su justificación en cifras concretas se basa en una previsión de demanda de biomasa forestal para las industrias europeas de la madera y de la pasta y papel de 380 millones de  $m^3$  sc. Esta cantidad, añadida a la antes citada de 340-420 millones de  $m^3$  sc creada por los objetivos energéticos, lleva a un intervalo de demanda total de biomasa de 720-800 millones de  $m^3$  sc. Frente a esta demanda, la oferta prevista por la evolución normal de los aprovechamientos sería 355-370 millones de  $m^3$  sc, pudiéndose añadir a ella unos 160-



170 millones de m<sup>3</sup> adicionales, aunque sujetos a una mayor movilización de los recursos forestales, a la existencia de importaciones netas de madera y a una mejora en las aportaciones de madera recuperada (estimadas en 500 millones de m<sup>3</sup> en 2020). El resultado de comparar oferta y demanda es, así, el déficit antes citado de 200-260 millones de m<sup>3</sup> sc.

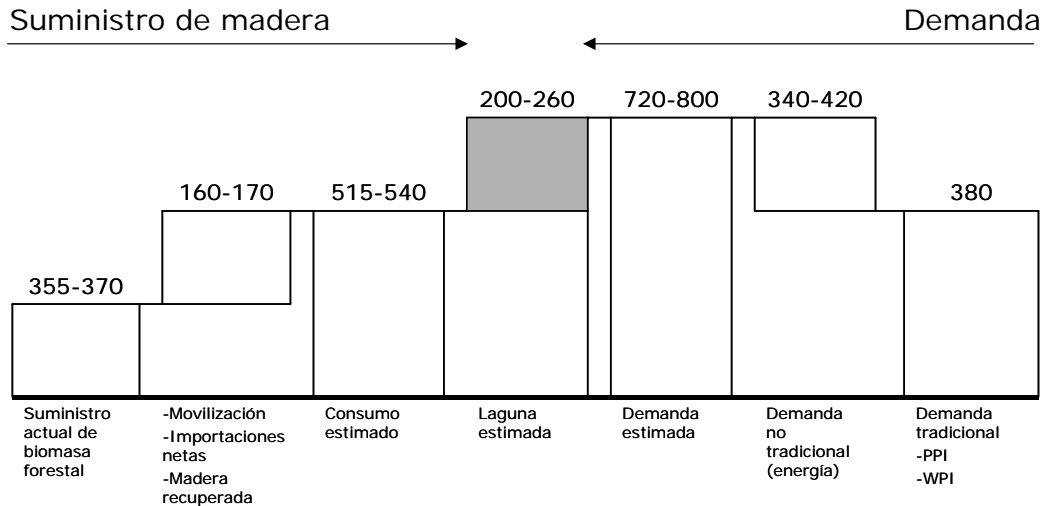
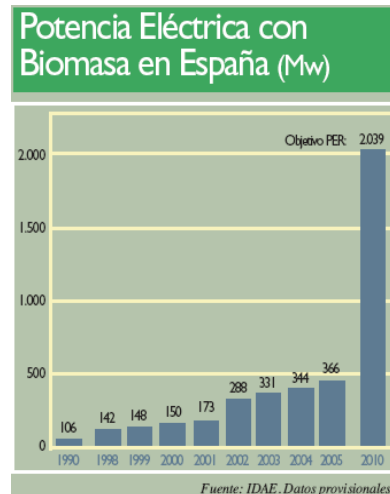
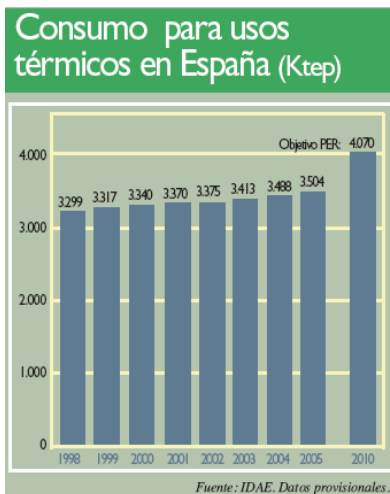


Figura 2: Previsión de demanda y suministro de madera en 2020 (Fuente: McKinsey & Co. & Pöyry, 2007).

En **España**, el “Plan de Fomento de las Energías Renovables para el periodo 2000-2010” (IDAE, 1999) establecía como objetivo producir con energías renovables el 12% de la energía primaria consumida. A finales del 2004 se había cumplido el 28,4% del objetivo, lo que suponía que se producía con energías renovables un 6,5% de la energía primaria. Tras su revisión, el “Plan de Energías Renovables-PER-2005-2010” establece dos cifras a alcanzar en la producción con energías renovables: el 12,1% de la energía primaria consumida y el 30,3% del consumo bruto de electricidad (IDAE, 2005). El plan incluye el sector de la biomasa entre los que se deben dinamizar para cumplir dichos objetivos, reflejando un ambicioso reto de producción de energía eléctrica con biomasa (incremento de la producción en 1695 Mw, Figura 4) y un más reducido objetivo de producción de energía térmica con biomasa (583 Ktep, Figura 3).



Figuras 3 y 4: Incremento en producción de energía con biomasa para usos térmicos (Ktep) y para usos eléctricos (Mw.). (Fuente: IDAE, 2007)

Las empresas forestales han utilizado históricamente la energía producida por la quema de restos para producir calor por lo que se considera que el campo térmico no requiere tanto apoyo como el eléctrico. En este último, se ha pasado de pretender producir un 7% del total de energías renovables sólo con centrales de biomasa a pretender producir un 25,4% de la energía renovable con centrales de biomasa y co-combustión.

### 1.2. Medidas administrativas y políticas de apoyo para la movilización de la biomasa forestal contempladas en el PER 2005-2010

Las medidas de ayuda establecidas en aplicación del PER 2005-2010 son las siguientes:

- Fomento en el uso térmico de la biomasa por tres vías:
  - Ayudas a la inversión en instalaciones de uso doméstico (30%).
  - Desarrollo del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)
  - Creación del Comité CTN 164 "Biocombustibles sólidos" (AENOR).
- Fomento de la producción eléctrica por dos vías:
  - Impulso a la co-combustión, permitiendo la quema conjunta de biomasa y carbón en centrales existentes.
  - Modificación del Régimen Especial existente.
- Mejora de la logística de suministro de residuos y la disponibilidad de biomasa por tres vías:
  - Establecimiento de contratos-tipo para el suministro.
  - Ayudas a la adquisición de maquinaria para la recolección de biomasa.
  - Mejoras en la mecanización de los procesos.

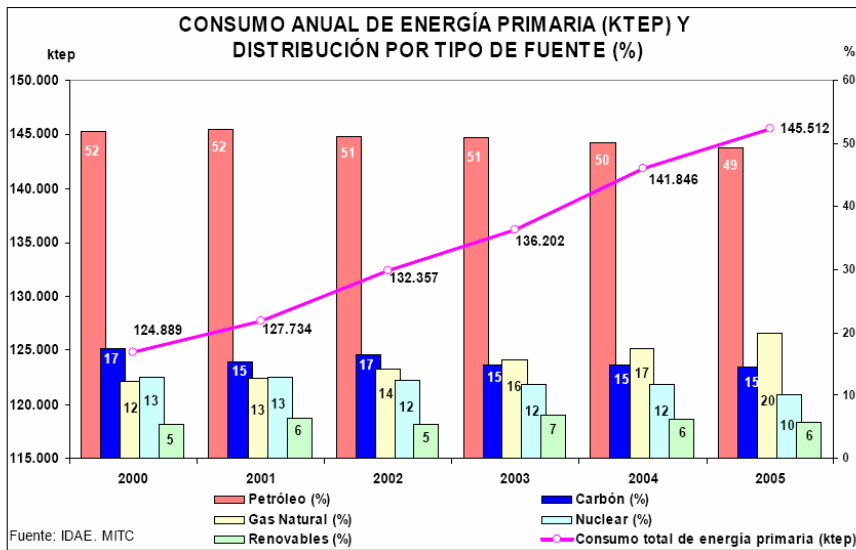


Figura 5: Consumo anual de energía primaria y distribución por tipo de fuente (Fuente: MMA, 2007).

La creciente demanda de energía en España no está ayudando al cumplimiento de los objetivos. En la Figura 5 puede verse que en 2005 se superaron 140.000 Ktep. El consumo energético es creciente en todos los sectores. En 2004 el consumo medio en los hogares españoles fue de 4006,8 Kw ó 1,12 Tep (Figura 6).

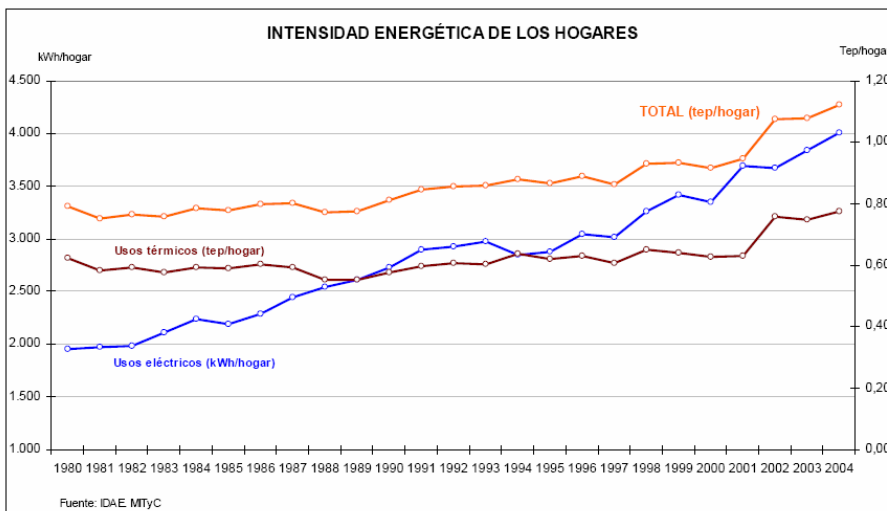


Figura 6: Incremento de consumo energético en los hogares (Fuente: MMA, 2007).

Para mejorar la baja eficiencia en la producción de electricidad, el PER 2005-2010 pretende incrementar la producción en 1695 Mw. Sabiendo que las centrales nucleares activas en España producen entre 9000 y 10000 Mw por reactor y que se requieren 9000 o 10000 toneladas verdes de biomasa por Mw instalado, puede determinarse que se necesitarían entre 8 y 10 millones de toneladas verdes de biomasa al año. Las **cortas anuales de madera en España**, en el último decenio, han oscilado entre los 14 y 16 millones de metros cúbicos con corteza. La producción de leñas ha alcanzado entre 2 y 3 millones de estéreos. Por tanto, madera y leñas podrían suponer un total de unos 15 millones de toneladas en verde (Tolosana, 2008). Es fácil concluir, a la vista de estos

datos, que la biomasa forestal no cumple con los objetivos marcados por el PER. El mismo PER propone como solución que se emplee biomasa de cultivos energéticos.

Como ya se ha indicado, en el PER 2005-2010 existen medidas administrativas y políticas de apoyo para la movilización de la biomasa forestal, desarrolladas por cada comunidad autónoma y plasmadas en ayudas para la adquisición de maquinaria forestal para recogida de residuos forestales, para la implantación de centrales de autoconsumo, y otras. A nivel nacional se ha aprobado el Real Decreto 661, de 25 de Mayo de 2007, por el que se regulan las instalaciones de producción de energía eléctrica en **régimen especial**. Esta medida es fundamental para el desarrollo de las energías renovables. Obliga a comprar toda la energía renovable producida y determina el precio al que se compra el kilovatio hora. Introduce una novedad respecto a los decretos anteriores que es la retribución a la co-combustión con biomasa y/o biogás de centrales térmicas. Sin embargo, algunas voces consideran que esta retribución va a generar problemas. Interpretan que las centrales térmicas van a tener ventajas frente a otras centrales, ya que recibirán dinero por la energía producida por la quema de biomasa y tendrán menos créditos de carbono que adquirir al computar cero en las emisiones de CO<sub>2</sub>.

### 1.3. Conclusiones

- La eficiencia energética de la biomasa para producir electricidad es muy baja. Se debe tender a centrales de cogeneración.
- Los grandes productores de energía con biomasa son los países con mayor industria forestal de Europa. Un alto porcentaje de la energía obtenida tiene su origen en subproductos industriales de dicha industria (licores negros, etc.).
- Los objetivos energéticos marcados por una Unión Europea en 2020 y el aumento de demanda de productos de la madera podrían provocar un déficit de madera de entre 200-260 millones de m<sup>3</sup>.
- La producción con energías renovables ha aumentado, pero aún no alcanza los objetivos fijados. La demanda energética total ha sido creciente en los últimos años en todos los sectores.
- La medida más efectiva para la movilización de la biomasa ha sido el Real Decreto 661, de 25 de Mayo de 2007, por el que se regulan las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial. Se siguen reclamando subvenciones mayores.

### 1.4. Bibliografía

Euroobserver, 2007. Le baromètre biomasse solide. Les Journal des energies renouvelables nº182. Diciembre 2007. [http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat\\_baro/observ/baro182.pdf](http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro182.pdf)

IDAE, 1999. Plan de Fomento de las Energías Renovables.

IDAE, 2005. Plan de Energías Renovables 2005-2010.

Ministerio de Medio Ambiente, 2007. Banco de indicadores ambientales.

McKinsey & Co. & Pöyry, 2007. Bio-energy and the European pulp and paper industry – an impact assessment. Seminario FAO/UNECE titulado *Opportunities and Impacts of*

*Bioenergy Policies and Targets on the Forest and Other Sectors* celebrado en Ginebra (Suiza) en octubre 2007.

Picos, J. 2007. Aprovechamiento sostenible de la biomasa forestal. Jornadas Técnicas Foresgal en Lugo 29 de Marzo de 2008.

Real Decreto 661, de 25 de Mayo de 2007, por el que se regulan las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Tolosana, 2008. Manual técnico para el aprovechamiento y elaboración de biomasa forestal. No publicado.

## 2. DISPONIBILIDAD DE BIOMASA FORESTAL

### 2.1. *Estimación de la biomasa de diferentes especies. Biomasa potencial.*

La producción de los bosques puede cuantificarse de manera habitual en volumen o en peso. Utilizar la cuantificación en volumen significa estimar sólo la fracción de fuste maderable, incluyendo, a lo sumo, las ramas que tengan también ese carácter. Por tanto, esto excluye una gran parte de la producción del árbol. Si, en cambio, usamos el peso, cuantificamos la cantidad de masa vegetal que producen los bosques incluyendo toda la producción. Esto, para el caso de los árboles, sería el fuste, las ramas, las hojas o acículas, los frutos y el sistema radical, y a nivel global de los bosques incluiría el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Por tanto, la estimación del potencial productivo de un monte (a nivel arbóreo) mediante la descripción del **peso seco de biomasa** presenta ventajas, tanto por la consideración completa de todos los compartimentos, como por el interés que pudiera tener para los estudios de ciclos de nutrientes, ciclo del carbono, o para la utilización de los restos de corta en la producción de energía.

A partir de los inventarios forestales y sus mediciones más corrientes, que son diámetros, alturas y estimación del número de pies, es posible la cuantificación de volúmenes y pesos de biomasa existente en los bosques. Para ello se deben utilizar, bien tablas y tarifas de cubicación para el volumen, bien ecuaciones de estimación y tablas de valores modulares de biomasa para el peso seco. Ambos sistemas se encuentran a disposición de los gestores forestales para realizar las ordenaciones y la planificación de los aprovechamientos.

Utilizando los datos procedentes de los inventarios forestales (número de pies por clase diamétrica y alturas medias) y mediante el empleo de ecuaciones de estimación de biomasa es posible determinar la biomasa total existente en el monte y, además, conocer cómo se distribuye ésta en las diferentes fracciones o compartimentos: fuste, ramas de diámetro mayor de 7 cm, ramas de diámetro comprendido entre 7 y 2 cm, ramas de diámetro menor de 2 cm y hojas o acículas. Las **ecuaciones de estimación de biomasa** ajustadas en el Centro de Investigación Forestal (CIFOR) del INIA por Montero *et al.* (2005) se han realizado para las 32 principales especies forestales de España (incluyendo las Islas Canarias), con muestreo bastante exhaustivo y cubriendo gran parte de la distribución diamétrica existente para la especie. Estas ecuaciones expresan el

peso seco de biomasa de un árbol en función de su diámetro normal. Se está trabajando para la mejora de estas ecuaciones con la inclusión de la altura total del árbol o la altura de copa en aquellos modelos en que esto mejore la exactitud de las estimaciones.

También es posible cuantificar del mismo modo la biomasa a extraer si se pretende realizar un aprovechamiento de madera en el monte. Incluso en la planificación del aprovechamiento, se podrán cuantificar tanto las fracciones que quedan en el monte como las que podrían utilizarse potencialmente para la producción de energía dependiendo del sistema de extracción de árboles (árbol completo, fustes enteros, madera corta).

Para el cálculo de **biomasa potencialmente utilizable** en la generación de energía consideramos que el fuste se extrae completamente y que los restos de menor tamaño (ramillos menores de 2 cm y hojas o acículas) se quedan en el monte, ya que sus pequeñas dimensiones excluyen el peligro de plagas. Si existe peligro de incendios, los restos pueden triturarse, mejorándose además las condiciones del suelo por el aporte de materia orgánica frente a la extracción total del árbol cortado. De esta manera, la cantidad de biomasa potencialmente utilizable tras los aprovechamientos sería la suma de dos fracciones: las ramas mayores de 7 cm de diámetro y las ramas de diámetro comprendido entre 7 y 2 cm. Si en la planificación se realizara la consideración de utilizar también la fracción más fina de biomasa (ramillos de diámetro menor de 2 cm), ésta se uniría a la fracción potencialmente aprovechable.

CD (cm)	Nº total pies	Biomasa aérea					Biomasa aérea	Biomasa radical	Biomasa total
		Fuste	Ramas			Acículas			
			R>7	R 2-7	R<2				
7,5	2.551.295	11.689	0	0	8.588	6.473	26.750	5.328	32.078
12,5	557.789	11.499	0	2.271	3.609	2.719	20.099	4.457	24.556
17,5	454.372	24.089	0	4.651	4.666	3.514	36.920	8.786	45.706
22,5	370.007	38.552	641	6.528	5.399	4.065	55.186	13.846	69.031
27,5	286.075	51.039	843	7.555	5.625	4.234	69.297	18.135	87.431
32,5	266.518	73.852	1.326	9.670	6.746	5.076	96.670	26.202	122.872
37,5	246.527	99.072	2.065	11.625	7.762	5.840	126.364	35.296	161.659
42,5	244.795	135.573	3.443	14.422	9.335	7.023	169.795	48.691	218.486
47,5	195.721	143.533	4.614	13.981	8.843	6.652	177.622	52.139	229.762
52,5	146.502	137.692	5.775	12.385	7.695	5.788	169.335	50.763	220.098
57,5	79.024	92.556	5.192	7.742	4.744	3.568	113.801	34.773	148.574
62,5	44.744	63.672	4.876	4.982	3.019	2.271	78.820	24.510	103.330
67,5	14.867	25.085	2.669	1.846	1.108	834	31.542	9.968	41.510
72,5	16.310	31.830	4.775	2.213	1.318	992	41.127	13.194	54.321
<b>PESO TOTAL (toneladas)</b>		939.732	36.219	99.871	78.459	59.046	1.213.327	346.087	1.559.414

Tabla 3. Biomasa total (toneladas) en el Monte "Pinar de Valsaín" para *Pinus sylvestris* L.

