

La biomasa como fuente de energía primaria utilizable en el Medio Urbano

Transformaciones necesarias para su manejo y
utilización

Luis Saúl Esteban Pascual
CIEMAT-CEDER

Foro de debate sobre "Soluciones tecnológicas en bioenergía para municipios"

Valladolid, 17 de octubre de 2008

¿Por qué es importante la biomasa como recurso energético?

- **Por ser un recurso energético renovable con un enorme potencial**
- **Para reducir la dependencia energética (80% España, 50% UE)**
- **Para paliar el efecto invernadero**
- **Para fomentar el desarrollo rural y aumentar la cohesión social**
- **Para un mayor desarrollo tecnológico e industrial endógeno**
- **Para reducir la virulencia de los incendios forestales**

“Si construimos una economía baja en carbono, no sólo limitaremos las emisiones de gases de efecto invernadero y reduciremos las presiones sobre la inflación, sino que crearemos empleos verdes y crecimiento verde”

David Miliband (ministro de asuntos exteriores británico)

Recurso abundante

La biomasa es el combustible renovable más abundante de la tierra

El potencial mundial explotable anualmente de forma sostenible no se conoce a ciencia cierta:

- Optimistas 450 EJ/año en el año 2050
- Pesimistas 47 EJ/año para dicho año

El consumo mundial de energía final es de 300 EJ (7.250 MTEP). En Europa el consumo se sitúa los 53 EJ (1.320 MTEP)

¿Por qué difieren tanto los estudios?

Discrepancias en dos parámetros cruciales de cultivos energéticos:

- Disponibilidad de tierras de cultivo
- Productividad de los cultivos

¿Por qué difieren tanto los estudios?

Cultivos energéticos:

Según Fisher: en un escenario basado en:

Población mundial de 5.300 a 10.000 millones de habitantes (1990-2050)

Tierra arable se incrementa sólo en un 12,5% (países en desarrollo)

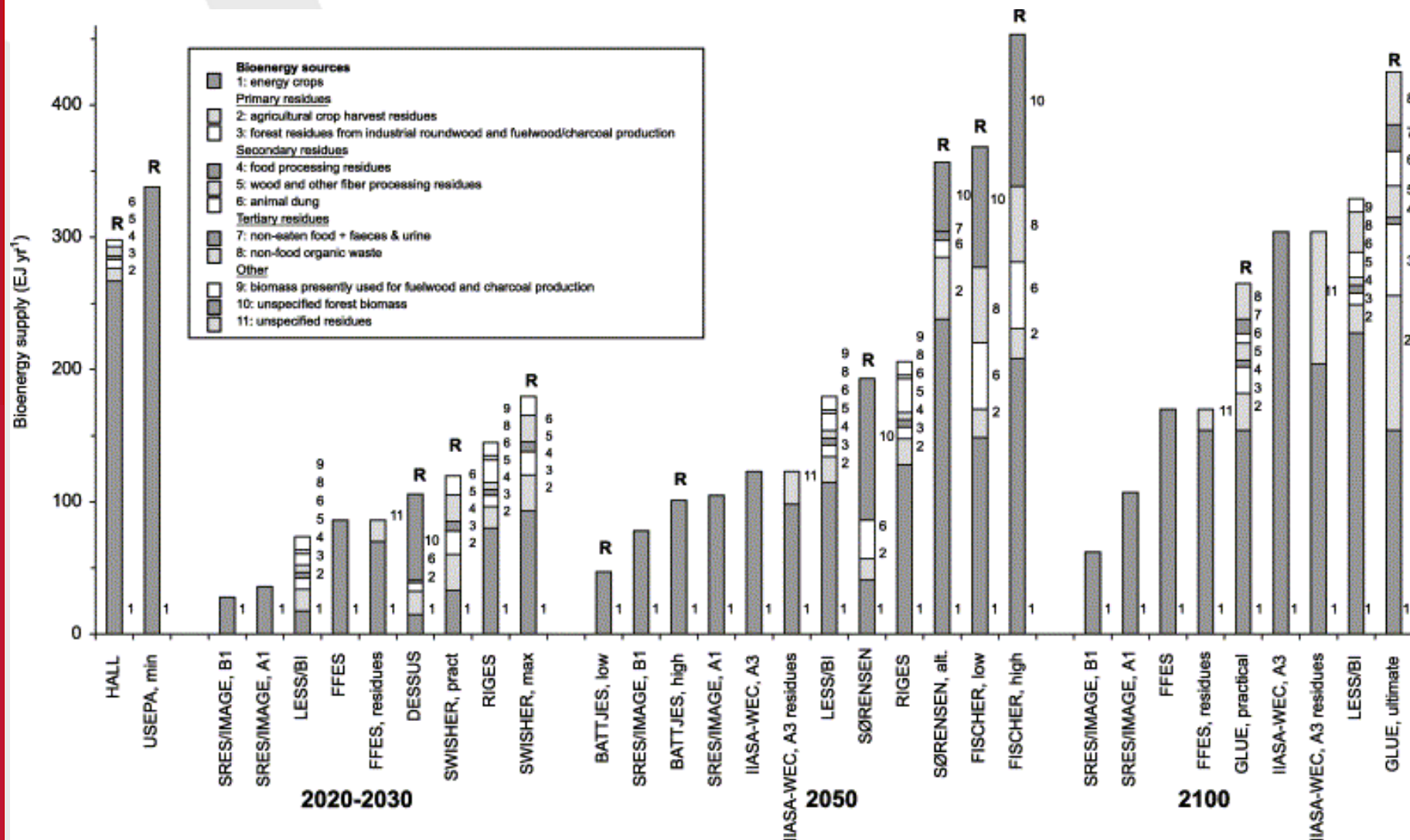
La mayoría de las necesidades alimentarias son cubiertas por el incremento de productividad media (1,1% anual)

