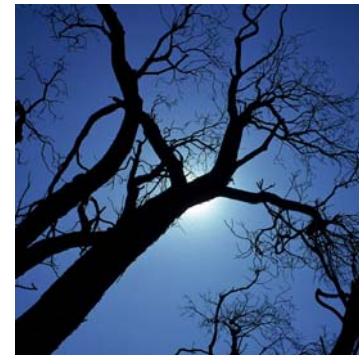


## Estimación de la producción de biomasa en la provincia de Cuenca



**La biomasa forestal como fuente de energía y desarrollo Rural**

U.I Menéndez Pelayo, 11-13 de julio de 2007



Marco normativo

La provincia de Cuenca

Estimación de la biomasa



## Marco normativo

- ✓ Plan de Energías Renovables en España (PER) 2005-2010.  
Revisión del Plan de Fomento de las Energías Renovables en España 2000-2010
- ✓ Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.



# Plan de Fomento de las Energías Renovables (I)

Ventajas del aprovechamiento energético de Biomasa

- Carácter autóctono permite reducir dependencia energética
- Desarrollo regional de zonas rurales
- Sustitución de combustibles convencionales
- Disminución del riesgo de incendios y plagas forestales
- Disminución de vertidos y riesgos asociados a las industrias
- Balance de CO2 nulo (o inferior)



## Plan de Fomento de las Energías Renovables (II)

Inconvenientes del aprovechamiento energético de Biomasa

- En general son menos conocidos que las ventajas
- No incorporación de nutrientes al suelo
- Requiere un conocimiento profundo de los recursos disponibles y viabilidad tecnoeconómica de su explotación



# PER 2005-2010

## POTENCIA INSTALADA SEGÚN EL PLAN 2004-2010

CIFRAS EN MEGAVATIOS. LOS DATOS DEL 2010 SON PREVISIONES

### PLACAS SOLARES



### BIOMASA



### MINIHIDRÁULICAS



### ENERGÍA EÓLICA

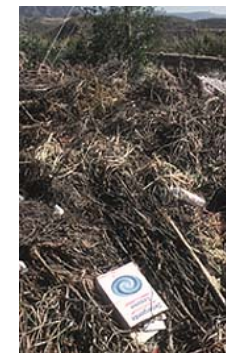


Fuente: Plan de energías renovables. GRÁFICO: PASCUAL CUETO



## PER 2005-2010

PER 2005-2010: objetivos biomasa (MW)	
<i>Generación distribuida</i>	
<i>Desglose por tipo de recurso</i>	
Residuos forestales	60
Residuos agrícolas leñosos	100
Residuos agrícolas herbáceos	100
Residuos de industrias forestales	100
Residuos de industrias agrícolas	100
Cultivos energéticos	513
<b>Total generación distribuida (MW)</b>	<b>973</b>
<i>Co-combustión (MW)</i>	
<b>Total co-combustión (MW)</b>	<b>722</b>
<i>Total generación eléctrica con biomasa</i>	
<b>TOTAL (MW)</b>	<b>1.695</b>





# RD 661/2007

Categoría a) Productores que utilicen la cogeneración u otras formas de producción de electricidad a partir de energías residuales.

Subgrupo a.1.3. Cogeneraciones que utilicen como combustible biomasa y/o biogás, y siempre que ésta suponga al menos el 90% de la energía primaria utilizada.

Combustible	Potencia	Plazo	Tarifa regulada c€/kWh	Prima de referencia c€/kWh
Subgrupo b.6.3. Biomasa procedente de residuos de aprovechamientos forestales y otras operaciones selvícolas en las masas forestales y espacios verdes.	P < 2 MW	0 - 15 años	12,7998	8,4643
		> 15 años	8,6294	0,0000
	P > 2 MW	0 - 15 años	11,8294	7,2674
		> 15 años	8,0660	0,0000



# RD 661/2007

Categoría b) Instalaciones que utilicen como energía primaria alguna de las energías renovables no consumibles (biomasa, biocarburante) siempre y cuando su titular no produzca en régimen ordinario.  
 Subgrupo b.6.3. Biomasa procedente de residuos de aprovechamientos forestales y otras operaciones selvícolas en las masas forestales y espacios verdes.

Potencia	Plazo	Tarifa regulada c€/kWh	Prima de referencia c€/kWh	Límite superior c€/kWh	Límite inferior c€/kWh
P < 2 MW	0 - 15 años	12,5710	8,2114	13,3100	8,4643
	> 15 años	8,4752	0,0000		
P > 2 MW	0 - 15 años	11,8294	7,2674	12,2600	11,4400
	> 15 años	8,0660	0,0000		



## Cuenca: datos generales



- Población (2006): 208.616 hab
- Población (1996): 201.712 hab
- Superficie: 1.714.112 ha
- Densidad: 12,17 hab/km<sup>2</sup>
- 238 municipios
- Población urbana: 64.652 (31%)
- Población rural: 143.964 (69%)
- 2 municipios > 10.000 hab
- 36 municipios > 1.000 hab
- 165 municipios < 500 hab



## Cuenca: datos generales

	Cuenca	Castilla-La Mancha	% Cuenca	España	% Cuenca
<b>Superficie (km2)</b>	17.141	79.462	21,57%	505.990	3,39%
<b>Población</b>	208.616	1.932.261	10,80%	44.708.964	0,47%
<b>Densidad</b>	12,17	24,32		88,36	

### OROGRAFÍA

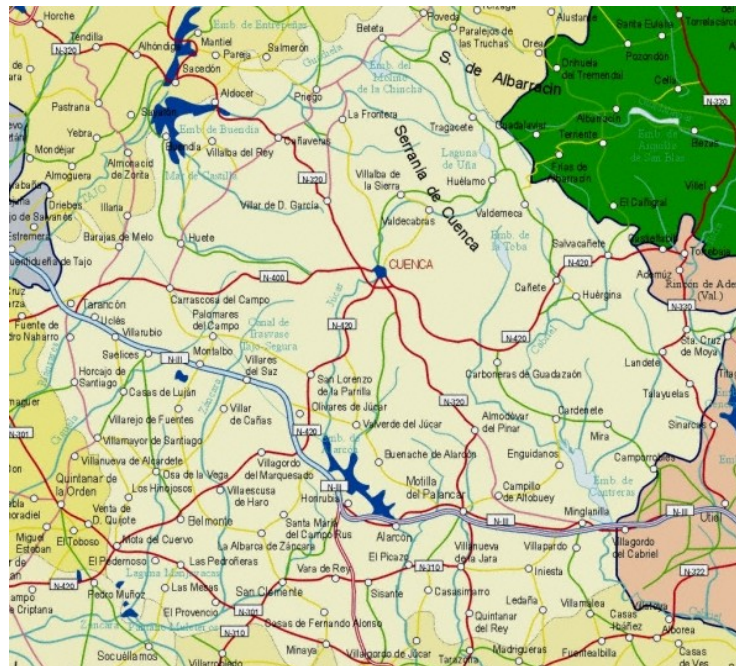
- ✓ Cordillera Ibérica (Norte a Sur) y Cordillera Oretana (Este a Oeste).
- ✓ Cuencas hidrográficas: Tajo, Guadiana y Júcar.
- ✓ Altitudes: 680 – 1900 m

