



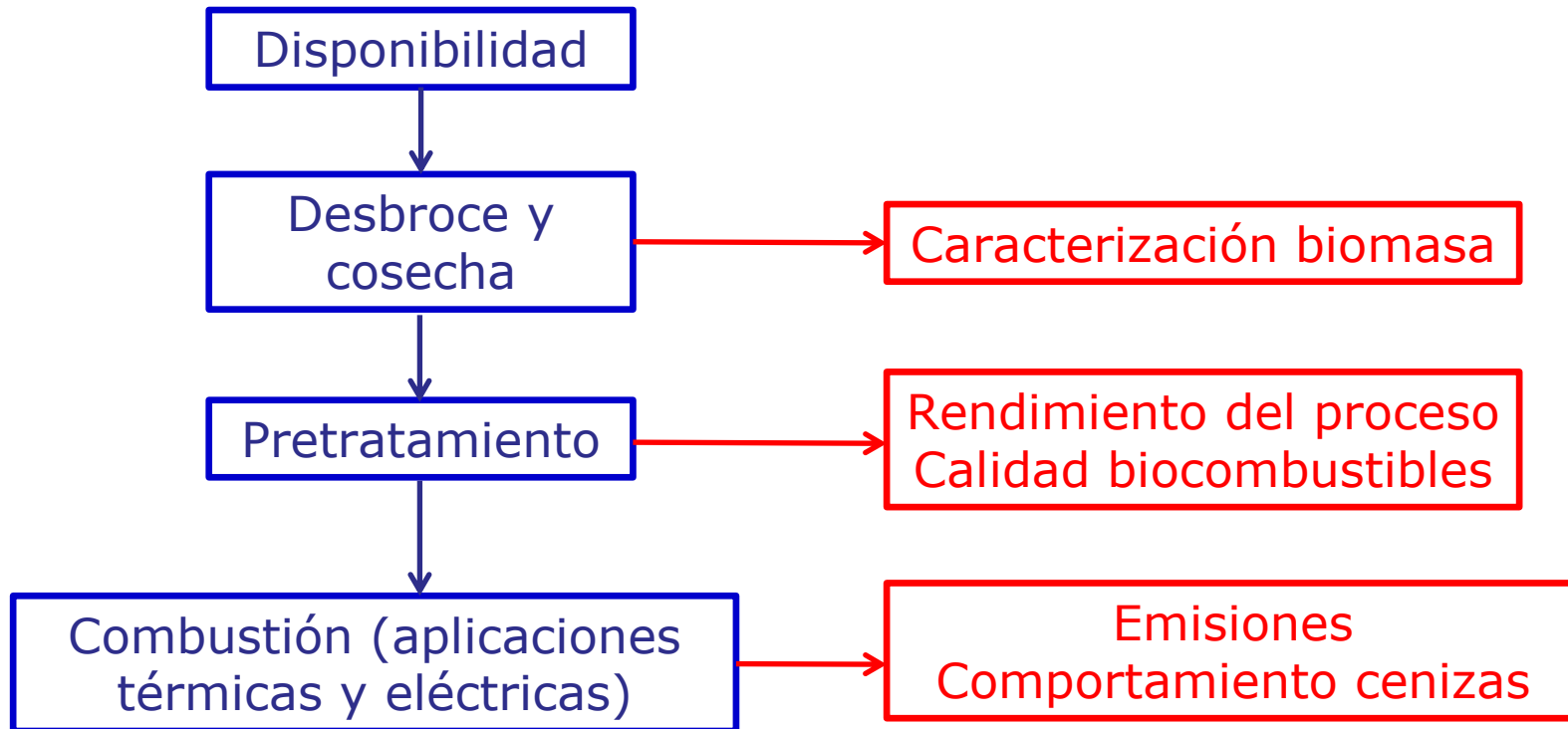
TRANSFORMACIÓN Y UTILIZACIÓN DE LA BIOMASA DE MATORRAL EN APLICACIONES TÉRMICAS Y ELÉCTRICAS

PROYECTO LIFE+ ENERBIOSCRUB
(LIFE13 ENV/ES/000660)





FACTORES A CONSIDERAR PARA ANALIZAR EL APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO DEL MATORRAL





PRETRATAMIENTO

RENDIMIENTO PROCESO CALIDAD BIOCOMBUSTIBLES

Parámetros a estudiar en etapas de pretratamiento: reducción granulométrica, ¿secado?, peletización:

- Producción
- Consumo energético
- Características del producto obtenido: ¿a qué mercado puede destinarse?