Según estudio del IPCC, con una contribución de 1.280 Mha (9,7% del total) se alcanzaría una provisión de 440 EJ/año^o

La mayoría de los estudios plantean escenarios de uso de tierras de entre 100 Mha y 1.300 Mha para el 2050 con productividades de entre 5 y 15 t/ha año

BIOENERGÍA

POTENCIAL MUNDIAL SEGÚN DISTINTOS ESTUDIOS



Fuente: BERNDES, 2003

Incertidumbres en la cuantificación

Residuos agrícolas: no existen estimaciones fiables de la relación residuo/producto

Cultivos energéticos: Datos sobre producción son inciertos (rendimientos variables). Las políticas agrarias (PAC) son cambiantes. Competencia con la producción alimentaria (prioritaria)

Residuos forestales: inventarios forestales carecen de datos sobre las fracciones no maderables. Modelos de cálculo escasos

Técnicas de teledetección cuantitativa insuficientes pero en progreso

Barreras actuales para los biocombustibles

En general, **mayores costes** de producción y aprovisionamiento que los combustibles fósiles

Dificultad o **incertidumbre** de obtener una garantía de suministro durante un periodo razonable de tiempo de grandes cantidades de biocombustible

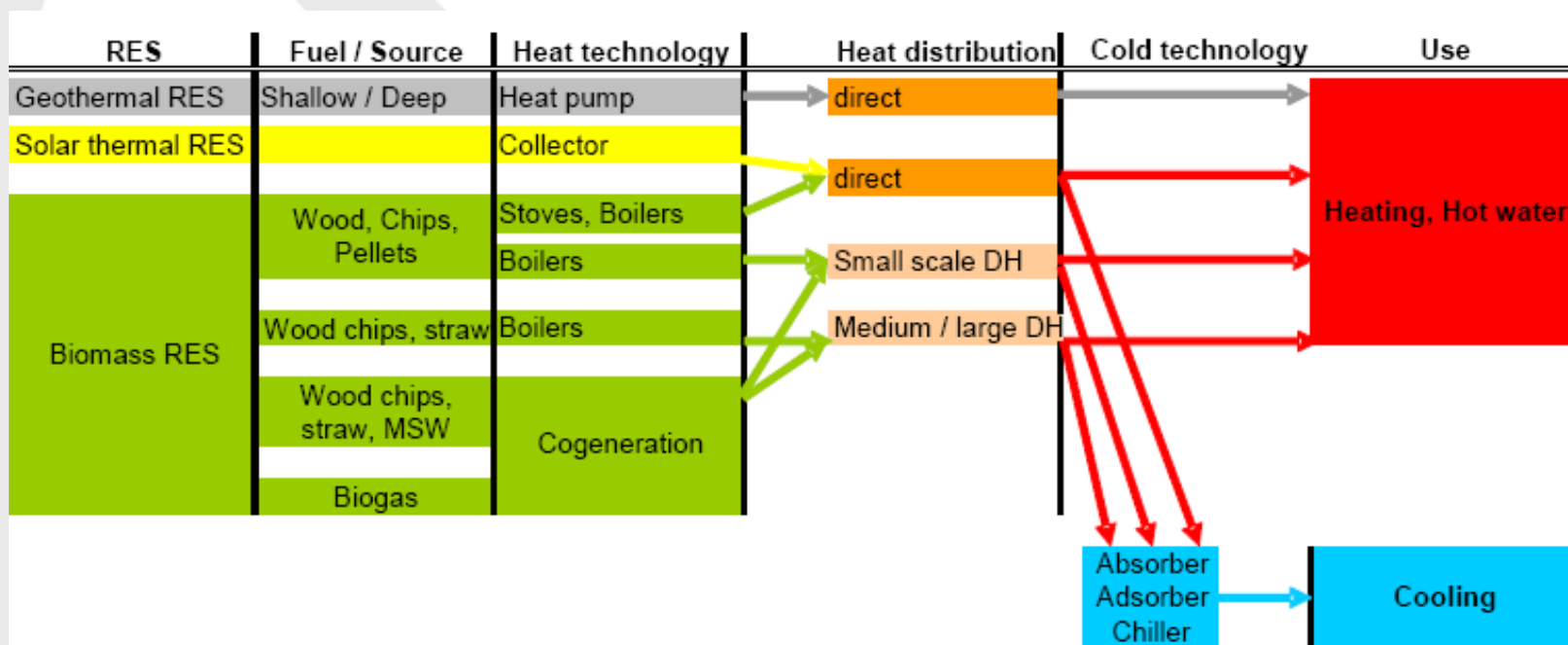
La importancia del sector doméstico

La demanda de energía en el sector doméstico supone el 25% de la demanda de energía final en la UE.



Source: Enerdata (2004) in EEA (2006)

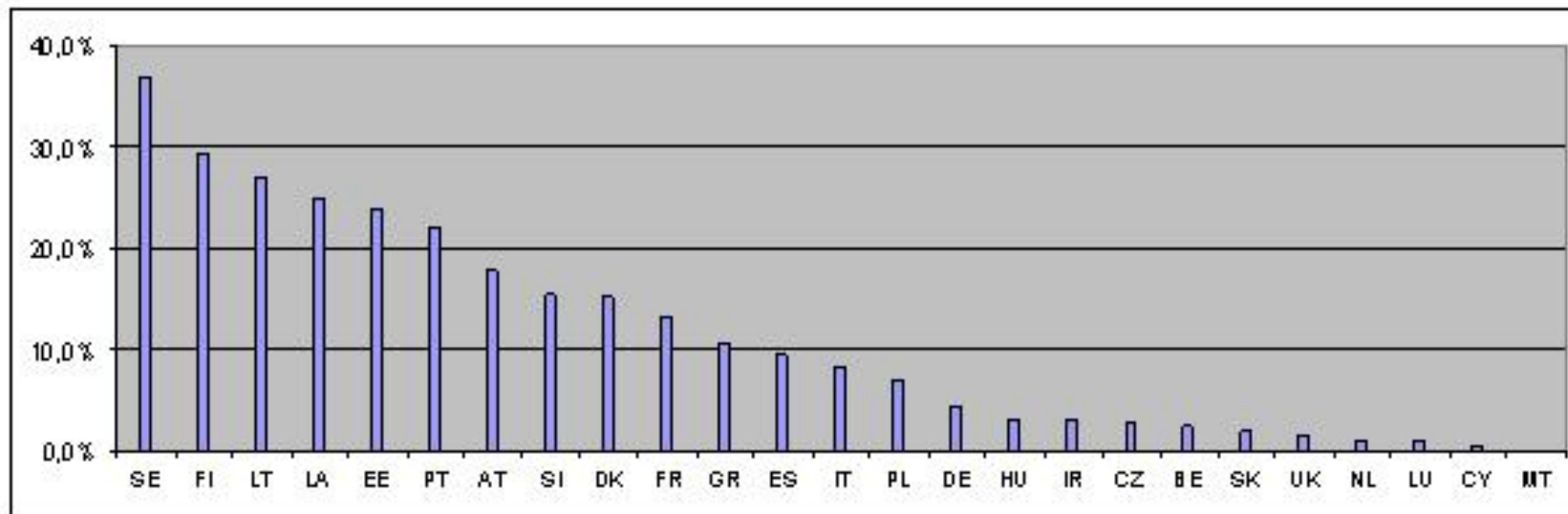
Generación de calor con renovables en el sector doméstico



Fuente: Heating and cooling from renewable energies: costs of national policies and administrative barriers.
Contract MVV Consulting / DG TREN of 28/06/2006
No TREN/CC/05-2005