### GEOLOGÍA

Terrenos procedentes del Mesozoico (Jurásico y Cretácico), Terciario (Palógeno y Neógeno) y Cuaternario. Poca representación del Paleozoico. Calizas y dolomías mesozoicas en el Sistema Ibérico, y sedimentos detríticos terciarios en la Alcarria.



## Cuenca: datos generales



### UNIDADES NATURALES

Serranía de Cuenca: Norte y Este.  
Vocación forestal.

Mancha y Manchuela: Sur y Suroeste. Predominio del uso agrícola.

Alcarria: Noroeste. Usos agrarios y forestales.

### METEOROLOGÍA (1971-2000)

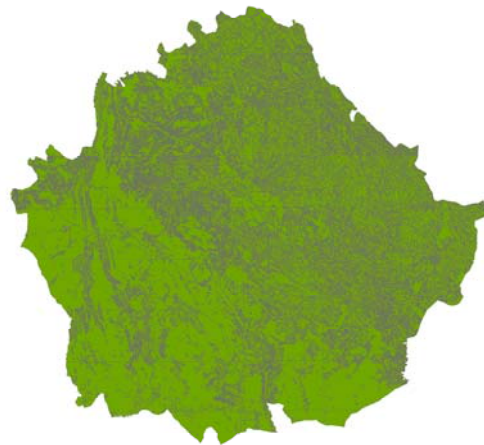
Temperatura media: 12,6 °C

Tmax: 18,8 °C – Tmin: 6,3 °C

Precipitación anual: 507 mm



## Cuenca: datos forestales



CUENCA	IFN 2 (1992)	IFN 3 (2003)
<b>Superficies (ha / %)</b>		
Monte arbolado	564.190 (66% for)	701.344 (87% for)
Monte desarbolado	286.150 (34% for)	108.944 (13% for)
Forestal	850.340 (50% prov)	810.288 (47% prov)
Provincial	1.714.112	1.714.112
<b>Existencias (m<sup>3</sup> y pies)</b>		
Biomasa arbórea	23.005.642	33.238.759
Pies mayores	182.831.692	254.286.550
Pies menores	318.068.671	438.922.254
<b>Indicadores (m<sup>3</sup>/ha)</b>		
Biomasa arbórea	41	47



## Cuenca: datos forestales

IFN3 (2002)	Cuenca	Castilla-La Mancha	% Cuenca	España	% Cuenca
Monte arbolado (ha)	701.344	2.739.598	25,60%	17.715.988	3,96%
Monte desarbolado (ha)	108.944	825.182	13,20%	9.743.490	1,12%
Total forestal (ha)	810.288	3.564.780	22,73%	27.459.478	2,95%
Biomasa arbórea (m <sup>3</sup> )	33.238.759	83.734.225	39,70%	893.584.979	3,72%
Pies mayores	254.286.550	858.701.263	29,61%	6.716.696.992	3,79%
Pies menores	438.922.254	1.539.020.381	28,52%	10.622.578.762	4,13%
Biomasa arbórea (m <sup>3</sup> /ha)	47	31		50	

- ✓ Dominio del *Pinus nigra*, seguido de *Quercus ilex* y pinares mixtos.
- ✓ La Serranía de Cuenca es el área predominantemente forestal



## Cuenca: sector forestal

- ✓ El sector forestal conquense supone más del 3% de la Producción Final Agraria. Gran importancia en la economía rural.
- ✓ No es fácil cuantificar la creación de empleo de los trabajos forestales, pero se estima que los trabajos subvencionados por la Administración generan unos 225.000 jornales anuales.
- ✓ La ocupación agraria alcanza en 2004 el 22,8% de la población activa (el 4,8% en España).
- ✓ 242 empresas relacionadas con la industria de la madera en 2004, de ellas 35 son de aserrado y preparación industrial.
- ✓ 24 cooperativas forestales en 2004.



## Introducción: Objeto de Estudio

Partiendo por un lado de que el aprovechamiento energético de los restos forestales puede contribuir de manera muy positiva a la financiación de los trabajos selvícolas (tan necesarios y problemáticos para el mantenimiento y desarrollo de las masas forestales), y por otro lado, la fuerte expansión demográfica que ha experimentado la sociedad, provocando un consumo elevado de grandes cantidades de energía, se propone como objetivo principal del estudio el siguiente:

*Analizar el potencial de biomasa existente en la provincia de Cuenca para el abastecimiento de combustible de una central eléctrica situada en Cuenca capital, analizando a su vez los costes para verificar la viabilidad económica del proyecto.*



## Metodología (I)

Especies principales  
más representativas



Especie	Superficie (ha)	% total
<i>Pinus sylvestris</i>	47.918,70	6,1
<i>Pinus halepensis</i>	113.092,89	14,5
<i>Pinus pinaster</i>	66.669,84	8,5
<i>Pinus nigra</i>	232.419,58	29,8
<i>Quercus ilex</i>	138.223,99	17,7
<i>Quercus faginea</i>	25.061,27	3,2
<i>Juniperus thurifera</i>	27.414,54	3,5

Únicamente se considerarán en el estudio aquellas especies susceptibles de aprovechamiento. En el caso de Cuenca, las especies sobre las que se realiza algún tipo de tratamiento selvícola son:

- *Pinus sylvestris*
- *Pinus halepensis*
- *Pinus pinaster*
- *Pinus nigra*



## Metodología (II)

### 2. Restricciones Aplicadas a la Zona de Estudio

#### ✘ *¿Qué consideramos Biomasa?*

El estudio se centrará en la cuantificación de la Biomasa forestal residual, es decir, toda biomasa procedente de los residuos derivados de los aprovechamientos forestales y tratamientos selvícolas realizados sobre las masas forestales y el estrato de matorral

#### ✘ *¿Sobre qué especies?*

Únicamente se considerarán aquellas especies forestales sobre las que se realice algún tipo de aprovechamiento.