Como primer **caso de estudio** utilizaremos los datos del monte "Pinar de Valsaín" de la provincia de Segovia (Montero *et al.*, 2004). A partir del inventario existente y de las ecuaciones de estimación de biomasa, se obtienen los datos de biomasa seca total y por fracciones existente en el monte (tabla 3). Una vez calculada la posibilidad de corta anual (en volumen o en biomasa: 28.750 m<sup>3</sup> de fuste maderable o 15.212 toneladas de biomasa total, respectivamente), (tabla 4) y considerando que 1) el fuste se extrae con fines madereros, y 2) la fracción de ramas menores de 2 cm y acículas queda en el monte (triturada o quemada), se obtendría una biomasa aprovechable para uso energético de 1632 toneladas (fracciones ramas mayores de 7 cm diámetro y ramas de diámetro comprendido entre 2 y 7 cm).

Extracciones de biomasa (toneladas)	
Fuste	12.017
Ramas > 7 cm	502
Ramas 2-7 cm	1.130
Ramas < 2	891
Acículas	672
<b>Total aérea</b>	<b>15.212</b>

Tabla 4. Extracciones (toneladas de biomasa) en el monte Pinar de Valsaín para *Pinus sylvestris* L.

A partir de los datos de volúmenes de madera extraídos en los aprovechamientos también podemos evaluar la cantidad de biomasa potencialmente utilizable para la **producción de energía**.

Con el volumen de fuste extraído ( $m^3$ ) y aplicando los datos de densidad básica de la madera (Gutiérrez Oliva y Plaza Pulgar, 1967; Gutiérrez Oliva y Fernández Golfín, 1997) obtenemos la cantidad de madera seca que existe en ese volumen de madera en verde. Al peso seco de fuste extraído se le aplican posteriormente los porcentajes de distribución de materia seca del árbol medio por especie (Montero *et al.*, 2005), para así obtener los distintos pesos de las fracciones consideradas (biomasa total, fuste, ramas mayores de 7 cm de diámetro, ramas de diámetro entre 7 y 2 cm, y ramillas menores de 2 cm de diámetro con hojas o acículas incluidas). De igual forma, se considera que el fuste se extrae completamente y que se quedan en el monte los restos de menor tamaño (ramillos menores de 2 cm y hojas o acículas), por lo que la biomasa potencialmente utilizable serían las fracciones de ramas mayores de 7 cm de diámetro y ramas de diámetro comprendido entre 7 y 2 cm.

El segundo caso de estudio corresponde a los datos de aprovechamientos de madera realizados en el año 2005 en la provincia de Soria. Estos datos se encuentran dentro del Anuario de Estadística Forestal (Ministerio de Medio Ambiente, 2005), y podrían servir para realizar una valoración del potencial de esta provincia para la producción de biomasa aprovechable con ese grado de cortas realizado.

SORIA	Extracciones 2005 ( $m^3$ )	Inc. Anual Volumen ( $m^3$ )	% Inc. Anual Extraído
<i>Pinus sylvestris</i>	201.598	516.875	39,0
<i>Pinus nigra</i>	7.509	93.547	8,0
<i>Pinus pinaster</i>	192.514	488.025	39,4
O.C.	764	26.854	2,8
<i>Populus</i>	11.700	28.925	40,4
<i>Fagus</i>	500	8.920	5,6
Total coníferas	402.385	1.125.301	35,8
Total frondosas	12.200	168.361	7,2
<b>Total</b>	<b>414.585</b>	<b>1.293.662</b>	<b>32,0</b>

Tabla 5. Extracciones, incremento anual de volumen y porcentaje del incremento anual de volumen por especie y total extraído por las cortas para la provincia de Soria en el año 2005.

SORIA	Extracciones (2005)					
	Volumen (m <sup>3</sup> )	Fuste (kg)	Ramas > 7 (kg)	Ramas 2-7 (kg)	Ramas < 2 + Hojas (kg)	Total Biomasa (kg)
<i>Pinus sylvestris</i>	201.598	83.663	3.755	10.561	19.361	117.340
<i>Pinus nigra</i>	7.509	3.056	322	476	951	4.805
<i>Pinus pinaster</i>	192.514	72.963	1.101	4.864	12.849	91.777
Ot. coníferas	764	400	88	163	199	850
<i>Populus sp.</i>	11.700	3.101	404	404	533	4.442
<i>Fagus sylvatica</i>	500	276	34	47	34	391
<b>Total coníferas</b>	402.385	160.082	5.266	16.064	33.360	214.772
<b>Total frondosas</b>	12.200	3.376	438	452	567	4.833
<b>Total</b>	414.585	163.458	5.704	16.515	33.928	219.605

Tabla 6. Extracciones expresadas en volumen de madera (m<sup>3</sup>) y biomasa por especie en la provincia de Soria en el año 2005.

A partir de la observación de los resultados (tablas 5 a 7 y figuras 7 y 8) podemos realizar las siguientes **consideraciones**:

- El porcentaje de las extracciones respecto al incremento anual de volumen, a nivel medio, es del 32 % (tabla 5). Por tanto, puede aumentarse sin poner en peligro la persistencia de la masa, y de esta manera incrementar la cantidad de biomasa aprovechable para la generación de energía.

Biomasa potencialmente utilizable (2005)			
SORIA	Ramas > 7 (kg)	Ramas 2-7 (kg)	Biomasa aprov. (kg)
<i>Pinus sylvestris</i>	3.755	10.561	14.315
<i>Pinus nigra</i>	322	476	798
<i>Pinus pinaster</i>	1.101	4.864	5.966
<b>O.C.</b>	88	163	251
<i>Populus</i>	404	404	808
<i>Fagus</i>	34	47	81
<b>Total coníferas</b>	5.266	16.064	21.329
<b>Total frondosas</b>	438	452	890
<b>TOTAL</b>	<b>5.704</b>	<b>16.515</b>	<b>22.219</b>

Tabla 7. Biomasa potencialmente utilizable para la generación de energía, según los datos de extracciones de madera de 2005 para la provincia de Soria.



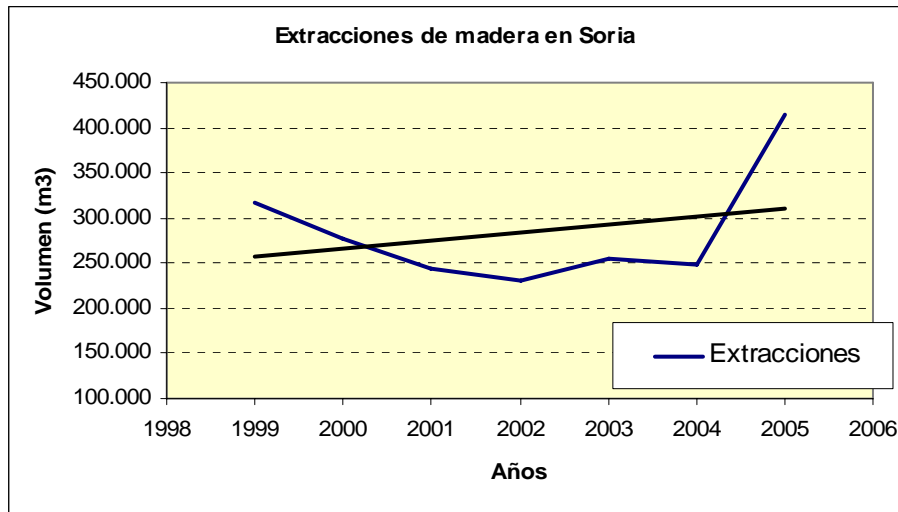


Figura 7. Evolución y tendencia general de las cortas de madera ( $m^3$ ) en la provincia de Soria para el periodo 1999-2005.

- El nivel de cortas en el periodo 1999-2005 en la provincia de Soria, globalmente, es ascendente (Figura 7), aunque sufrió una disminución hasta el año 2002. Si continuara esta tendencia de cortas de manera sostenible, la cantidad de biomasa potencialmente también aumentaría sin perjuicio de la sostenibilidad de los montes. Igual tendencia al alza se presenta a nivel nacional para el periodo 1990-2005 (Figura 8).

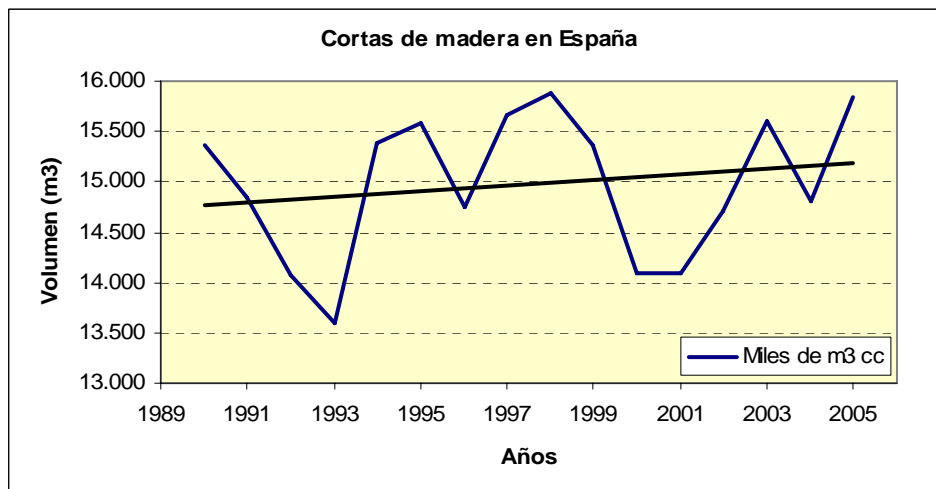


Figura 8. Extracciones de madera ( $m^3$ ) en España y su tendencia para el periodo 1990-2005.

- La cantidad de biomasa potencialmente aprovechable para la producción de energía, con el grado de cortas realizado en el año 2005 en la provincia de Soria para todas las especies, es de 22.219 toneladas (considerando las fracciones de ramas mayores de 7 cm de diámetro y ramas de diámetro comprendido entre 2 y 7 cm).

## 2.2. Dificultad de movilización de la biomasa en origen

Las estimaciones realizadas mediante los modelos y ecuaciones de cuantificación de biomasa forestal proporcionan datos de **biomasa total potencialmente aprovechable**. Pero esta es la biomasa que se obtendría recogiendo el total de la biomasa de las fracciones consideradas. **En las operaciones de campo, siempre hay pérdidas** que impiden sacar el total teórico cuantificado y que **se deben a múltiples factores**, destacando, entre otras, el tipo de vegetación, el tipo de terreno y la forma de saca y transporte de la biomasa. Para la obtención de la biomasa potencialmente aprovechable tras las operaciones de saca es necesaria la aplicación de unos coeficientes de aprovechamiento, que dependen de varios factores, y que están siendo investigados.

Además, una de las dificultades más importantes para la puesta en el mercado de biomasa forestal como materia prima para la producción de energía es el gran porcentaje de superficie forestal que se encuentra en manos privadas (tabla 8). Una gran parte de esa superficie no se encuentra en la actualidad gestionada, y por tanto no podría incluirse en la superficie en la que se realizaran aprovechamientos forestales. Otra dificultad es el pequeño tamaño de la propiedad forestal, lo cual hace que en muchos casos sea difícil pensar en el aprovechamiento real de la biomasa.

Aunque **la evolución de las cortas en España** presenta para el periodo 1990-2005 una tendencia creciente (figura 9), la media de las extracciones generales **frente al incremento anual de volumen no alcanza el 30%**, presentándose grandes variaciones por Comunidades Autónomas. Los valores mínimos parten del 2.5% de Murcia y el 3.8% de Aragón, alcanzándose un máximo del 62.8% en Galicia. La media de España es del 29.6%, aunque excluyendo Galicia esta media se situaría por debajo del 20% (18.9%).

	% Propiedad forestal privada
Andalucía	76,8
Aragón	59,9
P. de Asturias	54,0
Baleares	94,9
Canarias	80,5
Cantabria	28,3
Castilla La Mancha	77,0
Castilla y León	64,3
Cataluña	76,9
C. Valenciana	66,4
Extremadura	93,3
Galicia	67,9
La Rioja	33,7
C. de Madrid	74,2
R. de Murcia	70,5
Navarra	27,2
País Vasco	54,0
<b>ESPAÑA</b>	<b>70,4</b>

Tabla 8. Porcentaje de superficie forestal privada, respecto al total forestal.

Sería posible una gestión forestal más intensiva, no sólo en las zonas dónde ya se viene realizando, sino en aquellas zonas que en la actualidad no están siendo gestionadas. La

aplicación de cortas de regeneración y de mejora, supondría una mayor posibilidad de contar con biomasa para la producción de energía eléctrica.

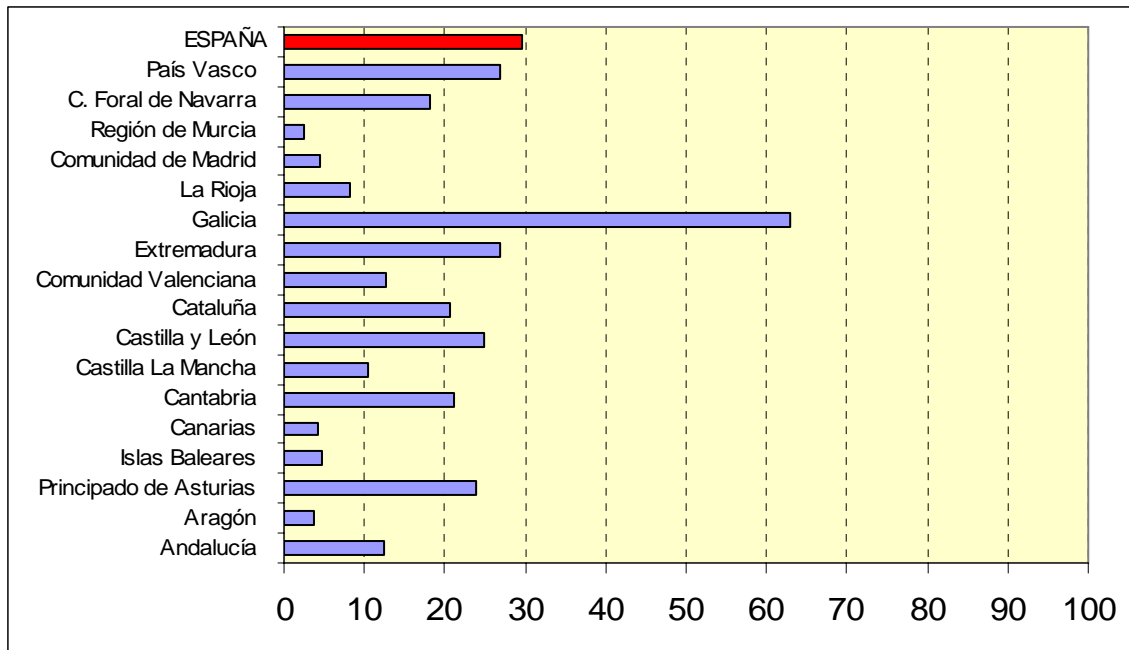


Figura 9. Porcentajes del crecimiento de madera extraído por cortas

### 2.3. Conclusiones.

Las **ecuaciones de estimación de biomasa** ajustadas por el INIA (Montero *et al.*2005) se han realizado para las 32 principales especies forestales de España permite determinar **la biomasa potencial**.

La **biomasa** potencial difiere de la **real extraída** en campo por pérdidas que se deben a múltiples factores, destacando, entre otras, el tipo de vegetación, el tipo de terreno y la forma de saca y transporte de la biomasa. Los diferentes coeficientes de aprovechamiento de biomasa están siendo investigados.

### 2.4. Bibliografía.

Gutiérrez Oliva, A.; Fernández Golfín, J.I., 1997. Cálculo de la densidad y de las variaciones dimensionales de la madera. Equivalencias numéricas entre valores, Revista Montes, 49: 28-33.

Gutiérrez Oliva, A.; Plaza Pulgar, F., 1967. Características físico-mecánicas de las maderas españolas, Ministerio de Agricultura, Madrid, 103 p.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Varios años. Anuario de Estadística Agroalimentaria, Madrid.

Ministerio de Medio Ambiente, 2005. Anuario de Estadística Forestal, Dirección General para la Biodiversidad.

Montero, G.; Muñoz, M.; Donés, J.; Rojo, A.; 2004. Fijación de CO<sub>2</sub> por *Pinus sylvestris* L. y *Quercus pyrenaica* Willd. en los montes "Pinar de Valsaín" y "Matas de Valsaín". Invest. Agrar.: Sist. Recur. For., 13: 399-415.

Montero, G.; Ruiz-Peinado, R.; Muñoz, M. 2005. Producción de biomasa y fijación de CO<sub>2</sub> por los bosques españoles. Monografías INIA: Serie forestal nº 13, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Madrid, 270 pp.

### **3. DIFICULTAD DE APROVECHAMIENTO Y TRANSPORTE DE LA BIOMASA DE LOS MONTES.**

#### **3.1. Introducción.**

La investigación sobre el aprovechamiento de biomasa con fines energéticos se ha visto fomentada en cada crisis energética con incremento considerable del precio del petróleo. Baste citar como ejemplos los periodos de mediados de los setenta (conflicto Irán-Irak) o comienzos de los noventa (guerra del Golfo). Sin embargo, los resultados no siempre han sido satisfactorios.

En la actualidad, se vive un nuevo periodo de desarrollo de estas investigaciones. Sin embargo, una diferencia importante frente a épocas pasadas radica en la existencia de compromisos políticos a nivel europeo y en la consideración de la biomasa como combustible con emisión nula de CO<sub>2</sub> a la atmósfera. Este dato hace que su uso sea interesante para grandes industrias que tienen asignados créditos de emisión de CO<sub>2</sub>, y determina la existencia de tres sectores activamente implicados: el forestal, el energético, y las grandes industrias que están en el Plan General de Asignaciones.

Los residuos forestales que actualmente y en algún caso, pueden ser usados como biomasa, no tenían gran valor comercial hasta ahora. Su tratamiento suponía (y aún supone) un elevado coste que, generalmente, se justificaba por el potencial riesgo de incendio. Una reseña de este coste puede observarse en las figuras 10 y 11.