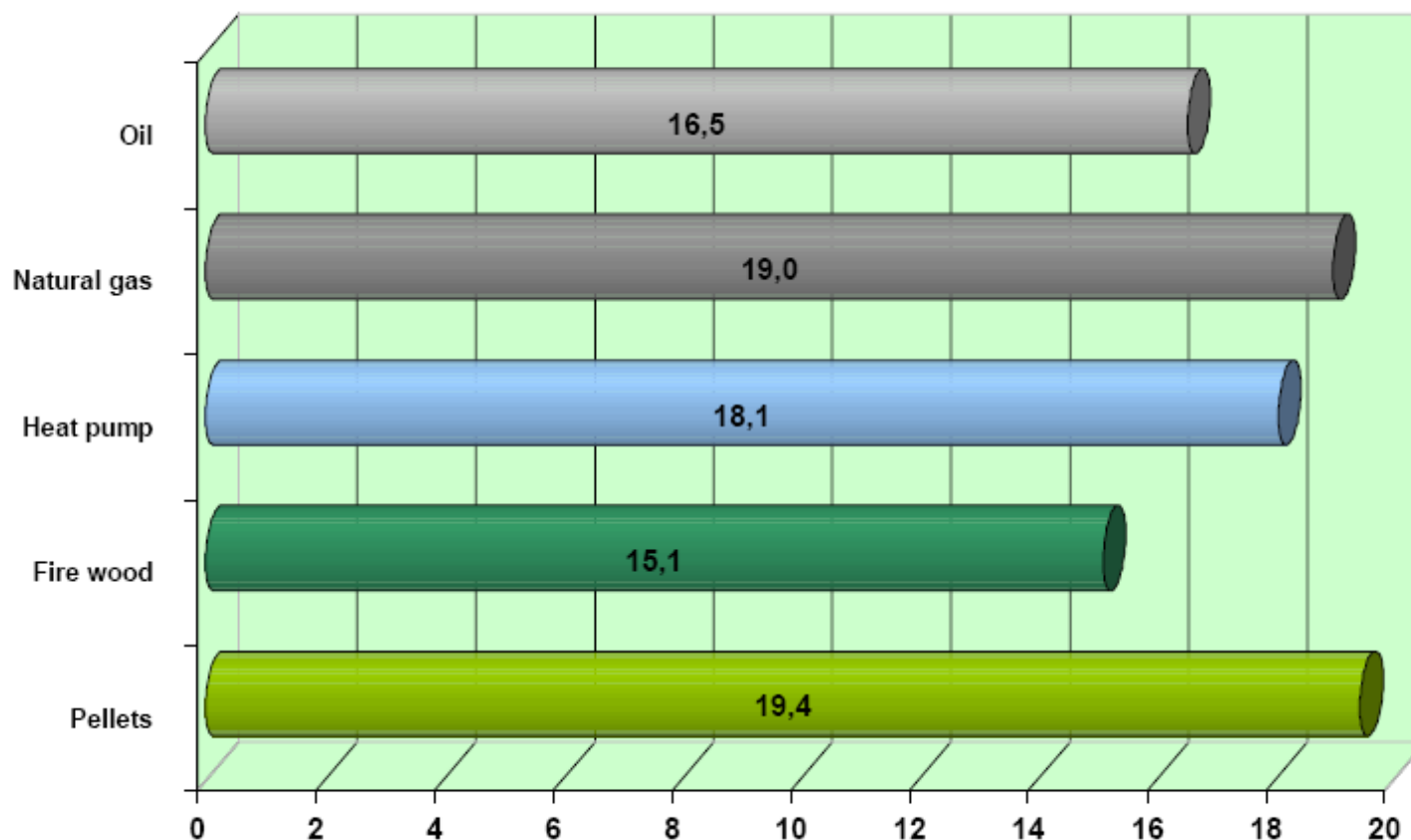
Importancia de la bioenergía en el sector doméstico