##### Arbóreas:

- ✓ *Pinus sylvestris*
- ✓ *Pinus halepensis*
- ✓ *Pinus pinaster*
- ✓ *Pinus nigra*

##### Matorral:

- ✓ *Ulex sp*
- ✓ *Genista sp*
- ✓ *Quercus coccifera*
- ✓ *Erica sp*



## Metodología (III)

### ✘ *Restricciones por viabilidad económica*

Se definen 3 usos forestales diferentes, tomando como referencia el MFE 1:50.000:

- ✓ Superficie arbolada: Fcc total > 75%; Fcc arbolada  $\geq$  20%; tipo estructural: bosque(1), plantación(2), bosque adhesionado(3), mosaico arbolado sobre forestal desarbolado(26).
- ✓ Superficie rala: Fcc total > 75%;  $5\% \leq$  Fcc arbolado  $\leq$  20%; tipo estructural bosque(1), plantación(2), matorral(8), mosaico arbolado sobre forestal desarbolado(26), pastizal(35).
- ✓ Superficie desarbolada: para definir este uso se tomó como referencia el MFE200 ya que la información sobre el matorral es más detallada. Fcc total > 75%; Fcc arbolada  $\leq$  5% independientemente del tipo estructural



## Metodología (IV)

### ✘ *Restricciones de pendiente*

La pendiente influye directamente en el tipo de maquinaria, así como en los rendimientos obtenidos y en los costes de aprovechamiento.

Experiencias previas hacen desaconsejable considerar superficies que posean una pendiente media mayor del 35%, considerando este como límite de entrada de maquinaria

### ✘ *Restricciones por altitud*

Por motivos de productividad, pero sobre todo por motivos ecológicos y paisajísticos, no se consideraron superficies situadas por encima de los 1.700m.

### ✘ *Restricciones por régimen de protección*

En todas las superficies que se encuentren situadas en zonas de la Red Natura 2000 se aplicó una restricción que supondrá un 25% del volumen total extraído en esas zonas



## Metodología (V)

### 3. Fuentes de Consulta

#### a) Información cartográfica

- MFE 1:50.000
- MFE 1:200.000
- MDT
- Figuras protección

#### b) Información documental

- *Producción de biomasa y CO2 por los Bosques españoles.* Montero, G., Ruiz-Peinado, R., Muñoz, M. MMA/INIA
- *Plan de fomento de utilización de los residuos forestales y agrícolas con fines energéticos. Evaluación de residuos forestales y agrícolas en España.* UPM. ETSI de Montes/INIA
- *Iniciativa prioritarias del Plan de Fomento de las Energías Renovables en España.* INIA
- *Estudio de los recursos de fitomasa en la zona 1 de la Comunidad Autónoma de Galicia.* GESTENGA

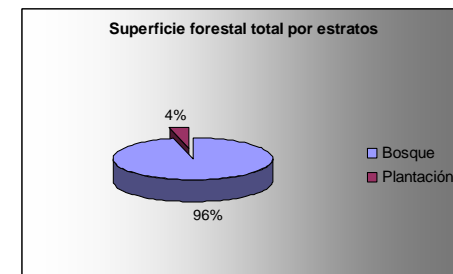
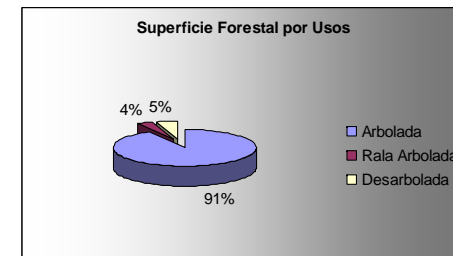
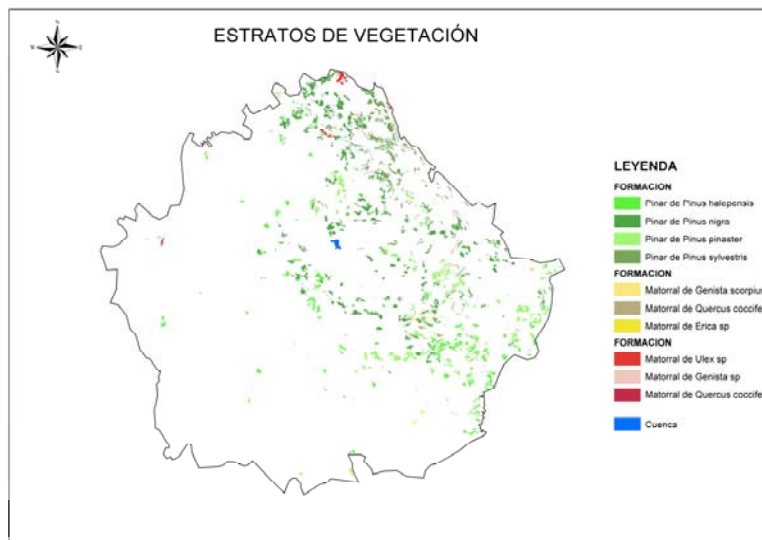
#### c) Reuniones





# Metodología para la determinación de Biomasa

## 1. Diferenciación de Usos Forestales (MFE50)

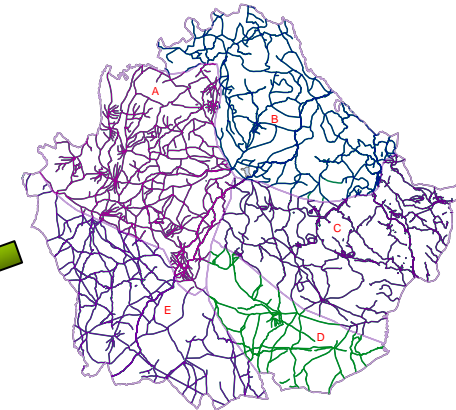


Uso Forestal	Total Estudio
Arbolada	223.113,98
Rala Arbolada	9.179,44
Desarbolada	15.826,37