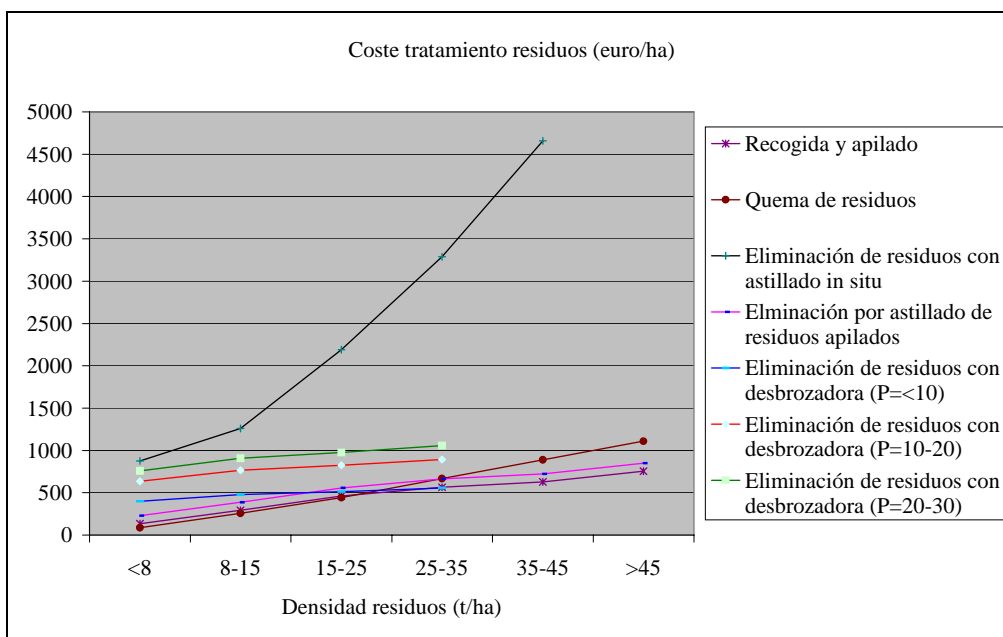


Figura 10: Costes por hectárea de diferentes tipos de tratamiento (Fuente: Elaboración propia en base a Tarifas TRAGSA, 2007)

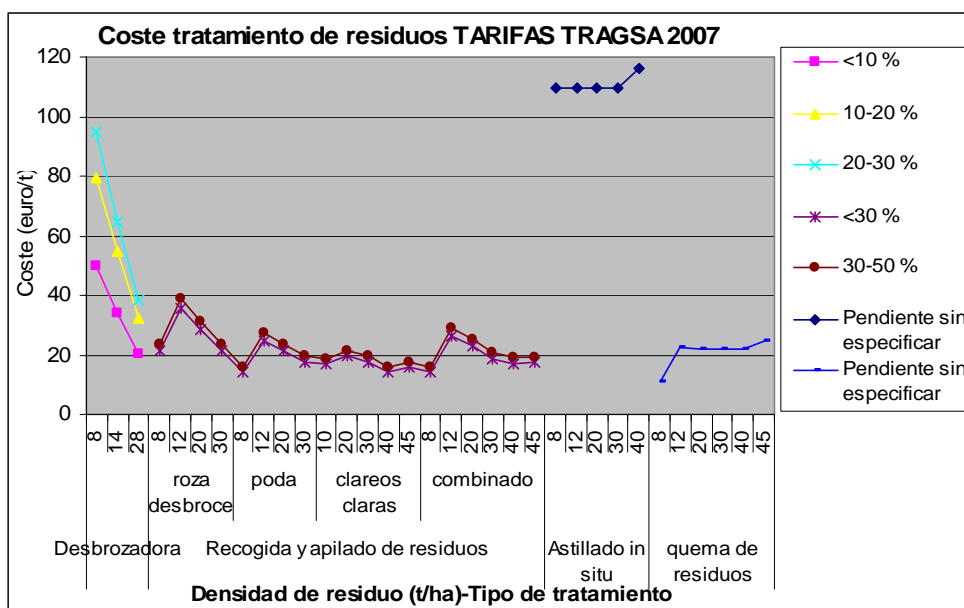


Figura 11: Costes de tratamiento de residuos (euro/tonelada) en función de la densidad de residuo (t/ha), el tipo de tratamiento y la pendiente (%) (Fuente: Elaboración propia en base a Tarifas TRAGSA, 2007)

El nuevo escenario modifica drásticamente esta percepción, y convierte este residuo eliminable en una interesante materia prima aunque añade, lógicamente, requisitos a su aprovechamiento. Como la mayoría de las inversiones, el establecimiento de una central de biomasa implica una garantía de suministro regular, sujeto a plazo, en cantidad suficiente y con limitaciones de forma, que, en primera aproximación, pueden resumirse en astillas con granulometría de tamaño máximo de 5 cm., con menos de un 30% de humedad y sin impurezas reseñables.

Debido a ello, los problemas para garantizar el suministro de biomasa se asemejan a los que tiene la industria de la madera, y más en concreto, la industria de la madera de pequeñas dimensiones. En ambos casos se trata de un producto con poco valor añadido y muy sensible al coste de transporte, que puede llegar a suponer más del 40% del coste total. Además, la figura 12 refleja la pésima relación peso/volumen del producto a transportar.

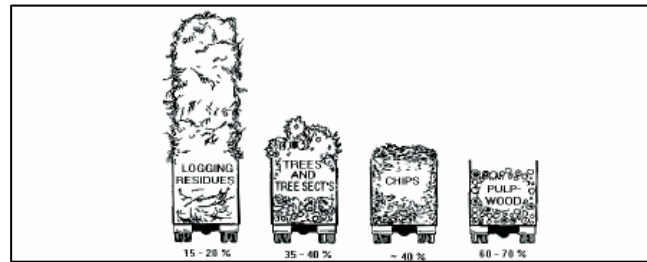


Figura 12: Volumen ocupado por el mismo peso de madera para pasta (pulp-wood), astillas (chips), árbol completo y partes de árbol (trees and tree sects) y residuos de corta (logging residues) (Fuente: Rodríguez, 2006)

Como se ha indicado en el capítulo 1, en Europa los grandes productores de energía a partir de biomasa son los países líderes en industria forestal, algo que puede parecer lógico dado que la biomasa procedente de residuos sale del monte con la madera. Explotar la madera y la biomasa de forma conjunta o teniendo en cuenta que se van a extraer ambos es fundamental para sacar la máxima renta a todos los productos del árbol. Parece claro que movilizar más biomasa equivale a movilizar más madera y que este debería ser un objetivo conjunto de todo el sector. Para este aprovechamiento integral, la organización de las operaciones debe tener en cuenta que se van a utilizar también los residuos y/o que no merece la pena desramar hasta dimensiones más pequeñas porque se va a realizar una extracción de los restos.

### 3.2. Principales dificultades.

Existen múltiples aspectos que dificultan la extracción de la biomasa de los montes, y que, en muchos casos, afectan también a la movilización de la madera. A continuación se analizan los principales.

- La superficie forestal en España tiene una **fisiografía compleja** con más de un 36% en pendientes superiores al 35%, y cerca de un 39% con pendientes entre 12,5 y 35%. Esto supone una gran proporción de superficie con importantes dificultades para el aprovechamiento de la madera y de la biomasa. (Tolosana et al/2004).
- La **propiedad forestal** está fundamentalmente en manos privadas (Tabla 8 y Tabla 9), llegando en algunas zonas como Galicia a ser privados el 98,5% de los montes.

Propiedad	Superficie (ha)	Porcentaje
Estado y CCAA	1.385.858	5%
Entidades locales	6.107.953	22%
Privado	19.306.381	70%
Monte Vecinal en Mano Común	617.417	2%

Tabla 9: Superficie forestal por tipo de propiedad (Fuente: Elaboración propia con datos del MMA, 2007).

En la Figura 13 se puede comprobar que sólo Canarias y las comunidades uniprovinciales de Cantabria, Navarra y La Rioja, presentan más de un 50% de superficie forestal pública.

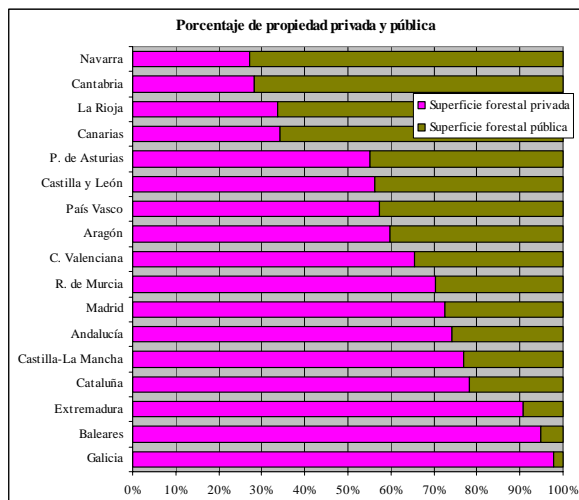


Figura 13: Porcentaje de superficie forestal privada y pública por CCAA (Fuente: Elaboración propia con datos del MMA, 2007).

- El **tamaño** medio de la propiedad privada en España es muy pequeño. En Galicia, País Vasco y Cataluña el tamaño medio por propietario es de 3,0 ha, 3,1 ha y 9,5 ha respectivamente (Enersilva, 2007). Como, además, esta superficie puede estar dividida en numerosas parcelas, el tamaño real y operativo es incluso inferior. Véase como ejemplo el caso de Galicia en que, para los terrenos más productivos forestalmente, la superficie media por propietario particular es de 2 ha divididas en 10 parcelas, y los montes vecinales en mano común están divididos entre 2835 comunidades, lo que les proporciona un tamaño medio de 237 ha (Rodríguez y Marey, 2008).

Y en este caso el tamaño sí importa ya que, para un mismo precio de la madera en parque de fábrica, una vez descontados los costes de transporte, saca y elaboración, el valor residual por tonelada que le quedaría al propietario por la venta de la madera en pie para una corta de 20 t sería del 19% del valor de la madera en fábrica. Sin embargo para una corta de 10.000 t este valor sería del 54% (Villapol, 1997).

- El **envejecimiento de los propietarios forestales** integrados en el medio rural supone que, debido a la escasa rentabilidad de las propiedades forestales, los descendientes no continúen con la actividad. Para la mayoría de expertos, es fundamental buscar herramientas que faciliten la gestión de los montes en manos privadas. Se deben fomentar asociaciones, agrupaciones, cooperativas o comunidades de montes así como dar ayudas a modelos de gestión con mínima

intervención del propietario. Un ejemplo puede ser la mancomunidad de productores de biomasa forestal primaria del sur de Galicia, creada en 2007, que agrupa a 52 comunidades de montes con 13.500 ha.

- Las restricciones a las cortas y su estacionalidad es otro de los problemas. Las **figuras de protección** son muchas (Tabla 10), y suponen o pueden suponer limitaciones importantes a la extracción de productos.

<b>Figuras de protección</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Número</b>
<b>Zona LIC/ZEPA terrestre</b>	<b>6.586.680 (un 24% del territorio forestal)</b>	
<b>Zona RED NATURA terrestre</b>	<b>12.992.921 (un 47% del territorio forestal)</b>	
Parque Nacional	349.346	27
Parque Natural	2.815.045	135
Otros parques	517.620	48
Reserva natural	137.282	252
Otras reservas	32.644	48
Paisaje protegido	138.126	67
Paraje	109.063	55
Monumento natural	117.627	255
Biotopo protegido	894	6
Otras figuras	611.606	254
<b>TOTAL</b>	<b>4.829.252</b>	<b>1.147</b>

Tabla 10: Superficie ocupada por diferentes figuras de protección (Fuente: Elaboración propia con datos de AEA 2007).

-La **densidad de vías** es un parámetro importante porque en la extracción de biomasa la distancia de desembosque debe ser pequeña ante el poco valor añadido del producto. En España, el valor medio de la densidad de vías es de 10 m/ha. Su desglose es desigual, siendo claramente inferior a la media en el centro y sur de la Península. En cambio en el norte, la fragmentación de la propiedad provoca un alto valor de densidad de vías, lo que supone una pérdida de superficie productiva y un elevado coste de mantenimiento. Debido a ello muchas no están en adecuadas condiciones para su utilización en el momento de las cortas. Esto alarga las distancias de desembosque y origina acarrees intermedios con un incremento considerable del coste al no ser accesible a camión (Picos *et al*, 2007). Como ejemplo práctico, en una concentración parcelaria realizada en 700 ha del municipio de Trabada (Lugo), el paso de una superficie media de parcela por propietario de 0,16 ha a otra de 2,15 ha y la existencia de algunas con más de 10 ha de superficie provocó que la densidad de vías alcanzara 40 m/ha. (Figura 14).



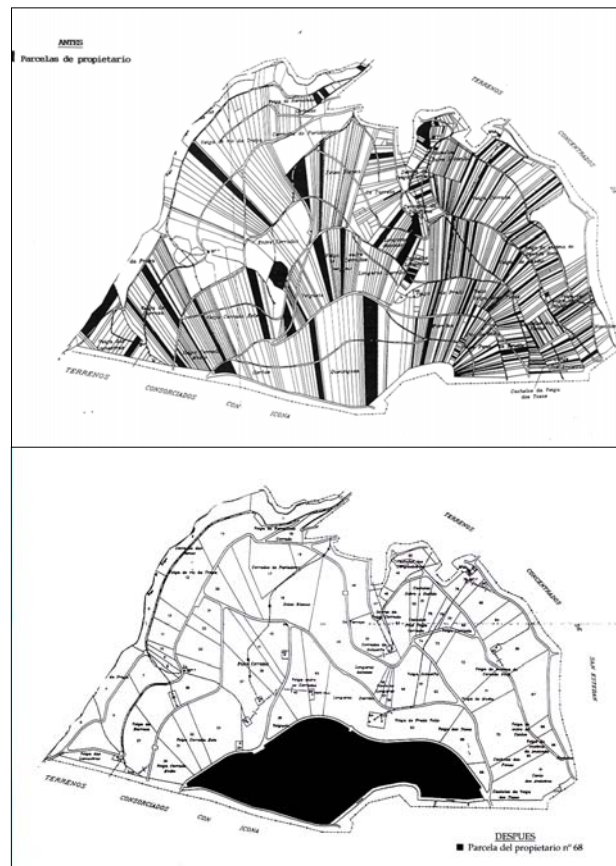


Figura 14: Concentración parcelaria del municipio de Trabada (Lugo). (Villapol, 1997).

- Las limitaciones para la construcción de pistas y la **falta de infraestructuras adecuadas** (con zonas de carga y descarga) son dos de los problemas más destacados en opinión de las empresas españolas de aprovechamiento forestal. La mejora de las infraestructuras (pistas y cargaderos) es unánimemente considerada una medida adecuada para el fomento y desarrollo del trabajo que realizan estas empresas (Ambrosio y Tolosana, 2005). La dificultad añadida de encontrar espacio adecuado para situar grandes cargaderos es otro grave problema. La maquinaria de astillado y transporte precisa áreas relativamente extensas de trabajo. La baja densidad volumétrica de los residuos, que oscila entre 0,05 y 0,25 t/estéreo (Rodríguez *et al.* 2007) agrava esta necesidad. El problema se manifiesta muy especialmente en el norte donde es común acudir al alquiler de fincas para hacer de cargaderos. De ahí, también, la importancia de la logística para el astillado en cargadero y posterior traslado que evite la acumulación de mucha biomasa. Además, se ha sugerido por algunos sectores implicados que la Administración incluya en los pliegos de condiciones localizaciones adecuadas para situar los cargaderos.
- Se necesita el desarrollo de **maquinaria adecuada** para las condiciones españolas. La maquinaria procedente del norte de Europa está pensada para grandes superficies forestales y pendientes reducidas. Sería útil poder emplear máquinas más pequeñas y específicas, tanto en el interior del monte como en su transporte por carretera donde la exigencia de camiones-góndola complica la movilidad. Debe decirse, sin embargo, que ya existen actuaciones de mejora de la maquinaria en algunas labores concretas, con iniciativas como las institucionales

gallegas de maquinaria para recoger matorral (Cis-madera) o las privadas de recogida de residuos con empacadora (Trabisa).

La ayuda a la adquisición de maquinaria es una de las medidas de desarrollo a la que mejor responden las empresas de aprovechamiento. La renovación gradual del parque de maquinaria en los últimos años ha alcanzado a un 30% de las empresas de aprovechamientos forestales en Galicia, con una inversión presupuestaria en torno a 26,8 millones de euros en el periodo 2001-2006. Igualmente favorecidas se han visto las empresas de aprovechamientos que trabajan en Asturias, con más de 3,5 millones de euros de inversión en el periodo 2002-2006. (Ambrosio y Tolosana, 2005).

- Esta adquisición de maquinaria específica es reseñable, sobre todo porque, dadas las peculiaridades de las **empresas de aprovechamiento forestal**, representa un importante esfuerzo inversor en una apuesta de cierto riesgo. Estas empresas están constituidas en altísimo porcentaje por autónomos o micropymes con 2-5 empleados y una facturación inferior a los 3 millones de euros (Ambrosio y Tolosana, 2005). Están, además, muy presionadas por los precios de compra de materia prima que se fijan en destino y por los precios de venta de madera de los propietarios forestales. El mercado genera una importante incertidumbre que no ayuda al empresario a arriesgarse en la adquisición de maquinaria específica, con aperos caros, basando el trabajo en la necesidad de rendimientos altos y amortizaciones rápidas (comprar una astilladora de hasta 500.000 euros origina un coste horario aproximado de 100 euros). Las empresas necesitan por ello trabajar de forma continua en un sector claramente estacional y con poca actividad desde marzo a octubre.

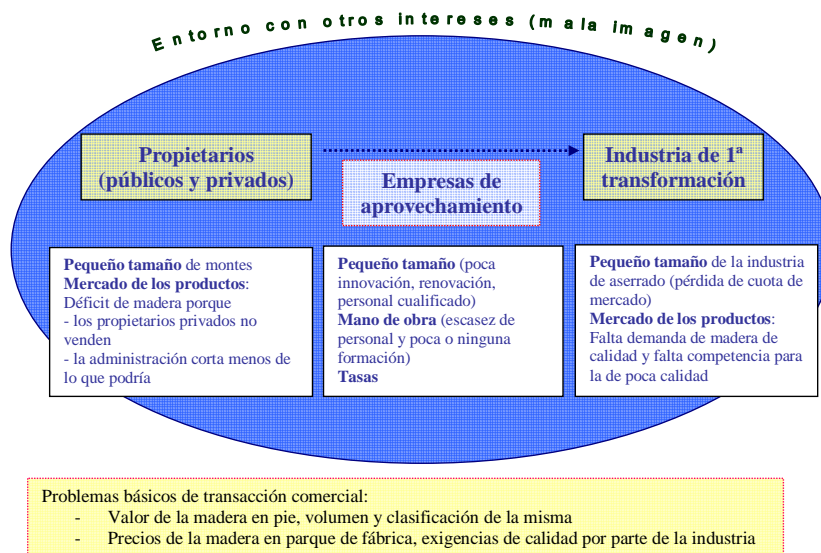


Figura 15: Problemática de las empresas de aprovechamiento forestal (Fuente: Elaboración propia, Ambrosio y Tolosana 2005)

Entre las muchas consecuencias negativas que se generan por todo esto está la falta de formación y reciclaje de estas empresas. La siniestralidad laboral es alta. Existen continuas dificultades para encontrar trabajadores forestales de todo tipo, no sólo entre

motoserristas y apiladores, sino incluso en trabajos más especializados y con remuneraciones más atractivas, como los conductores de cosechadora.

- La **falta de gestión** en muchas zonas es uno de los factores que más dificulta la movilización de la biomasa y de la madera.