Biomass share of heating in Member States



Fuente: DG TREN

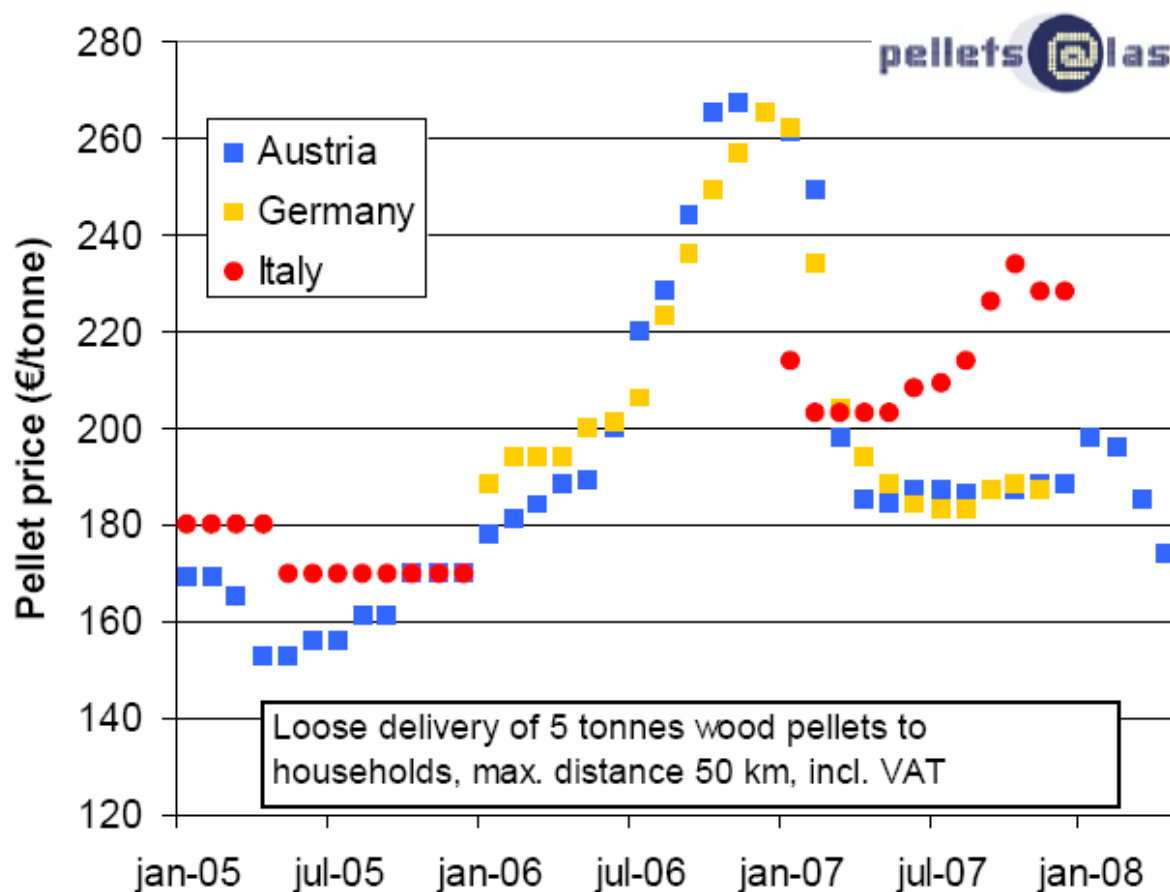
Costes de generación de calor en 2007 para una vivienda tipo de menos de 15 kW en Alemania



Fuente: Heating and cooling from renewable energies: costs of national policies and administrative barriers.
Contract MVV Consulting / DG TREN of 28/06/2006
No TREN/CC/05-2005