2. Identificación de Especies principales
3. Tratamientos y turno de cada especie
4. Posibilidad anual de cada especie  
(según el estudio de Vignote, S.)
5. Biomasa anual potencial
6. Biomasa anual real
7. Coeficientes de ponderación  
(pendiente y accesibilidad)

ESPECIE	POSIBILIDAD (Tm/ha.año)
Pinus halepensis	0,88
Pinus nigra	1,98
Pinus pinaster	1,51
Pinus sylvestris	1,98



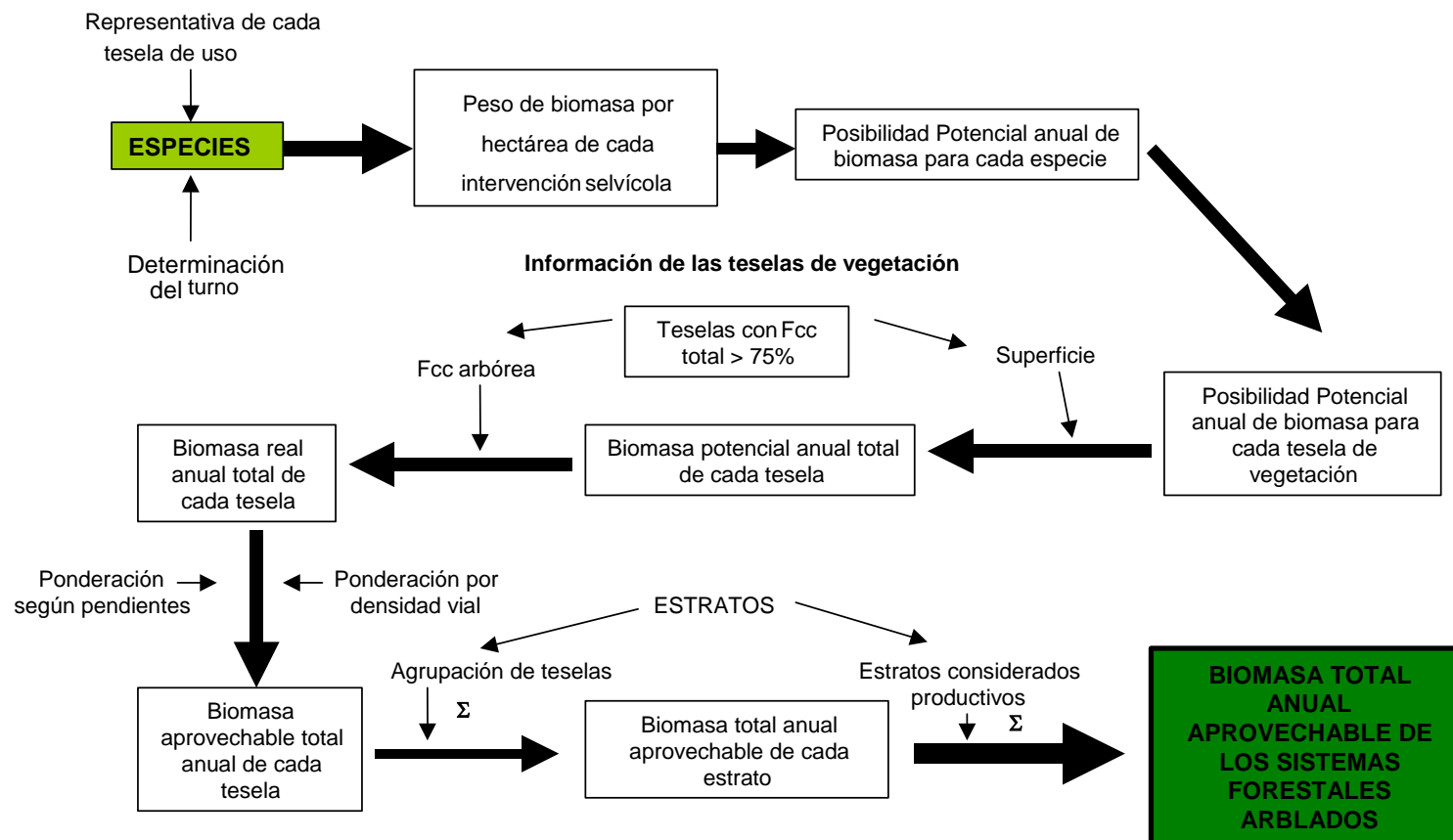
Densidad vial en la tesela (m/ha)	% aprovechamiento de biomasa	Coficiente $C_{acc}$
0-10	60	0,6
10-20	70	0,7
20-30	80	0,8
30-40	90	0,9
>40	100	1

Pendiente media de la tesela (%)	% aprovechamiento de biomasa	Coficiente $C_{pte}$
< 12,5	80	0,8
12,5 < pte < 35	60	0,6
pte >35	20	0,2