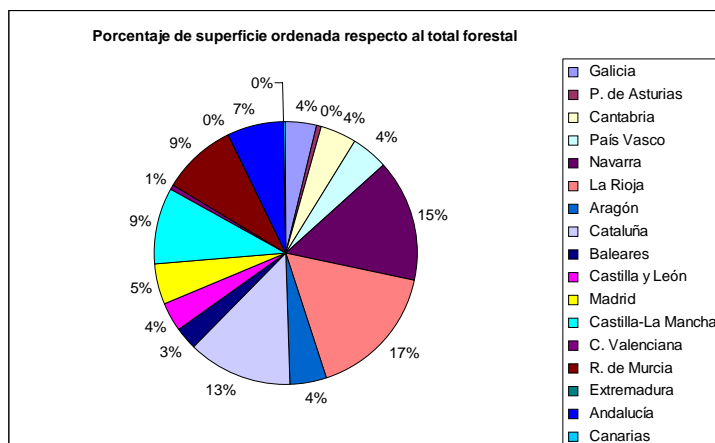
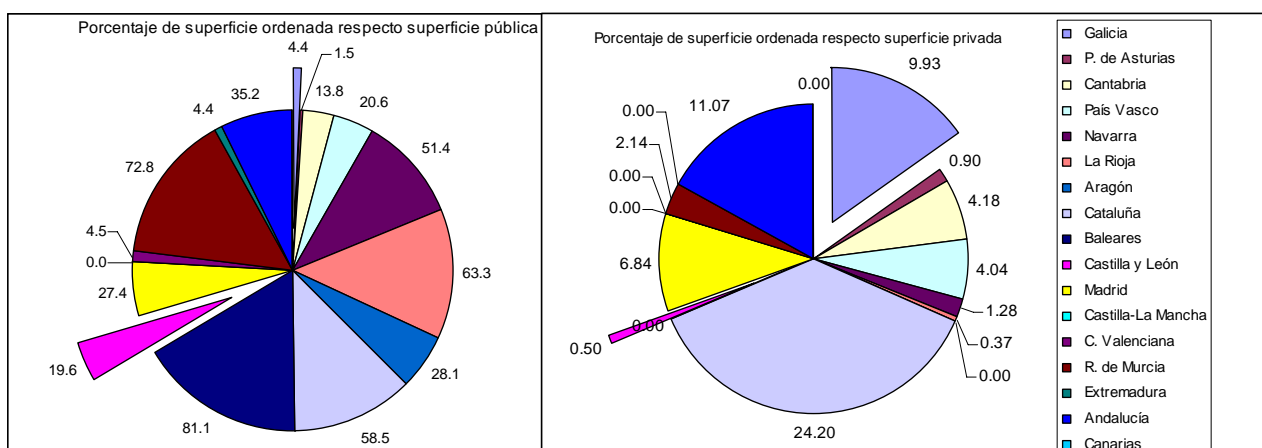


Figura 16: Porcentaje de superficie ordenada por comunidad autónoma. (Elaboración propia con datos del AEA, 2007).

Sólo el 13,78% de la superficie forestal está ordenada (Figura 16), lo que supone un total de 3.782.099 ha.

El análisis por tipo de propiedad refleja que sólo el 5,14% de las propiedades privadas tienen proyecto de ordenación (990.699 ha) frente al 23,47% de la superficie pública que está ordenada (8.311.925 ha). (Figuras 17 y 18).

En la Tabla 11 se observa que hay aprobados más de un 75% de planes de gestión de los espacios naturales protegidos con plan de ordenación.



Figuras 17 y 18: Porcentaje de superficie ordenada respecto a la superficie pública forestal y respecto a la superficie privada. (Elaboración propia con datos del AEA, 2007).

Comunidad Autónoma	Nº de Planes de ordenación aprobados	Nº de Planes de gestión
Galicia	7	1
P. de Asturias	47	8
Cantabria	3	4
País Vasco	7	5
Navarra	2	47
La Rioja	2	1
Aragón	3	4
Cataluña	30	25
Baleares	31	5
Castilla y León	14	–
Madrid	4	3
Castilla-La Mancha	29	2
C. Valenciana	13	14
R. de Murcia	6	–
Extremadura	3	–
Andalucía	38	41
Canarias	108	66
<b>TOTAL</b>	<b>347</b>	<b>226</b>

Tabla 11: Análisis autonómico del número de planes de ordenación aprobados y de gestión en Espacios Naturales protegidos hasta 31 de Diciembre de 2005. (Fuente: Elaboración propia con datos del AEA, 2007).

Para las empresas de aprovechamiento, existe un conflicto recurrente con muchos gestores y administraciones que abarca amplios aspectos del trabajo diario, siendo especialmente reseñables la discrepancia entre el volumen de madera que se oferta y el que debería ofertarse, la falta de previsión en esa oferta y los requisitos recaudatorios y burocráticos que implica (Ambrosio y Tolosana, 2005). En particular, la falta de transparencia en la información de fechas de subastas y volúmenes previstos les lleva a acumular gran cantidad de lotes para asegurar que la maquinaria no pare de trabajar a lo largo del año.

- Los **costes de saca y transporte** de la biomasa son muy elevados por numerosos motivos, habiéndose ya reflejado la mayoría en otros lugares de este documento: escaso valor añadido del producto, desconocimiento por parte de los gestores y de las empresas de aprovechamiento de cómo deben realizar la extracción y el transporte, inadecuación de la maquinaria empleada, coste de transporte muy elevado,..... En cualquier caso, un análisis detallado de estos costes es esencial para poder sacar conclusiones sobre la situación.

En primer lugar, hay que reseñar que en los costes de extracción de la biomasa no se suele tener en cuenta el interés de la propiedad por ser retribuida por el producto. Una aproximación a los denominados “costes de generación de la biomasa”, que podría ser necesario pagar al propietario por el producto puede encontrarse en la Tabla 12.

	España			Francia	Portugal
	Galicia	País Vasco	Cataluña		
Coste de generación de la biomasa (euro/t)	12-26	15-27	15-25	12-22	18-30

Tabla 12: Retribución a la propiedad por generación de la biomasa (ENERSILVA, 2007)

Conocido esto, pueden analizarse diferentes fuentes para aproximar los costes. Así, el borrador de la Estrategia para la Biomasa que está en fase de consultas estima los costes de extracción de biomasa según la especie, el tratamiento y la pendiente (Figuras 19 y 20). En las gráficas se comprueba como para pendientes inferiores al 25% y para tratamientos que no sean clareos el coste está por debajo de los 43 euro/t. Este dato resulta de interés porque el propio documento indica que esta es la cantidad que paga la industria del tablero.

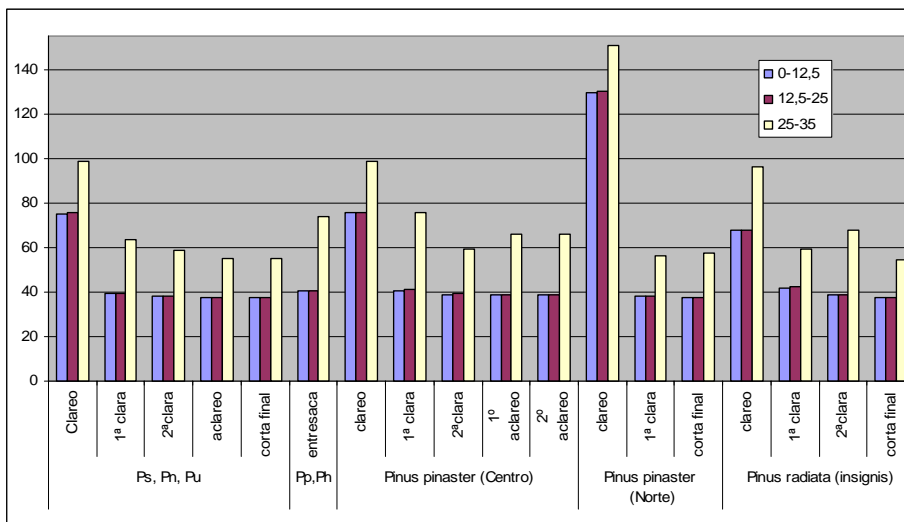


Figura 19: Costes (euro/t) de extracción de biomasa de coníferas por tipo de tratamiento y rango de pendiente (Ps, Pn, Pu – Pinus silvestre, nigra y uncinata; Pp, Ph – Pinus pinaster y halepensis). (Fuente: Elaboración propia con datos de Primer borrador de La Estrategia para la Biomasa).

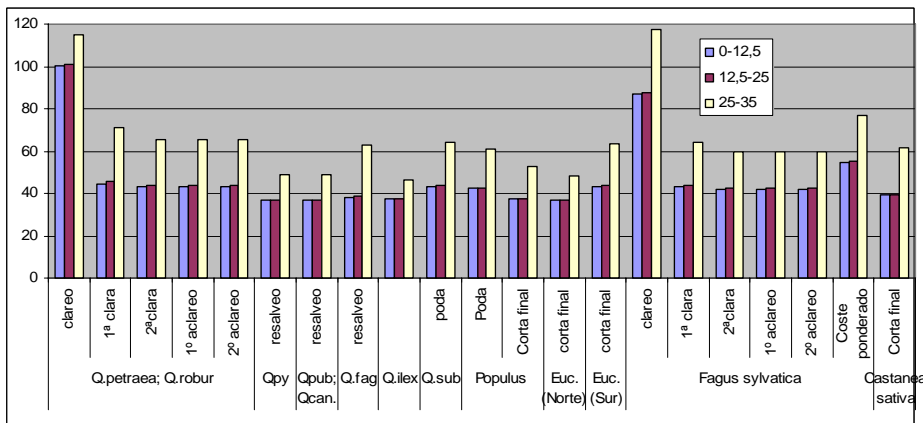


Figura 20: Costes (euro/t) de extracción de biomasa de frondosas por tipo de tratamiento y rango de pendientes (Q.- Quercus; Euc.-Eucalipto). (Fuente: Elaboración propia con datos de Primer borrador de La Estrategia para la Biomasa).

Especie	Densidad de residuo	Tratamiento residuo	Rendimientos (t/h)					Costes (euro/t)					TOTAL
			Apeo	Agrupación	Saca	Astillado	Empacado	apeo	Agrupación	Saca	Astillado	Empacado	
1 Ph	-	-											
2 Ph	16.7	Astillado	1,33		1.39	3.73	64.06		50.29	29.50			143.85
3 Pnigra	21.62	Astillado	1.59		1.51	9.54	53.39		46.25	11.64			111.28
4 Pnigra	18.1	Astillado	2,17		1.59	9.61	39.14		44.05	11.44			94.63
5 Ph	-	-			4.44				10.12			27.66	
6 Pnigra	-	-			1.17				38.33				
7 Ppinaster	15.6	Astillado			2.88	2.15	7.78		15.63	32.49	14.13	20.25	
8 Ppinast., Qfagin.	40.32	Astillado											
9 Ppinast., Qfagin.	40.32	Astillado	0,79	2.62	3.28	2.89	107.44	17.15	21.4	38.13			184.07
10 Q.ilex	-	-											
11 Q.ilex	20.64	Astillado				2.45					44.88		
12 Q.ilex	30.72	Astillado				2.78					39.61		

Tabla 13: Rendimientos y costes del aprovechamiento de biomasa en Castilla La Mancha (Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Plan de Aprovechamientos de la masa forestal residual de Castilla-La Mancha).

Otro documento basado en experiencias de campo y cuyos datos se recogen en la Tabla 13 es el Plan de Aprovechamiento de la masa forestal residual de Castilla La Mancha. Comparativamente, puede decirse que estos datos reflejan costes altos y rendimientos de maquinaria bajos (Martínez coord. *et al.* 2008). De hecho, usando como referencia la Estrategia para la Biomasa en elaboración, podría concluirse que los costes de la Tabla 13 (entre los 94 y 184 euro/t sin transporte) estarían fuera de mercado.

Como se trata de cortas y tipos de monte con baja densidad de residuo (menos de 30 t/ha) y/o condiciones difíciles, parece que son masas donde no compensa sacar estos residuos del monte por no ser viable este tipo de aprovechamientos. Dicho de otro modo, de ser preciso el tratamiento de residuos, habría que pagar por realizarlo.

Otra relación de costes puede sacarse del proyecto Enersilva ya citado en páginas previas de este documento, en el que se han seleccionado casos reales con posibilidad de implantación en el sur de Europa. Los costes de aprovechamiento que estima para un producto con un 35% de humedad oscilan entre 29 y 95 euro/t y se reflejan en la Tabla 14.

Origen de la biomasa	Galicia	País Vasco	Cataluña	Norte y centro de Portugal	Aquitania
Clareos y/o podas con saca semimecanizada	74-85	SD	79-95	SD	SD
Clareo y/o podas con saca mecanizada	48-55	60-70	SD	SD	50-55
Cortas intermedias (claras) o entresacas con saca semimecanizada	54-72	SD	SD	SD	SD
Cortas finales con saca mecanizada	41-46	42-62	SD	29-54	65-70
<b>Coste total (astilla)</b>		<b>53-122</b>		<b>68-100</b>	<b>41-76</b>

Tabla 14: Costes de aprovechamiento y transporte del aprovechamiento de residuos (euro/t) y coste total sumando la retribución a la propiedad recogida en la Tabla 12.

Tipo de corta y especie	Densidad residuos (t/ha)	Costes (euro/t verde)
Resalveo en masas de rebollo ( <i>Q.pyrenaica</i> Willd.) en los montes Valsemana y Los Corrales (León) en octubre y noviembre de 2006	50	54 (40*)
Clara en masa repoblada de pino albar ( <i>P.sylvestris</i> L.) en el monte de Cabrejas del Pinar (Soria), en octubre y noviembre de 2006	47	34,2
Clara en masa repoblada de pino albar ( <i>P.sylvestris</i> ) en monte de El Royo (Soria), experiencia en curso en julio de 2007	97	30,75
Corta a hecho de chopera en Villaverde de Mojina (Burgos) en octubre de 2006	106.1	40,9
Corta a hecho de pino negral ( <i>P.pinaster</i> Ait.) en los montes del T.M. de Muriel Viejo (Soria), octubre de 2006	40,3	27,4

Tabla 15. Costes de elaboración, saca y transporte (Tolosana *et al*, 2008).

\*Coste total, considerando el coste de elaboración con cabezal multitalador adecuado 1/3 menor.

Por último, las experiencias todavía en marcha realizadas por un equipo de investigación de la Universidad Politécnica de Madrid financiadas por CESEFOR, proporcionan resultados preliminares con costes entre 27,4 y 54 euro/t, como se puede observar en la Tabla 15. En el cálculo de costes se consideró un beneficio industrial de un 12,5% y unos costes indirectos de un 10% y no se incluye retribución a la propiedad.

Para la mayoría de los autores, la mejora en la logística de este tipo de cortas puede suponer una disminución de los costes. Los **costes de transporte** de la madera representan entre el 20 y el 40% del precio en fábrica (Le Net *et al*. 2005), En el caso de la biomasa, un estudio de Cis-Madera que refleja la Tabla 16 y considera 100 km de distancia de transporte, eleva este valor hasta un 43 y un 48 % en pruebas realizadas con empacado y astillado respectivamente. Este estudio no incluye costes de desplazamiento de la maquinaria a los montes. Se considera que en cinco años estos precios han experimentado una subida del 11% (Pedras, 2008).

La repercusión del incremento del coste del combustible es mucho mayor en el sector forestal debido al bajo valor añadido de lo que se transporta. En Francia se ha reconocido el transporte de madera como un transporte especial permitiendo llevar de 52 a 72 t (Decreto nº 2003-416) frente a las 40 t permitidas con anterioridad. En Portugal también se ha autorizado el transporte de madera como transporte especial pudiendo llevar hasta 60 t (Decreto-Ley n.º 131/2006 de 11 de Julio). En España algunas comunidades autónomas junto con asociaciones de fabricantes de productos forestales están reivindicando ante el Ministerio de Fomento la necesidad de aumentar la capacidad de transporte de los camiones, así como aumentar su longitud y capacidad de carga. En su opinión, esta es una de las medidas más importantes para dar un fuerte impulso a la extracción de biomasa. Igualmente, las empresas de aprovechamiento reivindican ayudas por el aumento en el precio del combustible y, en concreto, el uso de gasóleo agrícola (Ambrosio y Tolosana, 2005).

	Astilladora	Empacadora
<b>Recogida</b>	10,9-13	12-15
<b>Transporte a planta</b>	10-12	9-11
<b>Astillado en planta</b>	0	3-4
<b>Total (euro/t materia verde 2002)</b>	20,9-25	24,0-30,0
<b>Total (euro/t materia verde 2007)</b>	22,9-28	27-32,8

Tabla 16. Costes de extracción de biomasa con astilladora y con empacadora en pruebas realizadas por el CIS Madera en Galicia. (Fuente: Pedrás, 2008).

- Los **requisitos como materia prima** de la biomasa destinada a las centrales implican diferentes características, y por tanto distintos precios. El mayor corresponde a la astilla limpia de madera, que es la más idónea para ser quemada y la que menos problemas va a ocasionar a las calderas. En cualquier caso, su valor será diferente según las diferentes especies y su poder calorífico (Tabla 17).

Para terminar, debe citarse también que las empresas de destino no son numerosas. Esta practica inexistencia de mercado al que abastecer supone también un problema y una importante incertidumbre para las empresas de aprovechamientos.

Poderes caloríficos de diferentes tipos de biomasa				
TIPO DE BIOMASA	PCI			PCS
<i>Contenido en humedad (%)</i>	0	10	15	0
<b>RESTOS DE CULTIVOS HERBÁCEOS</b>				
Paja de cereales	4060	3630	3300	4420
Tallos de girasol	3700	3310	3090	4060
<i>Contenido en humedad (%)</i>	0	20	40	0
<b>RESTOS DE CULTIVOS LEÑOSOS</b>				
Sarmientos de vid	4200	3280	2310	4560
Ramas de poda del olivo	4240	3190	2135	4600
<i>Contenido en humedad (%)</i>	0	20	40	0
<b>RESIDUOS FORESTALES</b>				
Leñas y ramas				
Coníferas	4590	3590	2550	4950
Frondosas	4240	3310	2340	4600
Cortezas				
Coníferas	4670	3650	2650	5030
Frondosas	4310	3370	2380	4670
<i>Contenido en humedad (%)</i>	0	10	15	0
<b>RESTOS DE AGROINDUSTRIAS</b>				
Cáscara de Almendra	4400	3940	3690	4760
Cáscara de Avellana	4140	3710	3470	4500
Cáscara de Piñón		4570	4090	3830 4930
Cáscara de Cacahuete	3890	3480	3260	4250
Cascarilla de arroz		3770	3370	3150 4130
<i>Contenido en humedad (%)</i>	0	15	35	0
<b>RESTOS DE INDUSTRIAS FORESTALES Serrines y virutas</b>				
Coníferas	4880	4520	3796	4880
Frondosas de clima templado	4630	4270	3580	4630
Frondosas tropicales	4870	4520	3780	4870

PCS: poder calorífico superior (en kcal/kg)  
 PCI: poder calorífico inferior (en kcal/kg).  
 Fuente: Elaboración del autor

Tabla 17: Poder calorífico para diferentes tipos de biomasa (Fuente: Fernández, 2007)

### 3.3. Conclusiones

Se debe resaltar las siguientes conclusiones:

- La **biomasa forestal** es un producto con **poco valor añadido**.
- El **coste de transporte** de la madera representa **el 20-40% de su precio en parque de fábrica**. El de la biomasa se acerca al 45% y se ve muy afectado por el menor coeficiente de apilado.



- El **aprovechamiento integral es fundamental**. Quien elabora la madera debe tener en cuenta que se van a extraer los residuos para dejarlos apilados de forma adecuada.
- La biomasa sale del monte con la madera. Movilizar biomasa es movilizar madera.
- Entre las **medidas más importantes** a considerar están:
  - Fomento de la agrupación de montes de propiedad privada en unidades de gestión más efectivas.
  - Incremento de la superficie gestionada con implantación de instrumentos de gestión y previsión de cortas.
  - Aumento del límite de transporte de la carga a un máximo de 60 t y aumento del tamaño de los camiones.
  - Investigación y desarrollo de maquinaria adecuada a las características de nuestros montes.
  - Investigación de métodos y logística idónea.

### 3.4. **Bibliografía**

Ministerio Agricultura, Pesca y Alimentación, 2007. Anuario de Estadística Agraria, 2007.