Acción B2. Ensayos en laboratorio y plantas piloto:

Escoba – Las Navas



Escoba + brezo – Figueruela





Acción B2. Ensayos en laboratorio y plantas piloto:

Jara – Soria



Tojo – As Pontes





PRETRATAMIENTO

RENDIMIENTO PROCESO

Biomasa sin almacenar

Biomasa	Molienda 30 mm (kWh/t MS)	Molienda 4 mm (kWh/t MS)	Peletización (kWh/t MS)
Escoba	8,9	46	113
Escoba + brezo	7,5	58	122
Jara	11	17	133
Tojo	28	18	80

Astillado madera:
6-7,2 kWh/t MS

Molienda pino
a partir de
astillas (4 mm):
48 kWh/t MS

Peletización
serrín pino:
121 kWh/t MS



PRETRATAMIENTO

RENDIMIENTO PROCESO

Biomasa almacenada 1 año

Biomasa	Molienda 30 mm (kWh/t MS)	Molienda 4 mm (kWh/t MS)	Peletización (kWh/t MS)
Escoba	11,8	46	150
Jara	9,5	n.d.	n.d.

Biomasa sin almacenar

Biomasa	Molienda 30 mm (kWh/t MS)	Molienda 4 mm (kWh/t MS)	Peletización (kWh/t MS)
Escoba	8,9	46	113
Jara	11	17	133



PRETRATAMIENTO

CALIDAD BIOCOMBUSTIBLES

Biomasa sin almacenar

Características ISO 17225-2:2014	Pélets Escoba	Pélets Escoba + brezo	Pélets Jara	Pélets Tojo
M (humedad)	M10	12,3	M10	10,8
A (ceniza)	A2,0	A3,0	4,2	3,8
BD (densidad pila)	BD600	BD600	BD600	BD600
DU (durabilidad)	DU97,5	DU97,5	DU96,5	DU97,5
F (finos)	F1,0	F4,0	F1,0	F1,0
Q (poder calorífico)	Q16,5	16,4	Q16,5	16,3
N (nitrógeno)	N1,0	N1,0	N1,0	N1,0
S (azufre)	S0,05	S0,05	S0,05	0,07
Cl (cloro)	Cl0,03	Cl0,03	Cl0,03	Cl0,1

 **Residencial: B**

 **Industrial: I3**



PRETRATAMIENTO

CALIDAD BIOCOMBUSTIBLES

Biomasa almacenada 1 año

Características ISO 17225-2:2014	Pélets Escoba	Pélets Jara
M (humedad)	M10	M10
A (ceniza)	A2,0	3,0
BD (densidad pila)	BD600	BD600
DU (durabilidad)	DU97,5	DU97,5
F (finos)	F1,0	F1,0
Q (poder calorífico)	Q16,5	Q16,5
N (nitrógeno)	N1,0	N0,5
S (azufre)	S0,04	S0,04
Cl (cloro)	Cl0,02	Cl0,02



COMBUSTIÓN

EMISIONES COMPORTAMIENTO CENIZAS

Importancia de la adecuación de los parámetros de combustión al combustible utilizado:

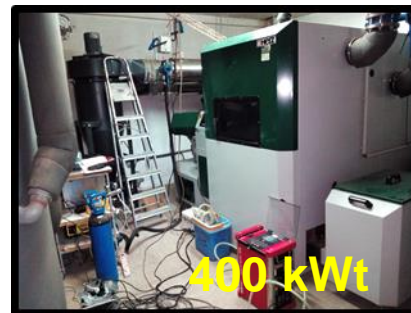
- Alimentación combustible
- Aire primario/secundario/terciario
- Soplado de tubos
- Reducción en formación de escorias (movimiento parrilla, reducción temperatura...)
- Períodos de extracción de ceniza
- Instalación de nuevos equipos: reducción emisiones gaseosas y partículas



Acción B2. Ensayos en laboratorio y plantas piloto:



Acción B3. Ensayos en plantas de demostración:



Aplicaciones térmicas

Aplicaciones
eléctricas¹¹



Acción B2. Ensayos en laboratorio y plantas piloto:



En general, la combustión de matorral, cuando se compara con la combustión de pélets comerciales A1 o pino molido conduce a:

- Mayores emisiones de partículas totales.
- Mayores emisiones de NOx.
- Mayores emisiones de SO₂ (especialmente el tojo).
- Mayores emisiones de HCl (especialmente el tojo).