## Estrato arbóreo

### METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA BIOMASA EN LOS SISTEMAS ARBOLADOS





## Provincia de Cuenca

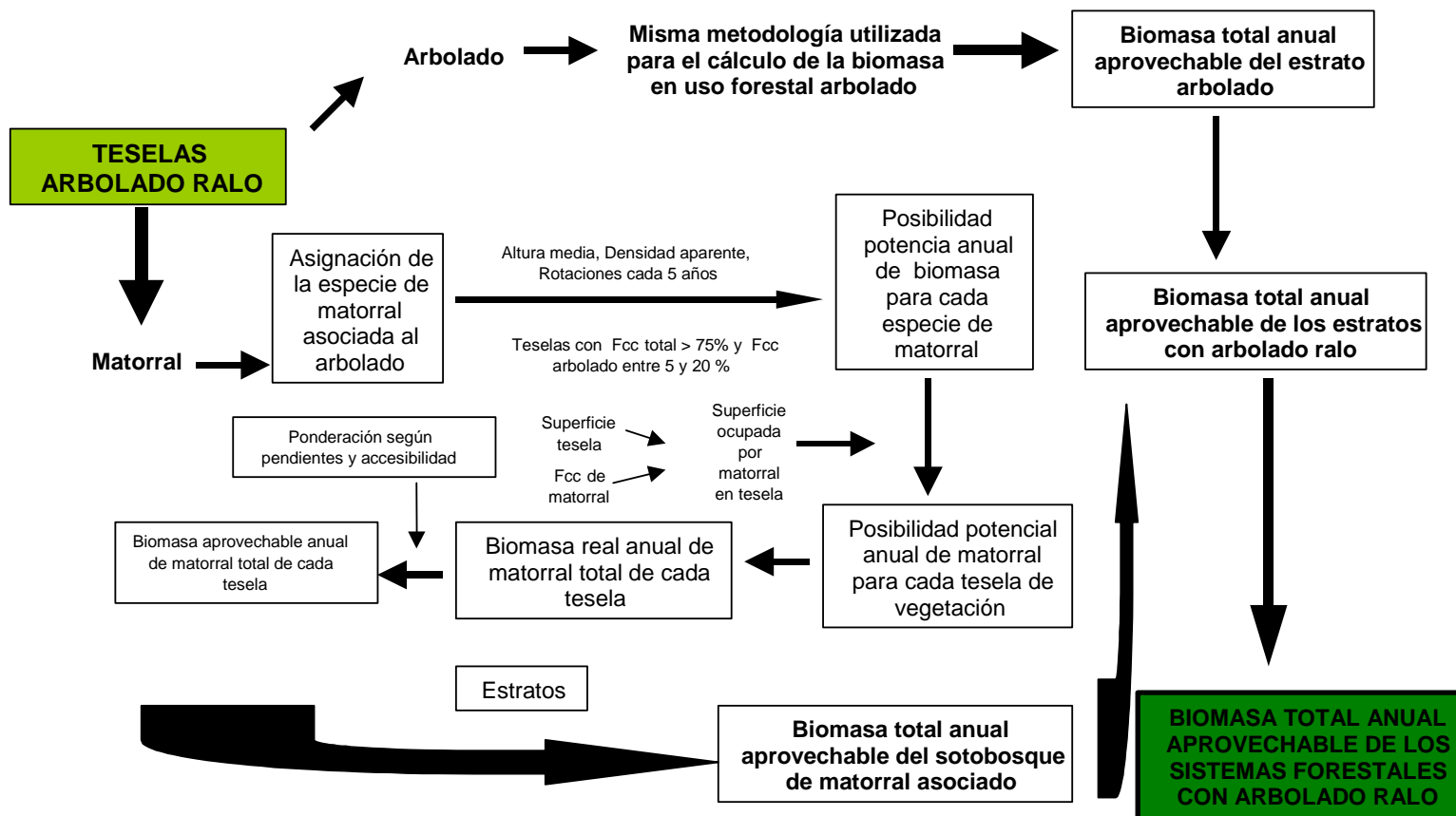
ESPECIE	POSIBILIDAD POTENCIAL ANUAL (Tm/ha/año)	BIOMASA POTENCIAL ANUAL (Tm/año)	BIOMASA ANUAL APROVECHABLE (Tm/año)
Pinus halepensis	0,88	36.875,54	12.085,11
Pinus nigra	1,98	201.900,66	57.905,06
Pinus pinaster	1,51	52.912,04	18.337,60
Pinus sylvestris	1,98	46.838,80	10.285,17
<b>TOTAL</b>		<b>338.527,04</b>	<b>98.612,94</b>

ESPECIE	Pte < 12,5		12,5 < Pte < 35	
	Sup (ha)	Biomasa	Sup (ha)	Biomasa
Pinus halepensis	25.348,57	5.246,55	38.180,46	6.838,56
Pinus nigra	57.254,00	28.473,61	77.349,99	29.431,45
Pinus pinaster	24.927,20	10.097,88	25.979,64	8.239,72
Pinus sylvestris	9.375,60	4.509,22	15.688,89	5.775,95
<b>TOTAL</b>	<b>116.905,38</b>	<b>48.327,26</b>	<b>157.198,98</b>	<b>50.285,68</b>



## Arbolado ralo

### METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA BIOMASA EN LOS SISTEMAS ARBOLADO RALO





### Provincia de Cuenca (Fracción Arbolada)

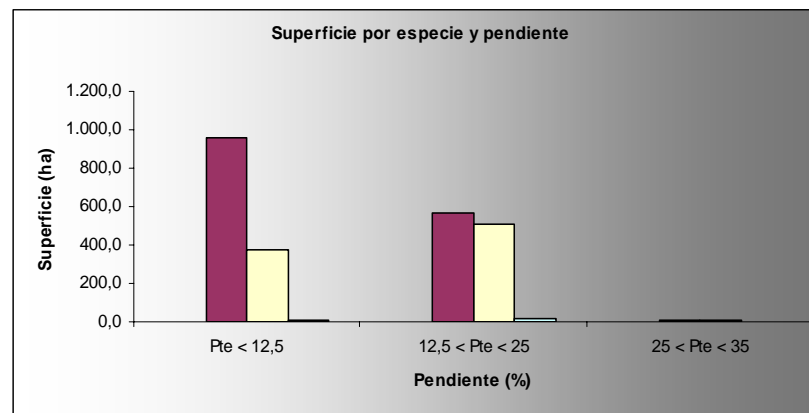
ESPECIE	POSIBILIDAD POTENCIAL ANUAL (Tm/ha/año)	BIOMASA POTENCIAL ANUAL (Tm/año)	BIOMASA ANUAL APROVECHABLE (Tm/año)
Pinus halepensis	0,88	265,40	74,17
Pinus nigra	1,98	796,20	308,36
Pinus pinaster	1,51	299,12	87,37
Pinus sylvestris	1,98	25,80	12,21
<b>TOTAL</b>		<b>1.386,51</b>	<b>482,12</b>

ESPECIE	Pte < 12,5		12,5 < Pte < 35	
	Sup (ha)	Biomasa	Sup (ha)	Biomasa
Pinus halepensis	275,01	30,43	1.088,36	43,74
Pinus nigra	831,32	230,10	922,59	78,26
Pinus pinaster	80,13	62,36	172,72	25,01
Pinus sylvestris	325,75	11,69	10,94	0,52
<b>TOTAL</b>	<b>1.512,20</b>	<b>334,59</b>	<b>2.194,61</b>	<b>147,53</b>