Ambrosio y Tolosana, 2005. Informe sobre políticas sectoriales de ayuda al sector de rematantes y empresas de aprovechamientos en España y Europa. Priorización de actuaciones para el caso castellano - leonés. No editado.

ENERSILVA, 2007. Promoción del uso de la biomasa forestal con fines energéticos en el suroeste de Europa (2004-2007). Edición Proyecto Enersilva.

Fernández, J. 2007. Biomasa. Colección Energía Renovable para todos.

Le Net, E., Bigot, M. y Lewin, F. 2005. The impacts of new road transport regulation on forest-wood sector in France. USDA Forest Service Gen. Technical Report. PSW-GTR-194.

Martínez coord. *et al.* 2008. Plan de aprovechamientos de la masa forestal residual de Castilla-La Mancha. Experiencias del primera año de gestión. Serie Forestal nº5. TRAGSA y Castilla La Mancha.

Pedras, X. 2008. Xestión e Mecanización da biomasa forestal. Experiencias en Galicia. Xornada sobre a Situación e Perspectivas da Biomasa como Produtora de Enerxía en Galicia. Santiago de Compostela, 23 de enero de 2008.

Rodríguez, J. 2006. Aprofitament i desembosc de biomassa forestal. Centre propietat Forestal. Departament de Medi Ambient y Habitatge. Generalitat de Catalunya.

Rodríguez, V, y Marey, M.F., 2008. Sistema de apoyo a la propiedad forestal y su aplicación en Galicia. Revista Gallega de Economía. Volumen 17. Número 1.

Tolosana, E; Ambrosio, Y.; Laina, R. y Martínez, R. 2008. Rendimientos y costes de diferentes aprovechamientos de la biomasa forestal en Castilla y León, experiencias en curso Revista Progreso Forestal Nº 13. Junio 2008

Tolosana, E., González, V. y Vignote, S. 2004. El aprovechamiento maderero. 2ª Edición Editorial Mundi-Prensa y FUCOVASA.

TRAGSA, 2007. Tarifas TRAGSA 2007.

Villapol, D, 1997. La concentración a concentración forestal en el municipio de Trabada (Lugo). Congreso Forestal Español.

#### 4. MERCADO DE LA BIOMASA FORESTAL

##### 4.1. *Uso de la biomasa forestal*

En el Capítulo 1 de este documento se recogía la definición de biomasa como “materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía”. Es decir, cualquier sustancia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los materiales que resultan de su transformación natural o artificial.

La biomasa forestal es la fracción biodegradable de los productos y residuos generados en los montes y que son procesados con fines energéticos. Los **principales materiales** vegetales que constituyen la biomasa forestal son:

- Productos derivados de tratamientos selvícolas: ramas y ramillas procedentes de trabajos de poda; pies procedentes de cortas de aclareo, cortas fitosanitarias o pies afectados por incendios forestales.
- Restos de cortas: ramas y rabeones procedentes de cortas finales antes de la regeneración de los bosques y de cortas intermedias.
- Leñas procedentes de trasmochos y de pies no maderables: ramas y troncos de pies mal formados.
- Cultivos energéticos leñosos y herbáceos: se realizan con plantaciones de alta densidad y turnos muy cortos, seleccionando las especies según la cantidad de biomasa que producen. En el sur de Europa los géneros más utilizados son Eucalyptus, Acacia, Salix y Quercus y, las especies más utilizadas en cultivos energéticos herbáceos son Arundo donax, Cynara cardunculus, Brasita carinata y Miscanthus sinensis, entre otras.
- Desbroces de matorral: limpieza de matorrales leñosos arbustivos y subarbustivos en masas arboladas.

Los dos principales usos energéticos actuales a los que se dedica la biomasa forestal son la generación eléctrica y la generación térmica. En el caso de la **cogeneración**, se consiguen los dos objetivos, obteniendo además eficiencias globales del ciclo muy elevadas. Un tercer uso que se pretende de la biomasa es la conversión de ésta en biocombustible líquido (biodiesel o bioetanol de segunda generación). Todavía está en fase de desarrollo.

Para convertir la biomasa en energía existen **métodos termoquímicos y biológicos**. Dentro de los métodos termoquímicos, la combustión es el más sencillo. Consiste en la oxidación de la biomasa por el oxígeno del aire, liberando principalmente vapor de agua y CO<sub>2</sub>.



Fig.21. Central de combustión de biomasa. (Fuente: IDEA)

Se puede emplear también la biomasa forestal en centrales térmicas ya existentes, mezclándose con otro combustible. Este proceso se denomina **co-combustión**. La mezcla carbón-biomasa forestal sólida es fácil de realizar. Dependiendo de la tecnología empleada y del tipo de caldera, el porcentaje de mezcla varía desde un 5% a un 20%. Esta solución no supone una inversión elevada ya que la biomasa se utiliza en las instalaciones existentes sin modificaciones importantes. La legislación de ciertos países obliga a utilizar la co-combustión para, de este modo, alcanzar los objetivos de reducción de emisión de gases de efecto invernadero. El Reino Unido, por ejemplo, a través de sus Renewable Obligation Certificates (ROC's) incentiva el uso de biomasa para la co-combustión. Además, se han aprobado leyes que regulan explícitamente el uso de biomasa en este tipo de plantas generadoras.

Existen tres métodos distintos de co-combustión

- *Directa*

La biomasa sigue el mismo proceso de preparación que el carbón antes de ser introducido en la caldera. Es la solución técnicamente más sencilla y económica.

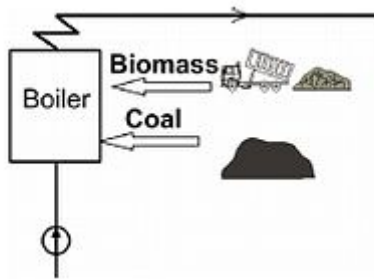


Fig.22. Co-combustión directa

- *Indirecta*

La biomasa sufre primero un proceso de gasificación antes de ser introducido en la caldera con el carbón. Este método permite el uso de una mayor variedad de tipo de biomasa ya que la gasificación se hace antes de introducirla en la caldera. Las complicaciones técnicas son mayores, así como el coste.

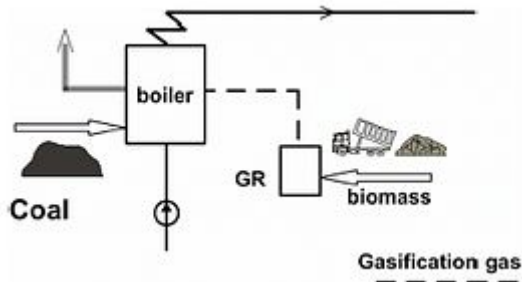


Fig.23. Co-combustión indirecta.

- *Paralela*

Existen dos calderas en las que se queman por separado carbón (o el combustible principal) y biomasa. Este tipo de método se utiliza en industrias que generan muchos residuos de biomasa (industria de pasta y papel, por ejemplo) y los aprovechan en sus circuitos de energía.

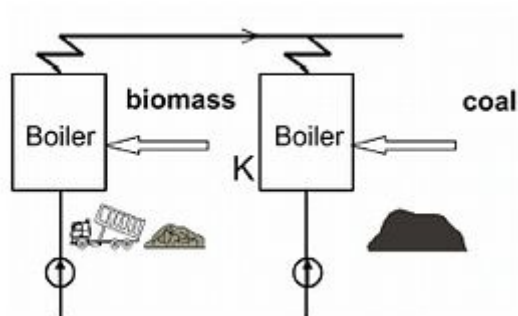


Fig.24. Co-combustión paralela.

En España, el uso de la biomasa para generación eléctrica y cogeneración no es todavía muy elevado. En el año 2005, de toda la biomasa consumida en España, sólo el 8,65% se dedicó a la generación eléctrica y cogeneración (fuente: IDAE 2005).

El principal uso que se hace de la biomasa es para calefacción, tanto de uso doméstico como en aplicaciones industriales. Los países del norte de Europa llevan muchos años utilizando este tipo de calefacción, especialmente Suecia, que es el mayor productor de pellets del mundo. En Europa, alrededor del 83% de la biomasa se dedica a usos térmicos y el 17% a producción eléctrica. En España, según datos del IDAE de 2005, un 47,85% de la biomasa se dedicó a uso doméstico.

Para la combustión de pellets de madera en viviendas unifamiliares se han desarrollado hornos y calderas con sistemas electrónicos de quemado, que son llenados en parte mediante roscas transportadoras. El proceso de combustión resulta mucho más eficiente y menos contaminante en estas nuevas instalaciones, en comparación con sistemas convencionales como los hornos de cerámica o de chimenea. Estos sistemas de calefacción modernos se ofertan en distintas clases de potencia, que suele ser inferior a 15 Kw. en el caso de las viviendas unifamiliares.

Los sistemas de calefacción para varias viviendas o casas suelen funcionar con astillas procedentes de madera troceada a máquina. El calor se distribuye posteriormente por medio de redes de calefacción local

La biomasa se puede transformar en un vector energético líquido, que son los **biocarburantes**. Actualmente provienen de cosechas para alimentos o productos derivados (caña de azúcar, soja, palma, colza...) pero en un futuro se podrán obtener de cualquier tipo de biomasa: residuos forestales, cultivos energéticos, algas... Los biocarburantes tienen la ventaja de poder utilizarse en el sector del automóvil como fuente de energía, disminuyendo así la dependencia en el petróleo y reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero.

#### **4.2. Tipo de productos**

Una primera aproximación a la clasificación de los productos obtenidos de la biomasa se basa en su carácter sólido o líquido.

- *Sólidos*
  - Pellets

Los pellets son cilindros de biomasa compactada procedente de residuos forestales y desechos de origen vegetal y fabricados a partir de astillas de madera y serrín. Presentan un tamaño entre 4 y 10 mm de diámetro y 2-10 cm de longitud. Hay que mencionar que todavía no existe una normativa europea que especifique las dimensiones de dichos productos. Su constitución compacta y su reducido tamaño permiten la automatización de la alimentación de las calderas de biomasa mediante un sistema de tornillo sin fin, presentan una mejor combustión debido a su alta densidad, espacio reducido para su almacenamiento y facilidades para su transporte y comercialización. Por tanto los costes de transporte y almacenamiento por unidad energética son más bajos con los pellets que con otros combustibles de biomasa. Los pellets se suelen utilizar principalmente para la calefacción y para la generación eléctrica en centrales de co-combustión y cogeneración.

- Astillas (wood chips)

Las astillas son el resultado de la trituración de la madera, dando lugar a trozos pequeños de forma irregular que presentan un espesor de alrededor de 2 cm y tamaños variables que no suelen superar los 10 cm de longitud. La astilla procedente de los aprovechamientos forestales es totalmente natural y no contiene ningún tipo de aditivo, constituyendo un biocombustible limpio de cara a la emisión de gases contaminantes.

A diferencia de los pellets, los chips no están prensados por lo que presentan una menor densidad energética. Este tipo de biomasa suele destinarse al proceso de gasificación. Por ello debe tener unos contenidos de humedad bastante rigurosos. No obstante, las astillas pueden provenir de diferentes orígenes y ser mezcladas, lo que ofrece una ventajosa flexibilidad.

- *Líquidos*

- BTL

El BTL representa un avance sustancial respecto a los biocarburantes actuales. Los biocarburantes de segunda generación son biocombustibles líquidos que se pueden obtener a partir de biomasa lignocelulósica, tanto de tipo herbáceo (paja) como leñoso (astillas). Se les denomina abreviadamente BTL (Biomass To Liquid). No obstante, la obtención de BTL está en fase experimental. Las ventajas potenciales de este biocarburante son grandes: flexibilidad de uso de biomasa, utilización de biomasa que no entra en competición con los circuitos de alimentación (como los actuales biocarburantes). Los costes de producción son potencialmente inferiores a los de los biocarburantes actuales.

Los BTL tienen importancia estratégica debido al peso del sector transporte en el gasto energético, que alcanza alrededor del 25% en la UE. Conseguir reducir la dependencia frente a los hidrocarburos se presenta como un reto prioritario y el papel de los biocarburantes de segunda generación es esencial para conseguir los objetivos marcados: para el 2020, un 10% de la demanda energética en el sector transporte debe ser cubierta con biocarburantes. Se debe crear una normativa europea para definir los parámetros de calidad necesarios para la constitución de un mercado regulado.

La biomasa cuyo origen son cultivos energéticos herbáceos o los residuos forestales constituye una fuente económica y de fácil obtención para la producción de BTL. Algunos de los biocarburantes obtenidos son: BTL diesel, metanol e hidrógeno. Se requiere primero un proceso de gasificación de la biomasa como paso previo a la obtención de los BTL mencionados.

El biodiesel obtenido tiene propiedades físicas similares al diesel proveniente de los hidrocarburos. Esto lo hace compatible con las infraestructuras de distribución y almacenamiento actuales del diesel, evitando así costes de capital. El uso en los motores de combustión interna no requiere grandes modificaciones en los mismos.

El bio-metanol producido tiene como destino la industria química. Además, podría ser el carburante de las pilas de combustible, que utilizarían el metanol (mediante un reformado del mismo) para obtener hidrógeno y de él, la energía eléctrica.

El bio-hidrógeno obtenido con la biomasa reemplazaría al gas natural, del cual se obtiene la mayor parte del hidrógeno que actualmente se produce en el mundo. El hidrógeno sirve para la industria química, particularmente la producción de amoníaco. La aplicación para pilas de combustible también es una alternativa a largo plazo.

- Etanol celulósico

Dentro de este grupo de biocarburantes de segunda generación está el bioetanol obtenido por fermentación de la biomasa lignocelulósica hidrolizada. Actualmente, el bioetanol se obtiene de la fermentación de cultivos alimentarios con alto contenido de azúcar, como puede ser el maíz en el caso de Estados Unidos o la caña de azúcar en Brasil. No obstante, el bioetanol de segunda generación convierte la celulosa en azúcares, para posteriormente obtener el etanol. De este modo, todo material con alto contenido de celulosa es fuente de energía en forma de bioetanol. Las razones principales para la producción de bioetanol de segunda generación son: abundancia de la materia prima (celulosa); bajo coste de la materia prima comparada con los cultivos actuales; emisiones de CO<sub>2</sub> inferiores que en la producción de bioetanol de caña de azúcar o maíz; gran potencial de desarrollo tecnológico; no hay interferencias con los circuitos alimentarios. No obstante, el desarrollo de este tipo de biocarburante está en fase experimental y se requiere más tiempo de desarrollo y apoyo institucional para conseguir un desarrollo comercial importante.

#### **4.3. Mercados para biomasa**

De entre los tipos de biomasa antes mencionada, analizaremos los diferentes aspectos de los mercados de pellets por ser el de más interés.

- *Pellets*
  - Demanda y oferta

Los principales centros de producción son Europa y Norteamérica (Estados Unidos y Canadá). América Latina y los países Asiáticos (principalmente China) han iniciado recientemente la producción de pellets pero todavía representan una mínima parte.

- Europa

Dentro de Europa, existen diferencias en cuanto a la madurez de los mercados de los pellets. Suecia, Dinamarca, Alemania y Austria tienen las estructuras más avanzadas. Italia, Bélgica, Holanda, Francia y el Reino Unido están en fase de expansión de sus mercados. España ha iniciado en el 2007 dicho proceso.

La producción total europea en 2006 fue de unas 4,5 millones toneladas, con Suecia, Alemania y Dinamarca como principales productores. Representa el 65% de la producción mundial. Existen más de 300 plantas de producción de pellets, de diversos tamaños. En cuanto al consumo, la demanda en 2006 ascendió a 5,5 millones de toneladas de pellets, por lo que podemos apreciar un importante valor de las importaciones. Las proyecciones de producción para 2010 son de 8,38 millones de toneladas, que representaría el 66% de la demanda, situada en 12,79 millones de toneladas.

Los usos de los pellets son a nivel doméstico para la calefacción y a nivel industrial para la generación eléctrica y/o cogeneración.

No existe actualmente una normativa europea sobre la calidad de los pellets, aunque está pendiente de aprobarse (normativa CEN/TS 14961). Cada país ha desarrollado su propia regulación, aunque son muy parecidas unas a otras. Con la normativa común europea, se unificarán los criterios permitiendo una armonización del mercado en cuanto a producción, transporte, maquinaria...

Los precios de venta de los pellets varían fuertemente de un país a otro dentro de Europa. Además, también fluctúan según la estación del año, ya que hay mayor demanda en los meses de invierno. Por ello es muy difícil todavía encontrar precios de referencia en el mercado europeo. La armonización de la normativa y las legislaciones (parámetros de calidad de los pellets, incentivos para su utilización...), así como la madurez de esta industria son indispensables para conseguir unos precios más estables.

País	Precio pellets (€/tonelada)
Dinamarca	270
Holanda	265
Suecia	230-280
Italia	220-280
Austria	180-210
Alemania	180-260
España	140-180

Tabla 18. Precios de pellets en Europa. (Fuente: AIEL Italia – 2007; ProPellets Austria – 2007)

Esta diferencia se debe a los costes logísticos, las ayudas de las políticas nacionales de energías renovables, los diferentes precios de electricidad... Al desarrollarse mecanismos más automatizables y un mercado más maduro, los precios se irán armonizando. A pesar de que los costes de producción varían en función del país, la proporción de los costes operativos es similar en todos.

Una parte importante del costo total es el coste logístico. La fuente para producir pellets es materia de baja densidad energética por lo que el coste de transporte por unidad energética es muy elevado. Por ellos los centros de producción deben situarse cerca de centros de distribución de materia prima.

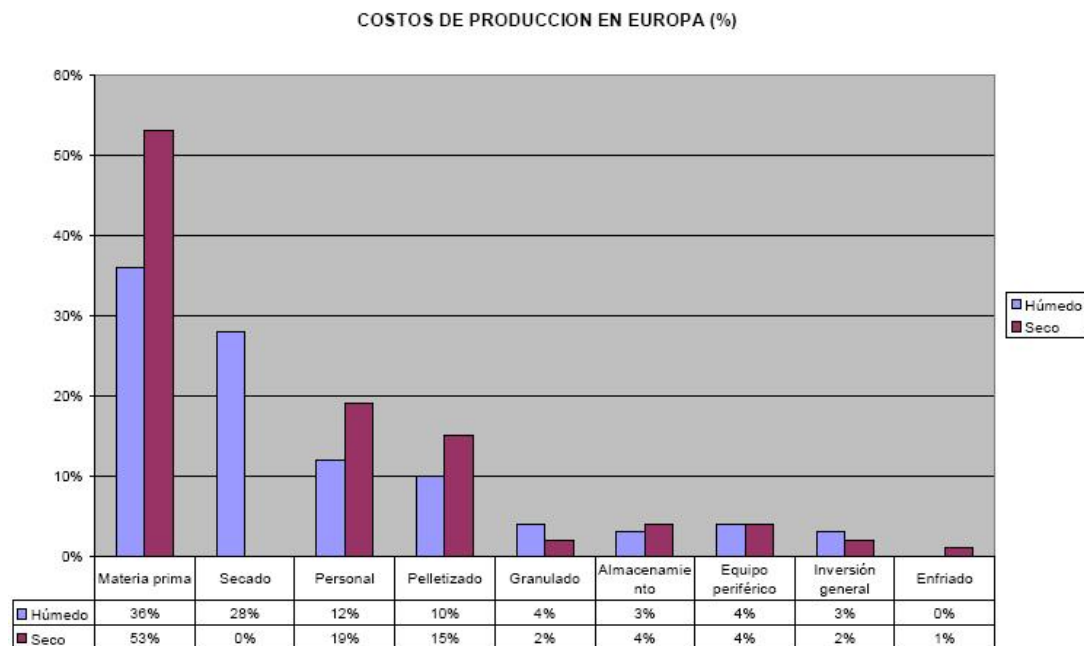


Fig. 25. Costos de producción de pellets en Europa. (Fuente: INDERFOR, 2006)



- Norteamérica

En Norteamérica, Canadá es el mayor productor de pellets, con una producción de 1,4 millones de toneladas en 2006. Pero la mayor parte de dicha producción, casi el 90%, se destinó a la exportación a Europa y a Estados Unidos. El mercado interior canadiense solamente demandó 150 mil toneladas de pellets, principalmente para el sector doméstico (calefacción). La proyección de producción para el 2010 es de 4,7 millones de toneladas, con una demanda de 330 mil toneladas solamente de pellets. En cuanto al mercado de Estados Unidos, en el 2006 su producción fue de 1,1 millones de toneladas. Su consumo fue de 1,46 millones de toneladas, por lo que tuvo que recurrir a las importaciones desde Canadá. Las proyecciones para 2010 elevan la producción hasta 3,12 millones de toneladas y un consumo del mercado interior de 2,85 millones de toneladas.