Acción B2. Ensayos en laboratorio y plantas piloto: caldera 500 kWt – biomasa molida a 30 mm

Emisiones	Escoba	Esc.+ Brezo	Brezo	Jara	Tojo	Pino
NO _x (mg/Nm ³) (O ₂ : 6%)	529	450	360	305	416	172
SO ₂ (mg/Nm ³) (O ₂ : 6%)	8,5	89	105	44	211	29
HCl (mg/Nm ³) (O ₂ : 11%)	0,6	0,6	3,0	0,8	62	0,2
Partículas (mg/Nm ³) (O ₂ : 6%)	202	402	199	220	286	57

Directiva 2015/2193 de emisiones de combustión de instalaciones de combustión medianas (1-50 MW):

Límites para instalaciones existentes (1-5 MW):

SO₂: 200 mg/Nm³

NO_x: 650 mg/Nm³

Partículas: 50 mg/Nm³

Directiva 2010/75/EU sobre emisiones industriales:

HCl: 10 mg/Nm³



Acción B2. Ensayos en laboratorio y plantas piloto:

COMBUSTIÓN



EMISIONES

En general, la combustión de matorral, cuando se compara con la combustión de pélets comerciales A1 o pino molido conduce a:

- Mayores emisiones de partículas totales.
- Mayores emisiones de NOx.
- Mayores emisiones de SO₂ (especialmente el tojo).
- Mayores emisiones de HCl (especialmente el tojo).



¿SOLUCIÓN?

Partículas: separadores mecánicos, precipitadores electrostáticos, lavadores.
NOx, SO₂, HCl: control de la composición de la biomasa y/o escalonamiento de aire, reburning, reducción catalítica, lavadores o inyección de partículas



Acción B2. Ensayos en laboratorio y plantas piloto:

COMBUSTIÓN

EMISIONES

COMPARACIÓN ENTRE BIOMASA SIN ALMACENAR Y ALMACENADA:

En general, no se observan diferencias notables en cuanto a emisiones en los ensayos realizados en planta piloto (escoba y jara).

Emisiones	Escoba	Escoba 1 año	Jara	Jara 1 año
NO _x (mg/Nm ³) (O ₂ : 6%)	529	419	305	305
SO ₂ (mg/Nm ³) (O ₂ : 6%)	8,5	27	44	33
HCl (mg/Nm ³) (O ₂ : 11%)	0,6	0,2	0,8	0,5
Partículas (mg/Nm ³) (O ₂ : 6%)	202	221	220	119



Acción B2. Ensayos en laboratorio y plantas piloto:

COMBUSTIÓN

**COMPORTAMIENTO
CENIZAS**

- Formación de escorias con algunos matorrales dependiendo de la caldera utilizada.
- En los ensayos realizados no han supuesto problemas de operación.
- El matorral que presenta menor tendencia a la escorificación es la escoba.



Acción B2. Ensayos en laboratorio y plantas piloto:

Parrilla 40 kWt



Parrilla 500 kWt





Acción B2. Ensayos en laboratorio y plantas piloto:

COMBUSTIÓN

**COMPORTAMIENTO
CENIZAS**

- Formación de escorias con algunos matorrales dependiendo de la caldera utilizada.
- En los ensayos realizados no han supuesto problemas de operación.
- El matorral que presenta menor tendencia a la escorificación es la escoba



¿SOLUCIÓN?

- Selección de la caldera más adecuada y de las condiciones de operación idóneas.



Acción B2. Ensayos en laboratorio y plantas piloto:

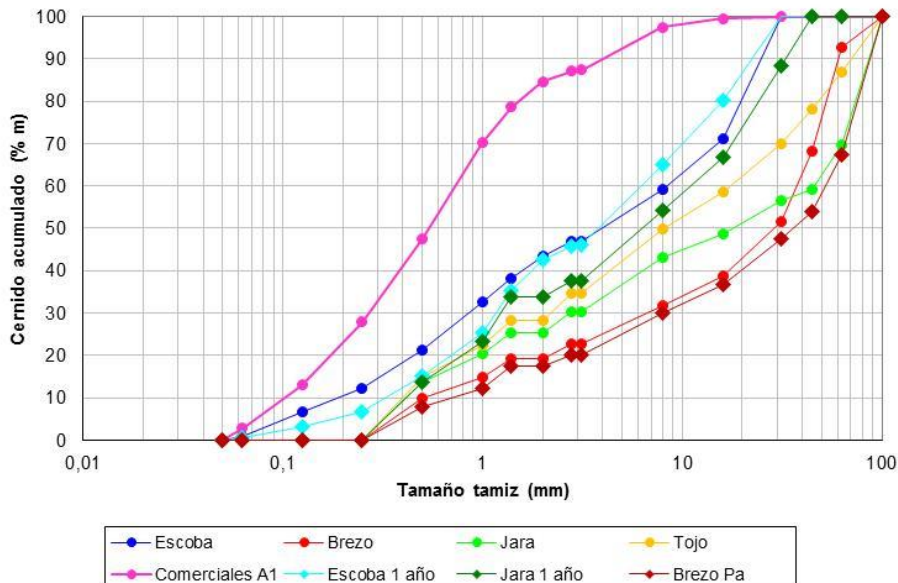
COMBUSTIÓN

**COMPORTAMIENTO
CENIZAS**

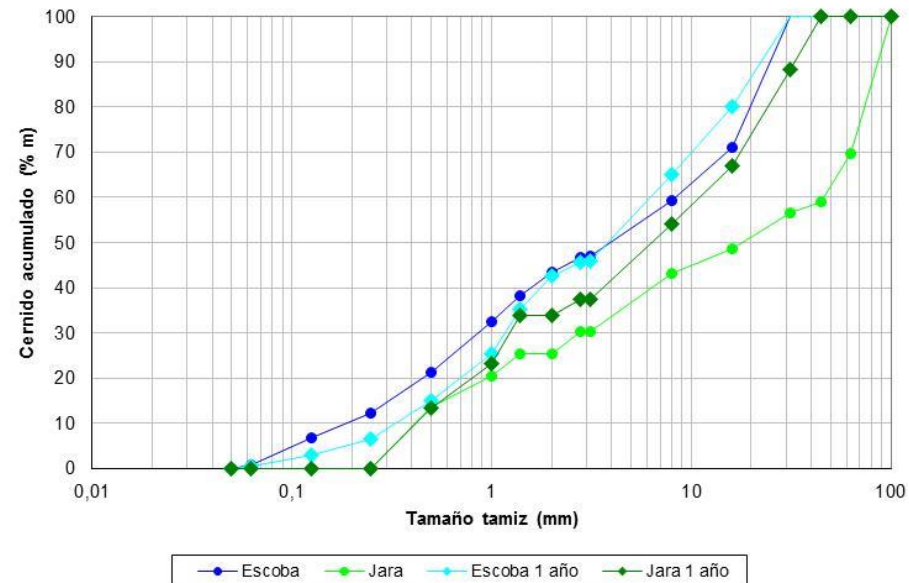
COMPARACIÓN ENTRE BIOMASA SIN ALMACENAR Y ALMACENADA:

En general, no se observan diferencias notables en cuanto al comportamiento de las cenizas en los ensayos realizados en planta piloto (escoba y jara).

Distribución del tamaño de partícula: PM40 - ceniza parrilla



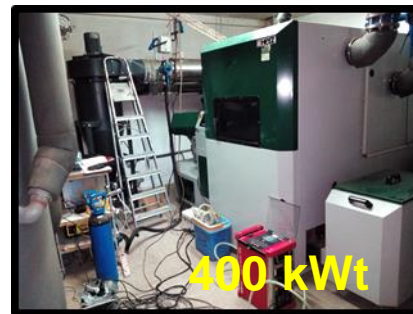
Distribución del tamaño de partícula: PM40 - ceniza parrilla





Acción B3. Ensayos en plantas de demostración: Aplicaciones térmicas

Aplicaciones eléctricas



Ensayo con pélets de escoba almacenada y sin almacenar



Regulación de la caldera

Ensayo con pélets de esc.+brezo sin almacenar + 50% pélets comerciales



Regulación de la caldera

Ensayos con biomasa molida de los distintos matorrales



Resultados misma línea planta piloto

Ensayo con jara molida



Problemas de alimentación → Cambio en molienda²⁰



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Irene Mediavilla Ruiz
irene.mediavilla@ciemat.es