*Provincia de Cuenca (Fracción Matorral)*

ESPECIE	BIOMASA POTENCIAL (Tm/ha/año)	BIOMASA POTENCIAL ANUAL (Tm/ha/año)	BIOMASA POTENCIAL ANUAL (Tm/año)	BIOMASA APROVECHABLE ANUAL (Tm/Año)
Matorral de Ulex sp	0,0	0,0	0,0	0,0
Matorral de Genista sp	10,3	6,1	15.864,2	6.704,2
Matorral de Quercus coccifera	12,4	7,0	11.038,2	4.244,8
Matorral de Brezo	3,4	1,7	99,4	32,5
<b>TOTAL</b>			<b>27.001,7</b>	<b>10.981,5</b>





### *Desarbolado*

1. Diferenciación de Usos Forestales (MFE200)
2. Especies aprovechables
3. Cálculo del Volumen medio de cada tesela

$$V(m^3) = h \times Fcc \times densidad$$

Donde:

*h* altura media del matorral

*Fcc* fracción de cabida cubierta del matorral en la tesela

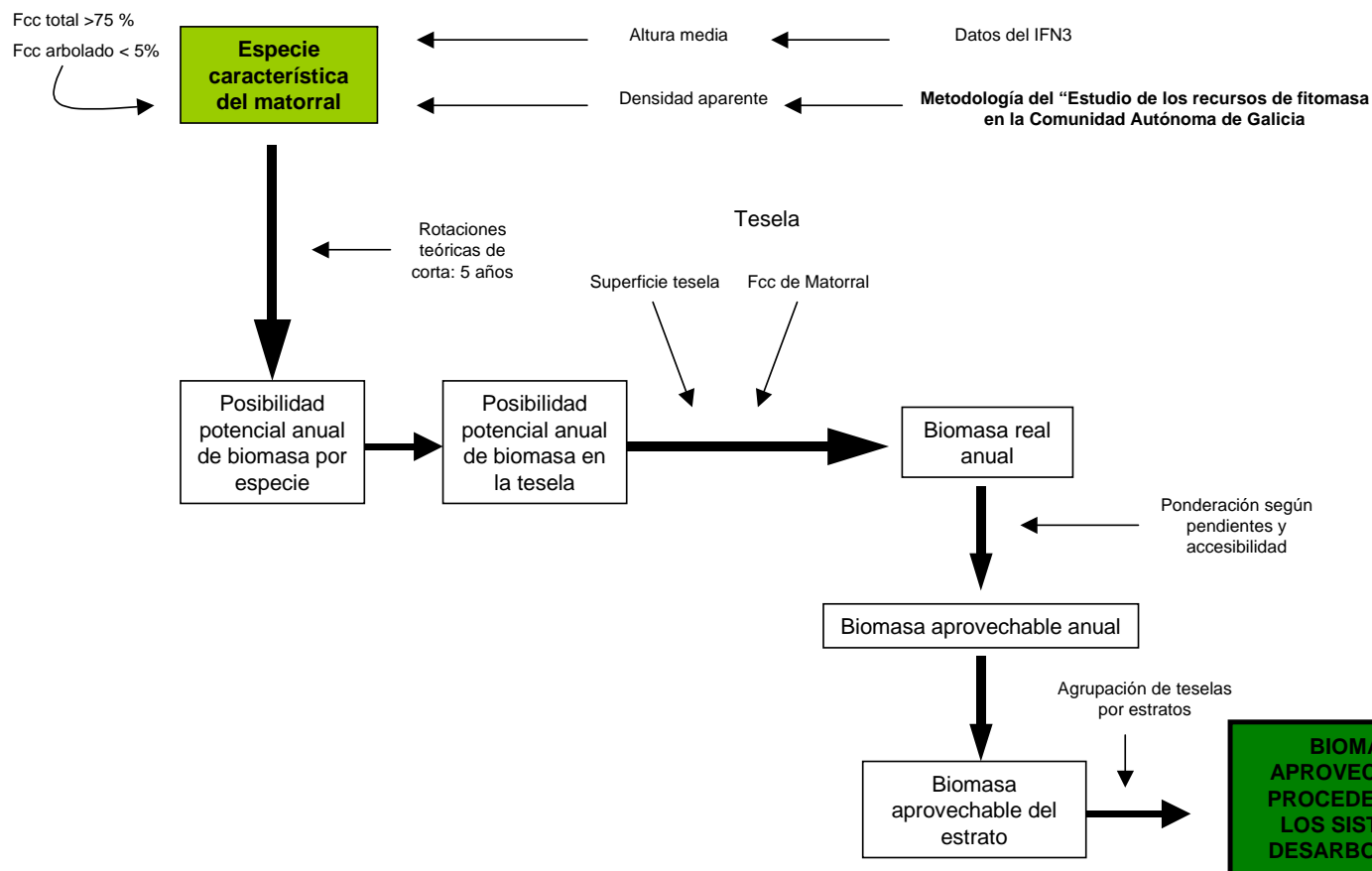
Especie	Densidad (Tm/m <sup>3</sup> )	Altura media (m)
<i>Ulex spp.</i>	0,0057	1,4
<i>Erica spp.</i>	0,0048	0,5
<i>Quercus coccifera</i>	0,005	2
<i>Genista spp</i>	0,0052	1,5

Fuente: IFN3 y Estudio de los recursos de fitomasa en Galicia

4. Posibilidad potencial anual (Rotación de 5 años)
5. Coeficientes de ponderación de accesibilidad y pendiente



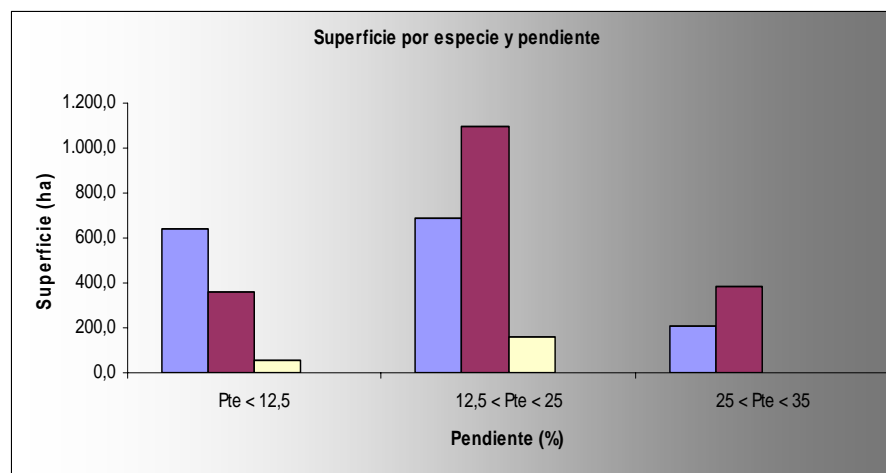
### METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA BIOMASA EN LOS SISTEMAS DESARROLADOS