, Canadá tiene sus propios criterios de calidad que, pese a no estar armonizados en todo su territorio, se asemejan mucho a los parámetros europeos. En parte se debe a que su producción está enfocada a este mercado por lo que debe ajustarse a sus criterios. La British Columbia Pellet Fuel Manufacturers Association pretende establecer una norma nacional, basándose en los estándares suecos y austriacos.

La distribución de los costes de producción son similares a los de Europa, como puede verse en la Tabla 19:

Concepto	Importe (€tn)
Coste producción	50-60 (coste de materia prima 16-24)
Transporte hasta el puerto	35
Transporte en barco hasta Europa	25
Total	120
Precio de venta	140-200

Tabla 19. Costes de producción en Norteamérica. (Fuente: EUBIONET2, 2007)

Los precios de pellets en Estados Unidos también varían según la región y la temporada del año. Además, existen diferentes tipos de venta: en sacos (40 lb.), por tonelada (50 sacos) y por "skid" (60 sacos). Los precios oscilan entre 120\$ y 200\$ la tonelada.

- Países emergentes

Los países con industrias de pellets emergentes están en el continente latinoamericano (Brasil, Chile, Argentina) y asiático (China, India, Corea, Nueva Zelanda). La pequeña producción latinoamericana (menos de 100 mil toneladas en 2007) es absorbida por ahora por Europa. Estos países son atractivos debido al gran potencial de biomasa que tienen. Para que sus precios sean competitivos, deben desarrollar sus industrias de pellets, crear rutas de transporte económicas e implementar una normativa común.

China es el país más ambicioso en cuanto a producción de pellets. Para 2020 planea producir 50 millones de toneladas.

- Agentes de mercado

Para la producción de pellets de madera, se necesita materia prima que puede provenir del serrín de aserraderos, residuos de poda montes, cultivos herbáceos...Las empresas productoras de pellets hacen acopio de dicho material (a veces recogen sin costo adicional los residuos previamente acumulados), que representa alrededor del 50% del costo final del pellet. Es interesante señalar que hace unos años las empresas generadoras de residuos de madera no los vendían ya que no percibían ningún ingreso por ellos. Uno de los principales problemas de la biomasa es la necesidad de asegurar un abastecimiento lo más constante posible (en volumen, precio y calidad), lo cual está

sujeto a muchos factores (disponibilidad anual, distancia de la materia prima al centro de tratamiento de la misma, costes logísticos...).

Los productores de pellets se encargan de todo el proceso de elaboración del producto final: secado, granulado, compactado, enfriado, tamizado y empaquetado. La distribución corre a cargo de los propios productores o de intermediarios (“traders”). Holanda es un centro importante para los “traders” que acuden al mercado canadiense para abastecerse de una cantidad importante de pellets. Los costes logísticos de transporte son cruciales para el precio final. Actualmente no hay casi empresas logísticas especializadas encargadas del transporte de pellet y biomasa. A medida que surja una mayor normalización de los productos, se desarrollarán sistemas de transporte cada vez más especializados para los diferentes productos de biomasa. Camiones, trenes y barcos son los medios de transporte más habituales. De hecho, han surgido camiones cisterna especiales para el transporte de pellets con descarga directa al usuario final por manguera.

Los consumidores son las empresas o particulares. Dependiendo del uso final de los pellets, las calidades varían. Si es para generación eléctrica, se utilizan pellets de menor calidad que si es para calefacción. Por otra parte, las empresas tienen precios más ventajosos que los particulares por los volúmenes manejados y la forma de distribución (en granel en vez de en sacos). Se da el caso de que la productora de pellets pueda ser también el consumidor de los mismos (por ejemplo una compañía eléctrica que genera energía con biomasa).

Se debe desarrollar un mercado que ayude a la sostenibilidad de la explotación de la biomasa como recurso energético, instaurando estándares de calidad y de producción, así como certificados de cultivo sostenible para evitar la deforestación, la sobreexplotación de tierras y otros problemas derivados.

- Regulación y legislación

El uso de la biomasa ocupa un papel importante en el marco de las energías renovables, tanto para la generación eléctrica como para la producción de calefacción y de biocarburantes. En la Unión Europea, existe un Plan de Acción sobre la Biomasa que establece los parámetros a seguir para la consecución de los objetivos marcados: alcanzar los límites de emisiones del protocolo de Kyoto, reducir la dependencia energética exterior, hacer frente a las inestabilidades de precio de los hidrocarburos. La legislación también ofrece ventajas fiscales a la producción de biocarburantes (exención de impuestos, subsidios...), ya que los costes de producción de éstos son superiores a los combustibles fósiles. Por otra parte, se regulan en algunos casos las importaciones de biocarburantes para no frenar el desarrollo del mercado interior de la UE.

Ya hemos comentado que existen diversas normas sobre los pellets según el país. No obstante, debe surgir una regulación internacional para facilitar la consolidación de un mercado global que conste de parámetros de referencia (precios de productos, precios logísticos, calidades de los productos...).

#### **4.4. Conclusiones**

- La biomasa puede utilizarse en dos formas principales: biomasa sólida o líquida. La **biomasa sólida se utiliza** principalmente para **calefacción en forma de pellets**. No obstante, se está impulsando el uso de la biomasa sólida para la generación eléctrica. La vía más rentable son las centrales de co-combustión ya que la inversión necesaria para adaptar el sistema de generación no es muy elevada y la biomasa no es el combustible principal, evitando así los problemas de

abastecimiento de biomasa. Los beneficios claros son la reducción de gases contaminantes y poder beneficiarse de las ayudas que establecen las diferentes legislaciones de los países. La biomasa líquida en forma de biocarburantes se utiliza principalmente en el sector de la automoción como sustituto a los derivados del petróleo.

- El **mercado de la biomasa es todavía emergente**. La producción de pellets está controlada por pocos países, el número de países consumidores no es muy elevado y el transporte no está muy desarrollado. Además, no existe una regulación internacional sobre la producción, calidad, transporte y comercialización de los pellets. Todo ello provoca que los precios y el suministro sufran fuertes fluctuaciones de un mercado a otro. En cuanto a los biocombustibles, las legislaciones impulsadas por los países ayudan a crear un mercado para estos productos. Aún así, se debe desarrollar una estructura legislativa y normativa que impulse la creación de un mercado armonizado a nivel internacional.

#### **4.5. Bibliografía.**

Asociación Nacional de Empresas Forestales (ASEMFO). 2007. "Guía para el uso y aprovechamiento de la biomasa en el sector forestal."

European Biomass Industry Association. "Co-combustion with biomass."

IDAE. 2005. "Uso de las renovables: biomasa."

IDAE. 2007. "Biomasa: cultivos energéticos."

"European production, trade and consumption of wood pellets.2007" Pellets @las project.

IEA Bioenergy Task 40. 2007. "Global Wood Pellets Markets and Industry: Policy Drivers, Market Status and Raw Material Potential."

Jianbang Gan, Texas A&M University. Matthew Langholtz, SFRC UF/BioResource Management Inc. Alan W. Hodges, University of Florida. "Economics of Forest Biomass and Bioenergy". Año 2007.

EUBIONET2. Factsheets 10 – The Netherlands. "Wood pellets from Canada." Año 2007.

EUBIONET2. Factsheets 12 – Denmark. "Production of big straw bales, straw pellets, transport and storing for power plants and CHP plants." Año 2007.

EUBIONET2. Factsheets 14 – Germany. "Production and distribution of wood pellets for households in Germany". Año 2007.

B. Kavalov, D.Peteves. European Commission. "Status and perspectives of biomass-to-liquid fuels in the european union." Año 2005.

AIEL (Asociación Italia de Energía Agroforestal). 2008. "I numeri del mercato italiano, aspetti qualitativi, problematiche e potenzialità future".

International Energy Agency IEA. 2007. "Bioenergy. Annual report 2007."

## 5. INTERÉS POR PARTE DE LOS PROPIETARIOS Y GESTORES DE LA APERTURA DE NUEVOS MERCADOS PARA MOVILIZAR LA BIOMASA DE LOS MONTES Y FIJAR LA POBLACIÓN RURAL.

### 5.1. *Introducción*

Nuestros bosques ofrecen la oportunidad de generar energías alternativas no contaminantes a través de la biomasa. La creciente y excesiva dependencia energética de nuestro país con el exterior –alrededor del 80% en los últimos años- y la necesidad de preservar el medio ambiente, obligan al fomento de fórmulas eficaces para un uso eficiente de la energía y la utilización de fuentes limpias.

El cuidado de los bosques resulta por tanto fundamental para conseguir un mejor aprovechamiento y uso racional de sus recursos, entre ellos, la biomasa forestal, importante fuente de energía renovable al tiempo que un gran **yacimiento de empleo** para el medio rural.

En partes anteriores de este documento se ha reflejado que la biomasa es un sector clave para España y la UE a la hora de alcanzar sus objetivos en materia de energías renovables y sostenibilidad. Al igual que otras energías renovables, permite disminuir la dependencia energética externa, así como reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Además, favorece el mantenimiento y diversificación del sector agrícola, contribuyendo así al desarrollo de empleo especialmente en el **ámbito rural**.

Igualmente, ha quedado ya indicada la importancia de la cumbre de primavera de 2007 del Consejo Europeo de Jefes de Gobierno, en que se aprobó fijar como objetivo que el 20% de la energía consumida en Europa procediese de fuentes renovables. Este objetivo se refleja en la propuesta de Directiva presentada por la Comisión Europea y publicada el 23 de enero de 2008, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables. En este contexto, el aprovechamiento de la biomasa se perfila como una opción que puede suponer una parte muy importante de dicha contribución, gracias al amplio abanico de alternativas que ofrece para la generación de electricidad y calor.

En este sentido, las medidas de carácter económico mediante primas a la generación eléctrica recientemente adoptadas en España (RD 661/2007), están suponiendo un punto de inflexión en el desarrollo del sector.

La selección e implantación de cultivos energéticos y la optimización de los sistemas de aprovechamiento de los residuos, tanto agrarios, como ganaderos y forestales, permitirán aumentar el potencial de producción de biomasa necesario para hacer frente a los objetivos propuestos.

Para ello, además de la acción institucional, España cuenta con una amplia disponibilidad de recursos de biomasa, dispone de un dinámico sector empresarial, con amplia experiencia y fuerte proyección exterior, así como el soporte de reconocidos grupos de investigación y desarrollo.

El despegue y la consolidación de este mercado energético dependen en primer lugar de la participación activa de los propietarios y gestores forestales en la gestión del recurso, además de la integración en los Planes de Desarrollo Rural y Planes Energéticos con medidas específicas que apoyen este tipo de actividad.

## 5.2. Solución a la falta de gestión en determinadas zonas

El abandono de la gestión forestal por la falta de rentabilidad de la madera afecta a un gran número de zonas de España. La excesiva espesura de los bosques, donde no se efectúan clareos y claras, conlleva el desarrollo de árboles debilitados, más proclives a sufrir enfermedades. El exceso de espesura y esbeltez debilitan la resistencia frente a viento y nieve.

El aprovechamiento sostenible de los bosques ayuda a su regeneración, es fuente de riqueza para las sociedades rurales directamente ligadas a ellos y ayuda a luchar contra el cambio climático, la desertización y la protección contra incendios.

La extracción de la madera de los bosques para usos energéticos siempre ha existido, pero en los últimos años estos trabajos se han devaluado por su alto coste de gestión, falta de competitividad y por tanto su inviabilidad. Por este motivo, son **necesarios planes de aprovechamiento energético sostenible** de la biomasa forestal, con el fin de dar salida a la madera y revalorizar la masa forestal.

Con dicho aprovechamiento se genera un mayor valor a productos actualmente desechados (restos de podas y claras, desbroces para cortafuegos, tratamientos selvícolas fitosanitarios), rentabilizando tareas y trabajos forestales importantes. Esto permitirá un incremento de las labores selvícolas y una mejor gestión de los sistemas forestales.

La biomasa se puede considerar como una energía renovable y poco contaminante, ya que el CO<sub>2</sub> que emite es menor que el absorbido previamente por la misma masa forestal para su producción. El consumo de biomasa promueve la conservación de los bosques que ayudan a eliminar CO<sub>2</sub>, siempre y cuando se encuentre un equilibrio entre masa forestal y consumo de biomasa. Es importante mejorar los procesos para minimizar emisiones, sobre todo eliminación de todo azufre, nitrógeno y partículas sólidas.

El aprovechamiento de la biomasa es la fuente de energía más desconocida para la generalidad de los ciudadanos y por tanto uno de los puntos en los que habría que hacer más hincapié en cuanto a su divulgación como fuentes de energías renovables y limpias.

Actualmente se está apoyando a las distintas Comunidades Autónomas a la realización de **Planes de Acción sobre la Biomasa**, desarrollándose ya en algunas de ellas. Se pretende así incentivar el desarrollo de la producción energética a partir de madera, cultivos agrícolas, y residuos de ambos sectores, enfocada principalmente a la calefacción, la electricidad y el transporte. Esta fuente de energía, con una correcta gestión, es completamente renovable y respetuosa con el medio ambiente.

Según los datos del primer borrador de la Estrategia Española de Biomasa Forestal Residual, elaborado por el Ministerio de Medio Ambiente, la **biomasa forestal residual** potencialmente disponible se acerca a los 6,6 millones de toneladas anuales (concretamente 6.578.469 t/año). Esta cantidad anual se desglosa, según el origen de la biomasa forestal residual, de la siguiente manera:

<b>Origen Biomasa residual</b>	<b>(t/año)</b>	<b>%</b>
Arbolado	4.494.687	68,3
Matorral	2.083.781	31,7
Total	6.578.469	100,0

La **valorización** de la biomasa forestal primaria y la constitución de un mercado para este recurso energético es posible y deseable a partir del momento en que se creen los instrumentos de apoyo a la gestión forestal y la divulgación a la sociedad.

La gestión sostenible de los bosques unida al aprovechamiento energético de la biomasa son necesarios para el equilibrio forestal. Al mismo tiempo, conjuntamente con otras fuentes renovables de energía, puede asegurar estratégicamente una parte del suministro energético y también contribuir a una política energética descentralizadora de las grandes centrales de generación eléctrica.

### **5.3. Selvicultura preventiva de incendios**

La actual magnitud del fenómeno de los incendios forestales en el ámbito Mediterráneo y en particular en España, nos hace pensar en uno de los factores estructurales más importantes: el progresivo abandono de las **actividades agrosilvopastorales** que se ha producido en la última mitad del siglo XX, debido al éxodo rural. Esto ha provocado un incremento de la biomasa en los ecosistemas que los hace fácilmente combustibles.

Por otro lado, la lucha contra los incendios forestales ha puesto quizás demasiado **énfasis en la extinción**, olvidando en cierto modo que la prevención y una correcta planificación forestal, enmarcada en una buena ordenación del territorio, es sin ninguna duda el camino a seguir para la disminución del número y la extensión de nuestros devastadores incendios forestales.

Dentro de esta planificación forestal entraría el potencial aprovechamiento de la biomasa remanente forestal para la generación de energía, reduciendo de este modo el riesgo de incendios forestales.

Se constata que la valorización de la biomasa forestal primaria convierte a la gestión forestal en más eficiente ya que posibilita las operaciones selvícolas que llevan a la producción de madera de calidad y a la disminución de la carga de combustible y del riesgo de incendio.

Estrechamente relacionado con la falta de una buena gestión, nuestros bosques sufren estacionalmente un riesgo grave de incendios que aumenta los requisitos de una gestión sostenible. Una gestión sostenible debe tener en cuenta la madurez del bosque y cómo hacer compatible su aprovechamiento con el potencial incremento de la masa forestal en condiciones más seguras para que la acumulación futura se haga de modo que no incremente el riesgo de incendios.

La defensa contra incendios forestales debe ir más allá de la dotación de equipos de extinción en una carrera continua detrás del fuego. Debe plantearse como un conjunto de medidas integradas que contemplen aspectos complejos y de muy diversa índole que van desde la sensibilización de la población y la selvicultura preventiva ya indicada, hasta actividades de investigación para identificar y analizar las causas y plantear soluciones.

Los nuevos **modelos de gestión forestal sostenible**, deben estar basados en el aprovechamiento integral de los diferentes productos generados por la selvicultura (en especial la preventiva en la lucha contra los incendios forestales) y la explotación

ordenada de los montes, con el fin de configurar Planes de aprovechamiento de la biomasa forestal en los que será necesario incluir los siguientes aspectos:

- Evaluación de la producción anual de la biomasa forestal
- Identificación de las zonas o puntos productores de biomasa en las diferentes Comunidades Autónomas.
- Identificación de posibles consumidores
- Definición de los diferentes centros para el tratamiento de dicha biomasa.

#### **5.4. Creación de empleo rural y fijación de la población rural**

En las últimas décadas estamos asistiendo a un cambio en la percepción social del medio forestal. Este cambio deriva de las enormes transformaciones socioeconómicas que se han producido a lo largo de la segunda mitad del siglo XX, sobre todo en los países mediterráneos europeos. De una visión del monte mediterráneo como fuente de recursos para la población rural, en una economía de subsistencia, se ha pasado a un uso mayoritariamente recreativo, con usuarios procedentes en gran parte de las áreas urbanas, donde los beneficios más importantes del monte son indirectos y configuran las así llamadas **externalidades**. Por otra parte, el anteriormente indicado abandono generalizado del medio rural ha tenido como secuela el desencadenamiento de grandes incendios forestales en España a partir de los años 1970, tema que ha acaparado un gran protagonismo en el sector.

El desarrollo económico de los sectores industriales y de servicios ha ocasionado el abandono del entorno rural y con ello de los bosques y de su tradicional aprovechamiento por parte de la población rural. El desarrollo de la biomasa persigue la mejora de las condiciones de vida de las zonas rurales y el fomento de nuevos yacimientos de empleo ligados al medio rural. Así mismo tiene como objetivo la mejora de las condiciones de los montes frente al riesgo de incendios al disminuir la carga de combustibles, madera y leñas muertas sobre el suelo y por otro lado contribuye al cumplimiento de los compromisos de España en la Unión Europea y el protocolo de Kyoto, con la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Los sistemas energéticos de producción de biomasa son generadores importantes de empleo e ingresos, al producirse una demanda de mano de obra. Este potencial desarrollo, al incrementarse el empleo, podría desempeñar un papel importante en el esfuerzo que se hace para impulsar el desarrollo rural, sobre todo en aquellas Comunidades donde el despoblamiento rural ha sido más acusado.