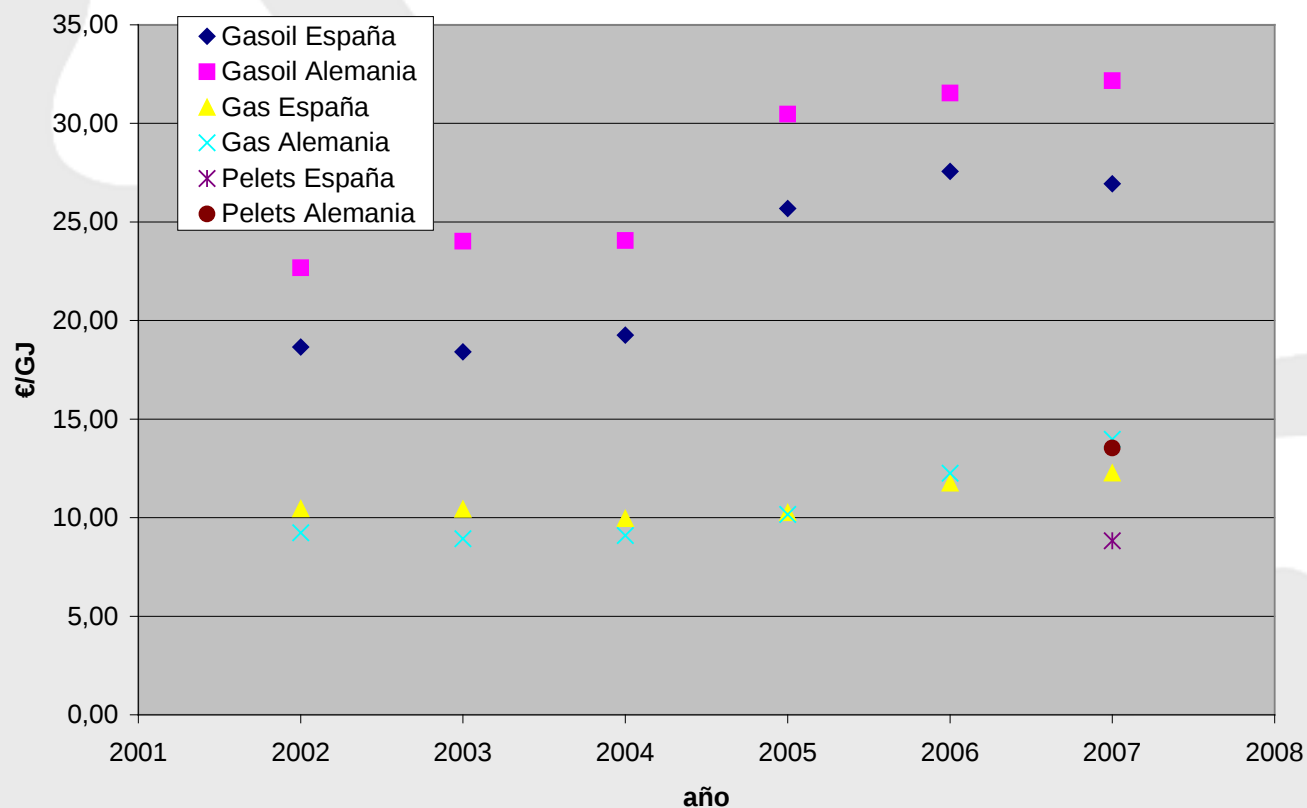
El mercado de Pellets en 2007

Wood pellet prices in Europe (1)



Strong Wood pellet demand in Italy affected Austrian & German markets in winter 06/07 (but not in 07/08)

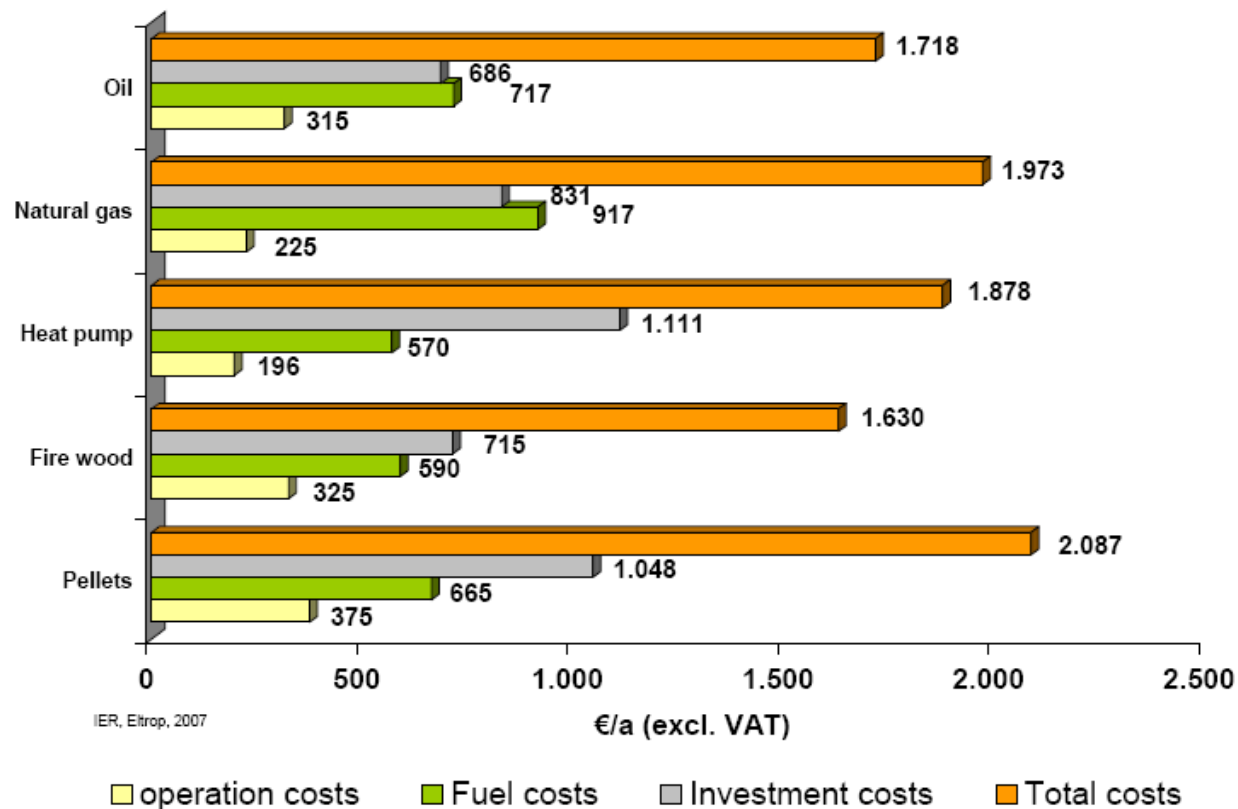
Coste de combustibles para uso doméstico