## Provincia de Cuenca

ESPECIE	BIOMASA POTENCIAL (Tm/ha/año)	BIOMASA REAL (Tm/ha/año)	BIOMASA POTENCIAL ANUAL (Tm/año)	BIOMASA APROVECHABLE ANUAL (Tm/Año)
Matorral de Ulex sp	12,2	6,1	18.790,7	5.974,8
Matorral de Genista sp	11,3	6,7	20.750,9	6.908,7
Matorral de Quercus coccifera	16,0	9,6	3.459,2	1.333,3
Matorral de Brezo	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>TOTAL</b>			<b>43.000,8</b>	<b>14.216,8</b>





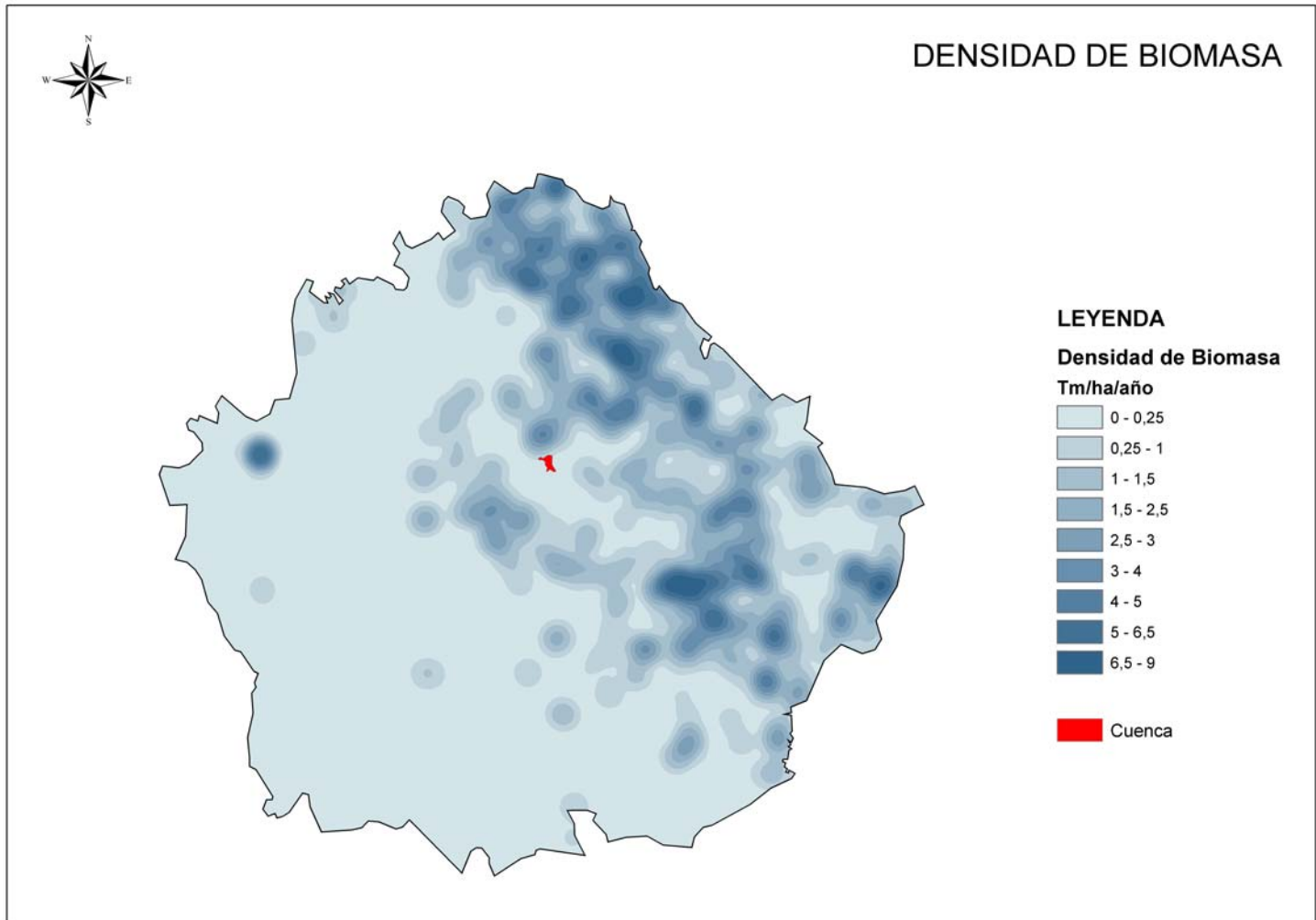
## BIOMASA TOTAL

### Fracción Arbolada

ESPECIE	BIOMASA POTENCIAL ANUAL (Tm/año)	BIOMASA ANUAL APROVECHABLE (Tm/año)
Pinus halepensis	37.140,94	12.159,28
Pinus nigra	202.696,86	58.213,42
Pinus pinaster	53.211,16	18.424,97
Pinus sylvestris	46.864,60	10.297,38
<b>TOTAL</b>	<b>339.913,56</b>	<b>99.095,05</b>

### Fracción Desarbolada

ESPECIE	BIOMASA POTENCIAL ANUAL (Tm/año)	BIOMASA APROVECHABLE ANUAL (Tm/Año)
Matorral de Ulex sp	18.790,70	5.974,80
Matorral de Genista sp	36.615,10	13.612,90
Matorral de Quercus coccifera	14.497,40	5.578,10
Matorral de Brezo	99,40	32,50
<b>TOTAL</b>	<b>70.002,60</b>	<b>25.198,30</b>





# Evaluación Energética

## Arbolado y Arbolado Ralo

- Poder Calorífico Inferior (PCI). "Tablas de cálculo de energía procedente de aprovechamientos forestales, por provincia, especie, rango de pendientes y tratamiento silvícola".
- $PCI = PCS (1-Hh) - 269Hh - 316$

Donde:

PCS                      Potencial Calórico Superior

Hh                        Humedad en base húmeda (40% por defecto)

Potencial energético por especie

Especie	PCI (TEP/Tm)
Pinus pinaster	0,2574
Pinus halepensis	0,2616
Pinus sylvestris	0,2465
Pinus nigra	0,2396