Otra faceta de desarrollo de los sistemas de biomasa es que requieren de una **inversión** mucho menor, por unidad de trabajo creado, en comparación a los proyectos industriales, industrias petroquímicas o plantas hidroeléctricas y además contribuyen a crear y mantener una **infraestructura rural** importante, como por ejemplo las necesarias redes de caminos.

En la producción y conversión de biomasa se generan además varios subproductos de bajo coste que pueden ser utilizados con éxito para impulsar, así mismo, las economías rurales.

El empleo de la biomasa como energía renovable se plantea como una alternativa a la utilización de los combustibles tradicionales, lo que se traduce en una reducción de la dependencia energética de otros países, incremento de la sostenibilidad y la estimulación del crecimiento y el empleo. Asimismo podría producirse una presión a la baja en el precio del petróleo como consecuencia de la menor demanda de crudo.

Las aplicaciones energéticas de biomasa van asociadas a una inevitable **modernización del tejido industrial**, que se desarrolla tanto para dar servicio a la creciente demanda de nuevos productos, como para adaptarse a las nuevas tecnologías de aprovechamiento de este recurso. Un ejemplo significativo es la inversión en instalaciones pre-existentes para convertirlas en instalaciones de co-combustión, en las que la mayor parte de los equipos utilizados forman parte de la instalación convencional, limitando la inversión.

El consumo de biomasa forestal genera **empleo**, multiplicando por tres los creados por las energías tradicionales. De esta manera, los cultivos energéticos forestales, de turnos cortos y alta densidad, además de proporcionar energía renovable, crean empleo directo, sobre todo en áreas rurales, y son una alternativa a la selvicultura y a la agricultura tradicional.

Los biocarburantes crean entre 50 y 100 veces más empleo en la UE que los combustibles fósiles, la electricidad de biomasa es entre 10 y 20 veces más generadora de empleo y la calefacción de biomasa el doble.

También hay que señalar el amplio abanico profesional que interviene en el sector, destacando las siguientes áreas:

- Investigación y desarrollo
- Construcción de plantas y montaje de equipos
- Funcionamiento de plantas
- Recogida y transporte de la biomasa

La producción de bioenergía, una energía sostenible y renovable, va a crear un buen número de nuevos puestos de trabajo estables, sobre todo en las zonas rurales, tanto en los países industriales como en los que están en vía de desarrollo, y contribuirá a un crecimiento equilibrado de la agricultura. La razón es que se espera una alta demanda de la conversión de biomasa en el futuro, lo cual significa mayores oportunidades de exportación para las tecnologías, conocimientos y servicios europeos, en particular para plantas industriales pequeñas y de mediana capacidad. La aplicación del Plan de Acción sobre la Biomasa puede dar lugar a la **creación de 182.000 nuevos empleos** en la UE.

Por ejemplo, un estudio en Austria concluye que la sustitución de un millón de toneladas equivalentes de petróleo, requiere la construcción de nuevas capacidades de producción de energía a partir de biomasa por un total de 7000 MW, que dan trabajo a unas 7000 personas durante un año. Adicionalmente la experiencia y la investigación muestran que del orden de 3 a 4000 empleos permanentes son necesarios para operar instalaciones que transforman una cantidad de biomasa equivalente a un millón de toneladas de petróleo.

Por otro lado, el uso de la biomasa forestal con fines energéticos produce un balance nulo de emisiones de CO<sub>2</sub>, esto supone que las empresas españolas incluidas en el Plan



Nacional de Asignaciones tengan interés en este combustible como fuente de energía.

Actualmente la utilización de esta biomasa con fines energéticos requiere de una activación de un mercado prácticamente inexistente, al contrario de otras energías renovables, como las eólicas o incluso la biomasa agrícola.

El aprovechamiento de la biomasa forestal primaria con fines energéticos va a dar salida a un producto poco valorizado que complementa los actuales aprovechamientos de la madera, cambiando la consideración de residuo de la actividad forestal por la de recurso con posibilidades de aprovechamiento.

### **5.5. Conclusiones**

Las principales conclusiones para este epígrafe se resumen en cinco frases que deben quedar grabadas en la memoria de los lectores de este documento para contribuir entre todos al impulso y desarrollo del mercado de la biomasa:

- Necesidad de aprovechamiento de energías limpias y renovables
- Participación activa de propietarios, empresas y administración
- Oportunidad de gestión para el bosque y reducción del riesgo de incendios
- Comunicación y Divulgación a la sociedad
- El mercado de la biomasa genera riqueza y empleo en el medio rural

Con carácter más detallado, estas frases se completan con la siguiente explicación:

- La necesidad de preservar el medio ambiente y la dependencia energética con el exterior, obligan al fomento de fórmulas eficaces para un uso eficiente de la energía y la utilización de fuentes limpias.
- El despegue y la consolidación del mercado de la biomasa dependen de la participación activa de los propietarios y gestores forestales en la gestión del recurso, además de la integración en los Planes de Desarrollo Rural y Planes Energéticos con medidas específicas que apoyen este tipo de actividad.
- El sector energético considera que la explotación de la energía producida por la biomasa forestal primaria es una buena oportunidad de diversificación; sobre todo que los propietarios forestales se muestran en disposición de ofertar al mercado este interesante producto de naturaleza renovable y las empresas de servicios forestales consideran el aprovechamiento de biomasa como una oportunidad para la gestión de los bosques.
- Habría que hacer también más hincapié en la divulgación a la sociedad, al conjunto de ciudadanos, la importancia de la biomasa y su aprovechamiento como fuente de energía renovable y limpia. El aprovechamiento energético de la biomasa es un apartado más en la gestión sostenible de los bosques.

No se debe tampoco olvidar que la valorización energética de la biomasa forestal convierte a los aprovechamientos realizados de acuerdo con los documentos de gestión forestal en procesos más eficientes, ya que facilita las operaciones selvícolas que llevan a la producción de madera de calidad y a la disminución de la carga de combustible y del riesgo de incendio.

- Los sistemas energéticos de producción de biomasa son generadores importantes de empleo e ingresos, al producirse una demanda de mano de obra, de forma que pueden desempeñar un papel importante en el esfuerzo que se hace para impulsar el desarrollo rural.

### **5.6. Bibliografía**

Canalís, P.; Royo, J.; Sebastián, F.; Pascual, J. y Tapia, R. 2003. La co-combustión: una alternativa para la utilización de la biomasa residual, Infopower, Nº 58, 2003, pags. 11-14

Instituto de Investigaciones Ecológicas. 2005. Documentación Curso de especialización en energía de la biomasa. Madrid.

IDAE. 2005. Plan de Fomento de las Energías Renovables en España 2005-2010. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

Comisión Europea. 2005. Plan de Acción de la Biomasa.

IDAE. 2005. Eficiencia energética y energías renovables. Boletín nº 7. IDAE.

IDAE. 2006. Eficiencia energética y energías renovables. Boletín nº 8. IDAE.

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

EREC (European Renewable Energy Council). 2007. Biomass for Heat Action Plan.

Ministerio de Medio Ambiente. 2007. Estrategia Española para el desarrollo del uso energético de la biomasa forestal residual. Primer borrador.

## 6. RELACIONES CON OTROS MERCADOS

### 6.1. Introducción

Tradicionalmente, las industrias forestales han empleado la biomasa forestal en mayor o menor medida, utilizándola como materia prima tanto en procesos de **primera transformación** (aserrío, chapa, tableros, etc), como en procesos de **segunda transformación** (envases y embalajes, carpintería industrializada, etc). Asimismo, existe un reseñable sector de **recuperación** de madera que proporciona una materia prima específica para distintos usos. La Figura 26 recoge la distribución por usos de las extracciones de madera en rollo en 2006. Se observa que lidera el consumo la industria de la pasta de papel (32,6%), seguida por la de aserrío (30,1%) y la de fabricación de tableros (22,7%). El tradicional aprovechamiento de leñas alcanza un 14,6% de las extracciones totales.

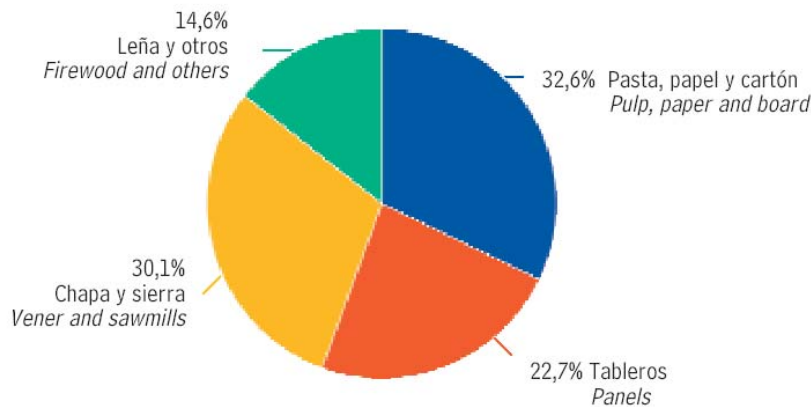


Figura 26: Distribución de las extracciones de madera en 2006: (Fuente ASPAPEL, 2007)

En volumen, la Figura 8 del capítulo 2 indicaba que las cortas de madera en España en los últimos veinte años han oscilado entre los 13,5 y los 16 millones de m<sup>3</sup> sin corteza. La última cifra conocida corresponde a 2007, en que representaron 16,1 millones de m<sup>3</sup>. En la Figura 9 del capítulo 2 se reflejaba que esta cantidad es claramente inferior al crecimiento anual medio de la masa forestal y se concluía que es posible realizar una gestión forestal más activa sin perjudicar la persistencia de las masas y la sostenibilidad del recurso. La Figura 27 recoge un avance del “Circuito de la Madera de 2007”, documento clave para entender el mercado actual de madera en rollo en nuestro país. Su análisis sirve para comprobar que la oferta de madera española no satisface las necesidades industriales, existiendo un déficit que se combate por medio de importaciones. Estas **importaciones**, representaron en 2007, el 20,6% del consumo de madera en rollo en el mercado español. Sus epígrafes más importantes corresponden a coníferas para aserrío y chapa (básicamente diferentes pinos) y frondosas templadas para trituración (fundamentalmente eucaliptos para la industria de pasta). Igualmente, se observa que, a pesar del déficit, existen **exportaciones de leñas y serrín**,

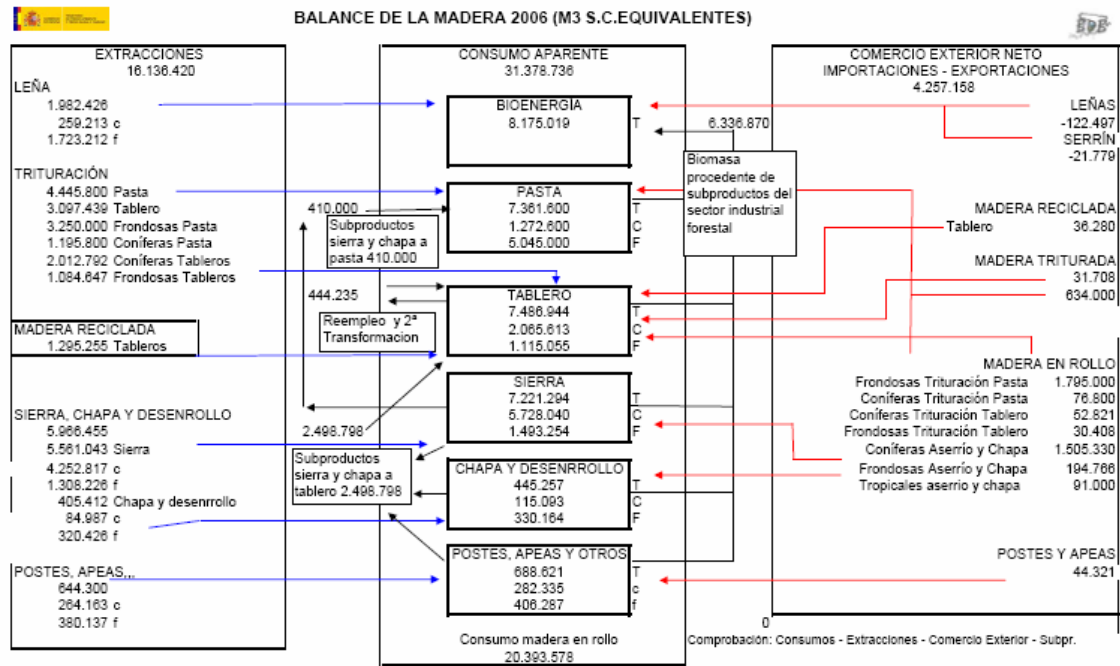


Figura 27: Avance del Circuito de la Madera 2007. (Fuente: Ministerio de Medio Ambiente, Rural, y Marino DGMNYPF, 2007)

A la vista del circuito de la madera es fácil entender las reticencias de algunos sectores industriales ante la aparición de una nueva demanda para usos energéticos. Si para la totalidad del mercado la oferta ya citada es de unos 16 millones de m<sup>3</sup> anuales, y la demanda existente alcanza los veinte millones de m<sup>3</sup>, el déficit existente y la necesidad de importaciones se pueden agudizar por las distorsiones que un mercado nuevo como el de la biomasa puede traer consigo. No es de extrañar que sectores muy dependientes de la importación propongan atender y remediar su recurrente carencia de materia prima, ni que la mayoría de las industrias forestales ya existentes se consideren afectadas por el fomento del uso energético expuesto en los capítulos anteriores de este documento. Veamos a continuación los principales argumentos que emplean o mencionan estos sectores.

Según el último Inventario Forestal Nacional (IFN3 2007), la superficie forestal española es de 27.527.974 ha lo que supone un aumento del 5,95 % respecto a los datos del IFN2 (25.984.062 ha) y la superficie de monte arbolado ha pasado a 18.265.394 ha desde las 14.080.037 ha del IFN2 lo que se traduce en un incremento de un 29,2%. Las existencias en volumen maderable con corteza en la totalidad de los montes españoles son de aproximadamente 600 millones de metros cúbicos y el crecimiento anual del volumen maderable es de alrededor de 30 millones de m<sup>3</sup> con corteza (Estrategia Forestal Española, 1999). Por tanto, las cortas que, como se ha apuntado anteriormente, se cifran en 16,1 millones de m<sup>3</sup> anuales suponen menos del 2,5% de las existencias y poco más del 50% del crecimiento anual.

Para la industria forestal, si a pesar de este crecimiento y de esta posibilidad de extracción se mantiene un importante déficit de madera, es debido a una falta de política

forestal que permita fomentar la movilización de madera. La aparición del uso energético en un mercado ya suficientemente complicado tendría unas consecuencias importantes, que la industria forestal refleja en varias vertientes (no sólo problemas, también oportunidades) en la matriz DAFO desarrollada por el Subgrupo de Producción de Materias Primas de la Plataforma Tecnológica de la Biomasa. Esta matriz se presenta en el Anexo II.

## **6.2. Posición de la industria forestal**

Las industrias forestales concluyen que resultaría de gran interés una adecuada planificación que paliase el déficit de madera, donde las especies comerciales de crecimiento rápido deberían tener una mayor atención y que simultáneamente atendiera al aumento de demanda por el desarrollo del mercado energético sin producir grandes alteraciones en el mercado de la industria de la madera.

Por otro lado la existencia de mercados de los subproductos ayuda a paliar el déficit de madera con su reutilización. Se recuperan fundamentalmente subproductos de procesos industriales de primera transformación de la madera, que se destinan a la industria del tablero y a la industria de la pasta y el papel. Los sectores implicados resaltan las ventajas de optimización que este uso completo del recurso madera implica, así como el valor añadido y el aumento de rendimiento que genera, y señalan igualmente el notable crecimiento en uso que ha tenido la madera reciclada, madera de post-consumo principalmente usada por el sector del tablero. Su utilización en los últimos diez años ha pasado de 108.000 m<sup>3</sup> (ANFTA, 1998) a 1.585.558 m<sup>3</sup> (ANFTA, 2007), lo que ha permitido a este sector reducir de forma importante su dependencia de las importaciones de materia prima. Actualmente se estima que se recuperan en torno a 1.200.000 t/año de residuos de madera (ASERMA). Los usos principales son para tablero, camas de ganado, compost, y diversas formas de valorización; como ejemplo numérico de uno de estos destinos, puede decirse que en 2006 las industrias del sector cementero consumieron 46.741 t de madera astillada y serrín (Federación Española de Envase de Madera y sus Componentes- FEDEMCO, 2007).

Otra de las preocupaciones de la industria forestal es la expansión de **los cultivos energéticos forestales**. En su opinión, los cultivos energéticos pueden dar lugar a que numerosas plantaciones existentes concebidas con función productiva para materia prima industrial se reorienten al uso energético en ausencia de una planificación que armonice los usos y necesidades sectoriales. Ello aumentaría el déficit en materia prima de estas industrias. A este respecto, la Asociación de Productores de Energías Renovables-APPA, solicitó al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio una aclaración sobre la interpretación del Real Decreto 661/2007 en relación a los combustibles clasificados como biomasa. En el Anexo III se incluye parte de la citada aclaración a conceptos incluidos como cultivos energéticos forestales y como residuos forestales.

Desde el mismo Ministerio se ha instado a que las Comunidades Autónomas, en el ámbito de sus competencias, establezcan una serie de reservas de uso de la biomasa forestal que regulen su impacto sobre el mercado existente de la madera, limitando la cantidad de biomasa que recibirá una retribución especial para la generación eléctrica. Las propuestas fundamentales que hace la industria de la madera pueden leerse en el Anexo IV, que recoge las acciones principales que la Confederación Europea de Industrias de la Madera CEI-BOIS plantea en los "Planes de acción para la biomasa".

Las **principales cifras socioeconómicas** en que se apoya la industria forestal en sus reclamaciones se indican a continuación:

Las industrias forestales **proporcionan un empleo estable** que ocupa a 116.336 personas distribuidas en un conjunto de 17.086 empresas y centros de trabajo, donde, aunque existen grandes empresas, predominan las medias y pequeñas. Estas industrias se distribuyen entre la industria de la madera, que proporciona empleo a 98.236 trabajadores y está constituida por 16.987 empresas (DIRCE, 2007; CONFEMADERA, 2007) y la industria de pasta, papel y cartón con 99 centros de trabajo que ocupan a 18.100 personas. A estas cifras pueden sumarse las industrias y empresas derivadas de esta actividad forestal: por ejemplo, el sector del mueble que está formado por 20.671 empresas y emplea a 133.363 personas, las industrias pertenecientes a la cadena del papel que alcanza 12.871 empresas que proporcionan empleo a 189.800 personas; (ASPAPPEL, 2007). De esta forma, se alcanzaría un conjunto de 439.499 personas ocupadas en 50.628 empresas y centros de trabajo.

El **valor de facturación** de las industrias forestales se desglosa por sectores según muestra la tabla 20.