## Evaluación Energética (II)

### Arbolado y Arbolado Ralo

- Tablas "EUFIRELAB". (TECNOMA, 2005)

Especie	PCS (kJ/kg)
Matorral Ulex sp	21.072,0
Matorral Genista sp	21.432,0
Matorral Q. coccifera	20.285,0
Matorral de Brezo	24.120,0

- $PCI = PCS (1-Hh) - 269Hh - 316$

Donde:

PCS                      Potencial Calórico Superior

Hh                        Humedad en base húmeda (40% por defecto)



## Análisis de Costes

### Estrato arbóreo

- Costes procesado de la madera
- Costes de reunión y apilado
- Costes de desembosque (11,68€/tn)
- Costes de empacado (8,30€/tn)
- Costes de transporte (12,63€/tn)
- Costes de astillado (1,02€/tn)

Los maderistas adjudicatarios del aprovechamiento de la masa son los que asumen los costes de procesado (apeo y desramado), reunión, apilado y eliminación de los mismos.





### Costes Estrato arbóreo

COSTES DE APROVECHAMIENTO	ACTUACIÓN	€	€/Tm
DESEMBOSQUE	Extracción de 1Tm residuos mediante tractor agrícola de 131/160 cv y 15 estéreos de carga y grúa acoplada	867.754,48	11,68
COMPACTADO	Empacado de 1 Tm de residuos con empacadora Fiberpac incluyendo operario.	616.904,68	8,3
TRANSPORTE A CENTRAL	Transporte de 1 Tm de astillas en camión contenedor de 2 ejes hasta central	938.364,05	12,63
ASTILLADO	Procesado de 1 Tm de pacas mediante astillado en central, con astilladora fija industrial de 400 cv, incluyendo operario controlador, con un rendimiento de 70 Tm/h.	75.504,46	1,02
<b>TOTAL</b>		<b>2.498.527,68</b>	<b>33,62</b>



### Estrato matorral

- Costes de desbroce
- Costes de reunión y apilado
- Costes de desembosque
- Costes de empacado
- Costes de transporte
- Costes de astillado

COSTES DE APROVECHAMIENTO	ACTUACIÓN	€	€/Tm
DESEMBOSQUE	Extracción de 1Tm residuos mediante tractor agrícola de 131/160 cv y 15 estéreos de carga y grúa acoplada	867.754,48	11,68
COMPACTADO	Empacado de 1 Tm de residuos con empacadora Fiberpac incluyendo operario.	616.904,68	8,3
TRANSPORTE A CENTRAL	Transporte de 1 Tm de astillas en camión contenedor de 2 ejes hasta central	938.364,05	12,63
ASTILLADO	Procesado de 1 Tm de pacas mediante astillado en central, con astilladora fija industrial de 400 cv, incluyendo operario controlador, con un rendimiento de 70 Tm/h.	75.504,46	1,02
<b>TOTAL</b>		<b>2.498.527,68</b>	<b>33,62</b>

Los costes de desbroce, reunión y apilado son asumidos por la administración que subcontratará esos trabajos.



## Externalidades

*Ventajas ambientales y socioeconómicas* que genera el uso de Biomasa

- o Escaso Impacto ambiental. Recurso autóctono que favorece el autoabastecimiento, independencia del mercado exterior y seguridad de suministro.
- o ↑ de los tratamientos selvícolas, favoreciendo regeneración natural, calidad del arbolado, reduciendo la probabilidad de aparición de plagas y enfermedades...
- o Mantenimiento de vida rural y desarrollo económico de esas zonas.
- o Creación de empleo rural (tratamientos selvícolas) y los derivados de la instalación de la central.
- o Reducción del riesgo de incendios y propagación de los mismos.



## Aspectos Medioambientales

Los contaminantes identificados más frecuentemente son:

- Ø Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>)
- Ø Monóxido de Carbono (CO)
- Ø Materia particulada
- Ø Gases ácidos (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)
- Ø Compuestos Orgánicos Volátiles (hidrocarburos policíclicos aromáticos y derivados)

Aplicación de varios sistemas de control específicos para cada tipo de contaminante



## Bibliografía

ALTENER. IDAE, 2001. *Iniciativas prioritarias del Plan de Fomento de las Energías Renovables en España. Guía de objetivos y aplicaciones singulares.*

ANTOLÍN GIRALDO, G., 1997. *Energías Renovables, situación y perspectivas.* Servicio de Publicaciones de la Universidad de Valladolid. Valladolid.

COLEGIO DE INGENIEROS DE MONTES, 2000. *Cuadro de precios unitarios de la actividad forestal.*

COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA, 1999. *Fuentes alternativas de energía, evaluación preliminar de su potencial y su posible aprovechamiento.* Ministerio de Ciencia y Tecnología.

IDAE, 2000. *Las Energías Renovables en España. Balance y perspectivas.*

GESTENGA. ETSI de MONTES. *Estudio de los recursos de fitomasa en la zona 1 de la Comunidad de Galicia.*

MIMAM-DGCONA, 1998. *2º Inventario Forestal Español. 1986-1995.*

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA, 1999. *Plan de Fomento de las Energías Renovables.*



## Bibliografía (II)

MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO, 2005. *Plan de Energías Renovables (PER)*.

MONTERO, G., RUIZ-PEINADO, R., MUÑOZ, ME., 2005. *Producción de Biomasa y Fijación de CO2 por los bosques Españoles*. EGMASA. MMA. INIA.

SERRADA, R., 2000. *Apuntes de Repoblaciones Forestales*.

TECNOMA. *Physical, chemical and thermal characteristics of the wildland fuel particles. Answer for the partners*. PROYECTO I+D EUFIRELAB.

TOLOSANA, E., ALMAGRO, C., AMBROSIO, Y., 2000. *Forest residues management practices in Spain, some case-studies of innovate systems*. ETSI Montes. Madrid

TRAGSA, 2000. *Tarifas de trabajos. Costes 2000*.

TRAGSATEC, 2000. *Aprovechamiento de la Biomasa en la Comunidad Autónoma de Galicia*. INEGA.

VIGNOTE, S. *et al.*, 1999. *Evaluación de los residuos forestales y agrícolas en España. Plan de fomento de la utilización de los residuos forestales y agrícolas con fines energéticos*. IDAE-Tragsatec. Madrid