	Valor de facturación 2006 (millones de €)
Industria de la madera	10.992
Industria del mueble	11.961,8
Industria pasta, papel y cartón (2007)	5.060
Cadena de papel	26.755
Total	54.768,8

Tabla 20: Valor de facturación de las industrias forestales. (Fuente: CONFEMADERA., EIE, 2006. INE, ASPAPEL 2007)

Es muy reseñable que esta industria sostiene que el valor añadido al usar la madera, primero como materia prima y por último para producir energía está estimado en 27,5 mil millones de euros, mientras que si esa madera se utiliza directamente en el sector de la generación energética crea 6,3 mil millones de euros (“Estudio sobre el valor añadido y empleo en Europa de la pasta y papel y sector bioenergía” de Jaakkö Pöyry, 2006). Es decir, según este argumento, la creación de riqueza en la industria papelera es cuatro veces mayor que para las energías alternativas. Igualmente, defiende que si se analizan los efectos en las industrias relacionadas, el multiplicador es aún mayor: la industria de pasta y papel crearía 263.000 millones de euros en valor añadido mientras las energías alternativas generarían 33.800 millones de euros. Por tanto desde esta perspectiva, la **creación de riqueza** es ocho veces mayor con la industria papelera que para las energías alternativas. Igual conclusión se obtendría al analizar la generación de empleo, ya que el núcleo de la industria papelera generaría 6 puestos de trabajo por cada uno creado por las energías alternativas. Si se tiene en cuenta a las empresas relacionadas la proporción en creación de empleo aumenta 13:1. En términos absolutos, esto supone que la industria papelera crearía 264.000 puestos de trabajo por los 46.500 puestos creados por el sector energético. Considerando el total del empleo generado por sus efectos se

amplia la diferencia de 2.950.000 para la industria papelera a 229.000 para la energía alternativa.

Otro estudio de la misma consultora (Pöyry, 2004) analiza estas cifras para el sector de la madera y mueble, concluyendo que la transformación de madera y mueble genera 1.014 €/ tonelada seca de valor añadido mientras que la energía sólo 118€/ tonelada seca, es decir, casi 7 veces más valor añadido por parte de la industria de la madera. En cuanto a cifras de empleo, la proporción es 27 veces favorable a la industria de la madera y mueble. Por cada tonelada de madera seca, el sector de la madera y mueble generaría 54 horas de trabajo, mientras que el sector energético sólo 2 puestos de trabajo.

Puede concluirse que, la industria forestal considera que la producción de energía con **biomasa forestal debe tener un desarrollo planificado que evite la desestabilización del mercado** ya existente, aunque, a nivel europeo y nacional apoya la producción de energía con biomasa forestal residual dado que en su generación han sido pioneras y a lo largo de su historia y actualmente hacen uso de ello.

Con independencia de los planteamientos diversos, parece claro que existe una importante preocupación en el mercado ante la actual situación, donde hay una realidad como es la falta de cumplimiento del objetivo de Plan de Energías Renovables 2005-2010 en el apartado de biomasa, una necesidad prioritaria de reducir la dependencia energética exterior, y muchos interrogantes acerca de si los recursos forestales españoles actuales serán capaces de proporcionar suficiente biomasa con una demanda planificada y compartida, bajo una planificación realista que desarrolle y armonice el recuso forestal.

### 6.3. Conclusiones

- La relación de la biomasa con los diferentes subsectores industriales del sector de la madera, hacen que las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades del uso de la biomasa se perciban de manera distinta por cada uno de ellos.
- La industria forestal considera necesario desarrollar una planificación clara.
- Las acciones que se consideran necesarias deben permitir un aprovechamiento integrado de la materia prima y la biomasa para valorización energética. Se destaca la necesidad de forestación de tierras agrarias que proporcione progresivamente materia prima en calidades y cantidades y se coordine con el uso de la biomasa como materia prima y energía.
- Sería necesario crear planes que contemplen los instrumentos en fomento de la gestión sostenible del bosque (agrupación en unidades de gestión, implantación de instrumentos de gestión, cumplimiento de las tasas de cortas, agilización administrativa, ventas agrupadas, contratos plurianuales, calendarios de cortas etc).
- Se hace necesaria una política que acompañe a las necesidades que requiere un plan energético, que reduzca el déficit de madera existente y proponga cultivos energéticos forestales, sin generar desplazamiento de uso en la superficie

forestal, que aporte el recurso suficiente y libere de presión a las especies comerciales.

- Es necesario establecer políticas de impulso, incluyendo los incentivos, que estimulen la extracción y valorización de biomasa residual forestal.
- El control de la trazabilidad de la biomasa forestal es una herramienta indispensable para un correcto desarrollo de la producción de energía en base a ésta en nuestro país.
- Se debe fomentar la recuperación y/o el reciclaje, mayor concienciación social y apoyo de las administraciones (local, autonómica y estatal).

#### **6.4. Bibliografía**

- ANFTA, 1998. Informe estadístico ANFTA 1997. No publicado
- ANFTA, 2008. Informe estadístico ANFTA 2007. No publicado
- ASPAPEL, 2008. Informe estadístico ASPAPEL 2007.
- CONFEMADERA. 2007. Informe sectorial de la Madera y el Mueble 2007. CONFEMADERA.
- Instituto Nacional de Estadística, 2007. Directorio Central de Empresas (DIRCE) 2006.
- Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino, 1999. Estrategia Forestal Española.
- Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino. 1995/1996. Segundo Inventario Forestal Nacional (2IFN).
- Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino. 2006/2007. Tercer Inventario Forestal Nacional (3IFN).
- Ministerio de Medio Ambiente, Rural, y Marino (DGMNYPF). 2008. Avance del Circuito estimado de la Madera, 2007
- Ministerio de Industria, 2008. Escrito de aclaraciones de 10 de julio 2008 referente al RD 661/2007 de 25 Mayo por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- FEDEMCO, 2007. Estudio de Tasa de Valorización de envases y embalajes.
- Pöyry, J., 2004. *Roadmap 2010, key findings and conclusions: Market, Industry & Forest Resources Análisis*. CEI-Bois, Brussels.
- Pöyry, J., 2006. *Value added creation in the European pulp and papeer indsutry and bio-energy sector*. CEPI.
- Plataforma Tecnológica Española de la Biomasa ([www.bioplat.org](http://www.bioplat.org)). Matriz DAFO. Grupo de Materias Primas.
- CEI-BOIS, 2004. Posición sectorial CEI-BOIS respecto al uso de biomasa con fines energéticos.
- R.D 661/ 2007, de 25 de Mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio 2007.



## 7. CONCLUSIONES FINALES

- 1.- **La biomasa forestal** tiene un potencial importante para contribuir, entre otras alternativas, a **reducir los problemas de dependencia de los combustibles fósiles** y reducir las emisiones de efecto invernadero.
- 2.- Al tratarse de una energía renovable y provenir de métodos de gestión forestal sostenible, **la biomasa forestal no produce emisiones** netas de **CO<sub>2</sub>**. El CO<sub>2</sub> que se produce por su utilización es fijado mediante la necesaria renovación de los bosques o cultivos en que se obtiene.
- 3.- La **utilización de biomasa forestal para producir calor** (calor industrial, calefacción residencial, cocina, etc.) **es rentable**, pero su expansión en el ámbito doméstico se ve frenada en España por la falta de conocimiento público y la escasa promoción de las astillas y pellets.
- 4.- Dado el escaso rendimiento de los sistemas actuales de producción de energía eléctrica con biomasa forestal (sólo un 27%), **lo ideal es generar simultáneamente electricidad y calor** (en torno a un 80%) o desarrollar y utilizar nuevas tecnologías como la gasificación o la pirólisis.
- 5.- **La movilización de más madera** en montes gestionados de forma sostenible supondría **la movilización de más biomasa**. El aprovechamiento de biomasa de los bosques se debe efectuar de forma integrada con otros aprovechamientos sostenibles, y específicamente con el de madera. Es cuestionable pensar de forma aislada en la biomasa. Además **los problemas para extraer madera son comunes a la extracción de biomasa**.
- 6.- La clave para potenciar el uso sostenible de los bosques, aumentando la movilización de biomasa y madera, es **aumentar la superficie sujeta a planes de gestión**, en los que se debe integrar el aprovechamiento de biomasa. La gestión sostenible de una mayor superficie, llevada a cabo por expertos forestales, contribuiría además, de forma decisiva, a reducir el riesgo de incendios y a apoyar el desarrollo rural.
- 7.- El aprovechamiento de biomasa tiene un freno en el elevado coste de ciertos procesos de recogida, debido en parte a factores estructurales y legales. **Flexibilizar y mejorar los sistemas de venta** de la madera o la propia biomasa y **aumentar la capacidad del transporte** serían dos medidas que repercutirían en la mejora inmediata de su aprovechamiento integral.
- 8.- Se debe **profundizar en** los estudios sobre los **efectos ambientales** que, en ciertos tipos de suelos y con ciertos medios, puede producir el aprovechamiento de la biomasa. El aprovechamiento intenso puede tener efectos perjudiciales, que deben limitarse mediante normativa basada en la investigación científica y en criterios técnicos.
- 9.- La investigación **I+D+i** es fundamental para evaluar las fases de suministro de la biomasa y, en especial, para estimar los recursos realmente disponibles, calcular los costes de elaboración y transporte, optimizar los procedimientos de trabajo y adaptar los medios para la recogida y transporte a las condiciones españolas.

10.- Es fundamental que las autoridades, **antes de aprobar proyectos de centrales** de biomasa, exijan **estudios de suministro** que garanticen una reducción al mínimo de los conflictos por la materia prima para evitar daños al empleo y a los aprovechamientos tradicionales.

11.- Una adecuada planificación permitiría la gestión y mejora de muchos tipos de bosque que hoy están abandonados, y que sufren riesgos de debilitamiento, incendios, enfermedades o plagas por el abandono de su aprovechamiento tradicional. Se trata de una **oportunidad de gestión de bosques** beneficiando de forma sostenible tanto a los propietarios rurales como al conjunto de la sociedad.

12.- El desarrollo de **los cultivos energéticos forestales es una oportunidad** para el sector energético y para el ámbito rural. Las Administraciones competentes deben garantizar su realización bajo garantías de sostenibilidad y evitación de conflictos.

## 8. ANEXOS

### 8.1. ANEXO I. UNIDADES

- Energía:
  - Julio (J): Energía producida por la fuerza de 1 Newton al desplazar su punto de aplicación un metro.
  - Caloría (cal): cantidad de energía que hay que suministrar a un gramo de agua para que la temperatura pase de 14,5°C a 15,5°C a presión constante de 1 atmósfera (1cal = 4,18398 J).
- Potencia:
  - Vatio (W): Potencia de una máquina que realiza el trabajo de 1 julio en 1 segundo.
- Producción:
  - Kilovatio hora (kWh): Trabajo realizado durante una hora por una máquina con 1 kilovatio de potencia. (1 kWh = 3.600.000 julios).
- Poder calorífico: Para evaluar la calidad energética del combustible
  - Kcal/kg – número de calorías en la combustión de un kilogramo de combustible
  - Tonelada equivalente de petróleo (tep) – energía liberada cuando se quema 1 t de crudo de petróleo.
    - 1MWh = 0,086 tep

## 8.2. ANEXO II. MATRIZ DAFO

La matriz DAFO desde la visión de la Industria de la madera adaptada por CONFEMADERA y basada en la elaborada por el Subgrupo de Producción de Materias Primas de la Plataforma Tecnológica Forestal de la Biomasa se presenta a continuación:

<p><b>DEBILIDADES</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ausencia de tecnología propia.</li> <li>2. Altos costes de inversión en I+D+i.</li> <li>3. Alta dependencia de la financiación pública externa.</li> <li>4. Definición de biomasa forestal en un término muy amplio que no garantiza la supervivencia de los mercados ya establecidos.</li> <li>5. Ausencia de garantía de suministro de materia prima (cantidad y calidad) a lo largo de un periodo de tiempo prolongado; se necesita biomasa para el menos 10 años.</li> <li>6. Márgenes muy variables dependiendo coste materias primas, y precio combustibles fósiles.</li> <li>7. Excesiva dependencia exterior en materia energética, tanto en el ámbito Europeo (Libro Blanco de Energías Renovables de La Unión Europea, 1997) como a nivel nacional (Plan de Fomento de Energía Renovables en España 2005-2010).</li> </ol>	<p><b>AMENAZAS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Coste de las instalaciones.</li> <li>2. Competencia por los factores de producción, como la tierra y el agua.</li> <li>3. Competencia por la materia prima con otros sectores como el de la madera.</li> <li>4. El incremento de los precios de los subproductos y residuos forestales.</li> <li>5. Las primas pueden provocar un aumento de la demanda de tierras para cultivo y forzar el cambio de uso de la tierra de forestal a agrícola para cultivos energéticos.</li> <li>6. Desarrollo de una adecuada logística de la recolección incluyendo maquinaria, transporte y transformación de la materia prima.</li> <li>7. Existen muchas empresas de recogida interesadas en el aprovechamiento del residuo. Esta competencia por el residuo puede suponer que aumente el precio y que en un momento dado sin primas sea imposible pagarlo con la consecuente falta de suministro para los usuarios finales.</li> </ol>
<p><b>FORTALEZAS</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disponibilidad potencial de la materia prima. Fuerte sector forestal, agrícola y auxiliar. Liderazgo potencial.</li> <li>2. Sustitución de los combustibles fósiles tradicionales con el ahorro en costes económicos, sociales y ambientales que ello implica.</li> <li>3. Mejora de las condiciones fitosanitarias del monte, desde el punto de vista de robustecimiento de la masa que permanece y consecuentemente, constituiría una de las líneas más importantes para la prevención de los incendios al disminuir el peligro y gravedad de los mismos y facilitar las condiciones para la extinción.</li> </ol>	<p><b>OPORTUNIDADES</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Crear un nuevo nicho de mercado que puede favorecer la movilidad y el desarrollo de ciertos subsectores.</li> <li>2. Aumentar la seguridad del suministro de materias primas y energía. Evitar la dependencia externa.</li> <li>3. Beneficios ambientales.</li> <li>4. Existencia de proyectos de demostración para el fomento del uso de la biomasa como fuente de energía (Ej. Flotas cautivas con biocombustibles).</li> <li>5. En el mercado existen empresas de servicios, cooperativas que actualmente dan el servicio al agricultor de recogida de la cosecha y la corta de</li> </ol>

<p>4. Se poseen equipos de investigación en las áreas de conocimiento necesarias para desarrollar un sistema energético basado en biomasa.</p> <p>5. Se posee la infraestructura científico-tecnológica necesaria para desarrollar un sistema energético basado en biomasa.</p> <p>6. Necesidad de reducción de las emisiones de gases efecto invernadero para el cumplimiento de los compromisos adquiridos en el Protocolo de Kyoto (1997), y que se manifiestan en variaciones en el clima derivadas de la actividad antrópica, en buena medida motivadas por el fuerte impacto del sector energético a partir de la utilización de combustibles fósiles.</p> <p>Sensibilización de la población por la protección del medio ambiente.</p>	<p>la madera. Estas empresa también pueden recoger los restos agrícolas y forestales.</p> <p>6. El aprovechamiento de los residuos disminuyen los riesgos de incendios.</p> <p>7. La producción de biomasa es una oportunidad para activar diversos negocios relacionados, como la I+D+i, empresas de servicios, maquinaria, centrales térmicas, unidades de peletización, etc.</p> <p>8. Contribuir a la reducción de gases efecto invernadero, y por tanto al cumplimiento de los compromisos adquiridos en Kyoto, considerando la dualidad de actuar disminuyendo las emisiones de forma directa, en la medida que sustituyan combustibles fósiles, al mismo tiempo que actúan como fijadores de carbono en el suelo.</p>
---	--

### **8.3. ANEXO III. Aclaración parcial del Ministerio de Industria sobre la interpretación del Real Decreto 661/2007**

La aclaración del Ministerio de Industria, Turismo y comercio sobre la interpretación del Real Decreto 661/2007 y en concreto sobre los conceptos incluidos como cultivos energéticos forestales y como residuos forestales dice textualmente *“la forma de determinar si una biomasa forestal procede de un cultivo energético es la existencia de un documento de planificación técnico a largo plazo (Proyecto de Ordenación, Plan técnico de ordenación forestal a un mínimo de 10 años, etc.) en el que, entre otras cosas, se determine que le objetivo principal de una masa forestal es la producción energética, y que especifique de manera clara la vigencia del propio documento de planificación y la articulación en el tiempo y en el espacio de las operaciones de aprovechamiento, cultivo, mantenimientos, desarrollo y defensa de dicha masa forestal para la consecución de este objetivo.”*

Consecuentemente, *“se considera que es biomasa procedente de cultivos energéticos forestales tanto los pies obtenidos de cortas finales de regeneración realizadas al final del turno o edad de madurez, como la obtenida en los tratamientos intermedios en masas forestales cuya finalidad última declarada sea la producción energética.”*

*“Por otra parte se considerarán residuos, los restos procedentes de árboles u otro material vegetal de masa forestal cuyo aprovechamiento principal no tenga finalidad energética, restos que quedan en la zona de corta o actuación, y que se pueden recoger posteriormente para su aprovechamiento energético u otros tipos de aprovechamiento.”*

*“Se considera residuo a la biomasa de los árboles u otro material vegetal obtenida de cortas intermedias de mejora, dosificación de la competencia, saneamiento, etc. (clareos, claras, cortas de carácter fitosanitario; en cualquier caso antes del turno o edad de*

*madurez o antes del aprovechamiento final) en masas forestales cuyo destino final no sea la producción energética.”*

#### **8.4. ANEXO IV. Posición sectorial de CEI-BOIS**

La posición de la industria de la madera, propuesta por la Confederación Europea de Industrias de la Madera CEI-BOIS, que insta a las autoridades a nivel europeo, nacional y regional para el establecimiento de "Planes de acción para la biomasa" que generen una mayor disponibilidad de madera, para su transformación, así como para el desarrollo de uso de biomasa con fines energéticos. Planes que incluyan acciones, entre las que se encuentran las siguientes:

- Fomentar el aumento de superficie de bosque y el uso sostenible del mismo y de las plantaciones a nivel europeo y mundial con vistas a incrementar la madera disponible para la producción de productos derivados de la madera que almacenan carbono, así como para la producción de energía renovable. Esto deberá incluir el apoyo a actividades relacionadas con la recuperación eficaz de residuos forestales; al desarrollo de cultivos energéticos (ahorrando, por lo tanto, madera para la producción de materiales); al establecimiento de sistemas logísticos eficaces para el transporte y la distribución de biomasa y apoyo a la implementación de programas pensados para explotar el gran potencial de la biomasa que todavía no está siendo usada de una forma económica y sostenible.
- Reconocer el uso cada vez mayor de los productos derivados de la madera como depósitos de carbono bajo el Protocolo de Kioto, y por lo tanto, reconocer formalmente la contribución positiva de los productos derivados de la madera a la mitigación del cambio climático.
- Fomentar el reciclaje y/o la recuperación de subproductos y residuos de madera, y por lo tanto, apoyar la investigación en tecnologías de recolección, clasificación y limpieza, y mejorar las normativas relacionadas con residuos y/o subproductos.
- Control de productos que entren en vertedero susceptibles de recuperación y/o valorización (no a la madera en vertedero).
- Investigación y fomento de diferentes formas de valorización de la biomasa: biocombustibles, combustibles sólidos recuperados, etc.
- Reconocer la superior eficacia ecológica de los productos derivados de la madera frente a otros materiales, y sus magníficas propiedades en cuanto a reciclaje con un uso mínimo de energía.
- Respetar la cadena de valor de la madera y de los productos derivados de la madera. Para conseguir esto, es esencial involucrar en todo momento las industrias de la madera como un socio competente y clave en todas las iniciativas que apunten al aumento de uso de la madera para la producción de energía.