Pelets españa: 150 €/t
Pelets alemania: 230 €/t
PCI (b.h.): 17 GJ/t pélets al 8% humedad

Fuente: Eurostat y elaboración propia

Costes de inversión, mantenimiento y combustible para una vivienda tipo de menos de 15 kW en Alemania (2007)



Fuente: Heating and cooling from renewable energies: costs of national policies and administrative barriers.
Contract MVV Consulting / DG TREN of 28/06/2006
No TREN/CC/05-2005

Dos conceptos:

Biomasa: material de origen biológico excluido el contenido en formaciones geológicas y transformado en fósil

Biocombustible sólido: combustible sólido obtenido de forma directa o indirecta de la biomasa

Fuentes:

- UBET. Unified Bioenergy Terminology. 2004. FAO Forestry Department. Wood Energy Programme
- CEN. European Committee for Standardization. 2003, Solid Biofuels-Terminology, definitions and descriptions. CEN/TS 14588. Ref. No. CEN/TS 14588:2003 E

Aspectos negativos de la biomasa recolectada

**Heterogeneidad de formas
y tamaños**

Humedad variable

Composición variable

Densidad baja

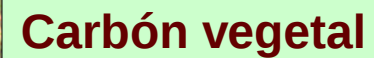
**Combustible
complejo**

Transformaciones



**Biocombustible
sólido**

Re
Re
Re
Cu

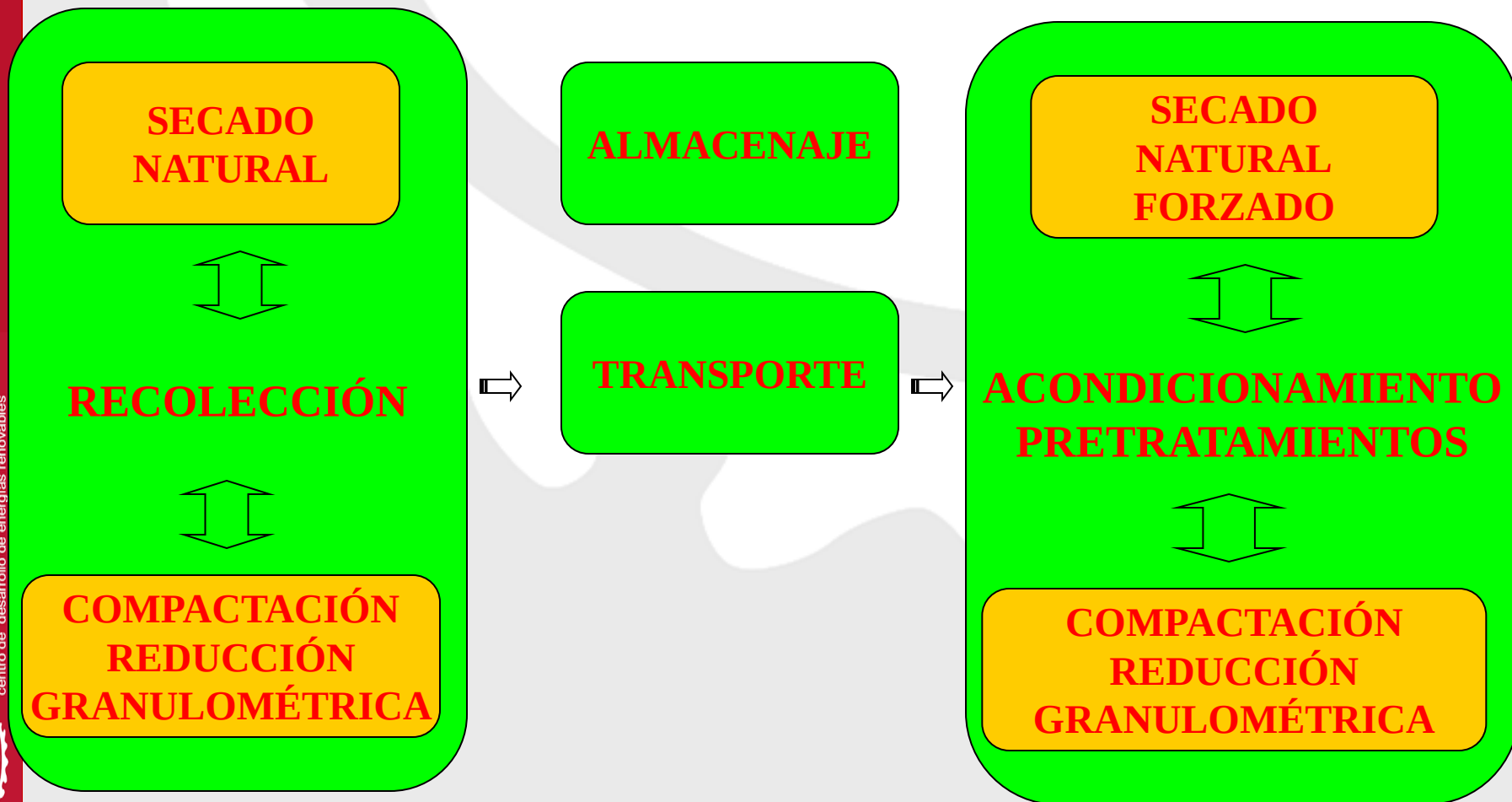


MBUSTIBLE SÓLIDO

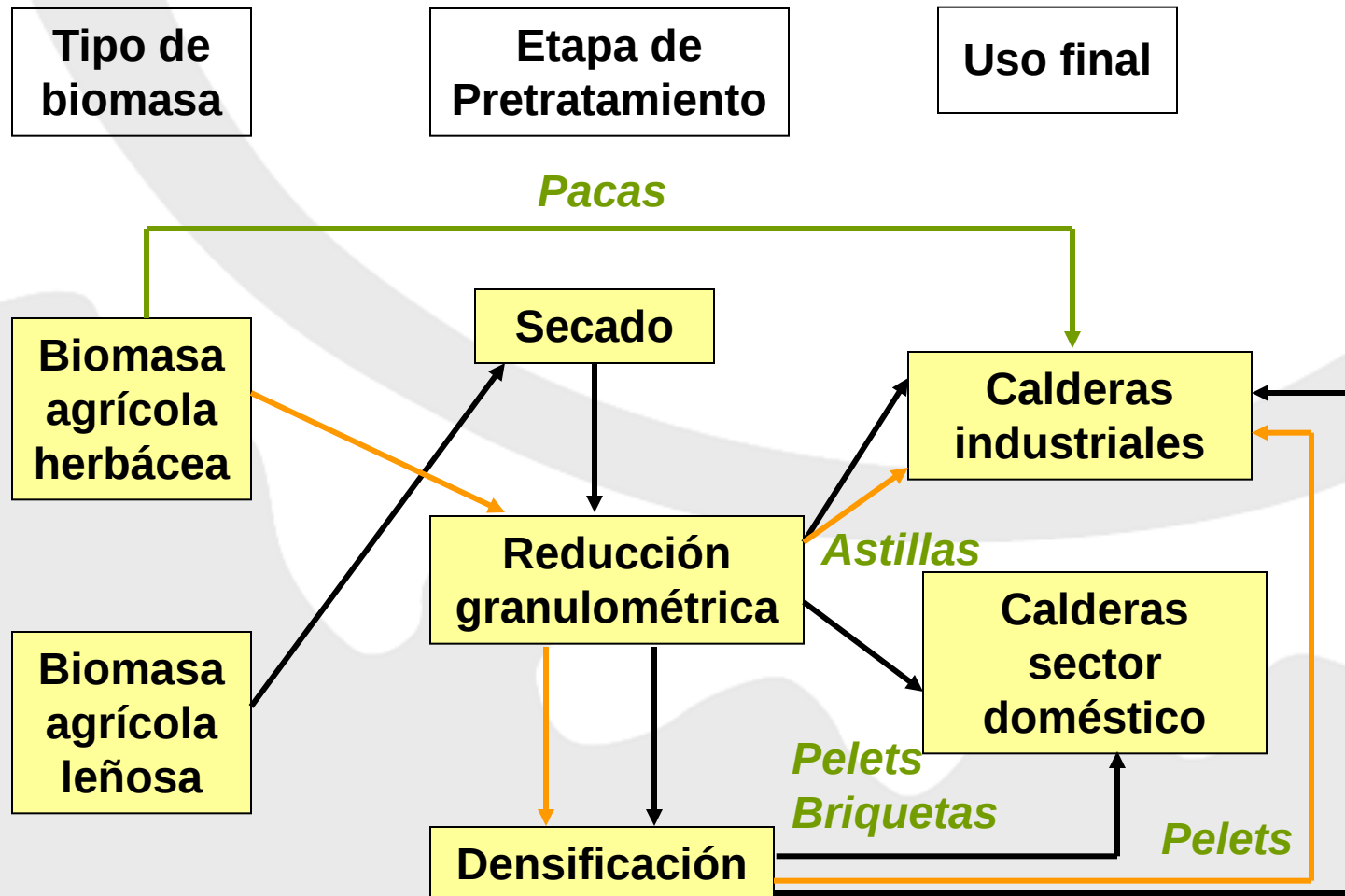


ACOPIO Y PREPARACIÓN DE LA BIOMASA

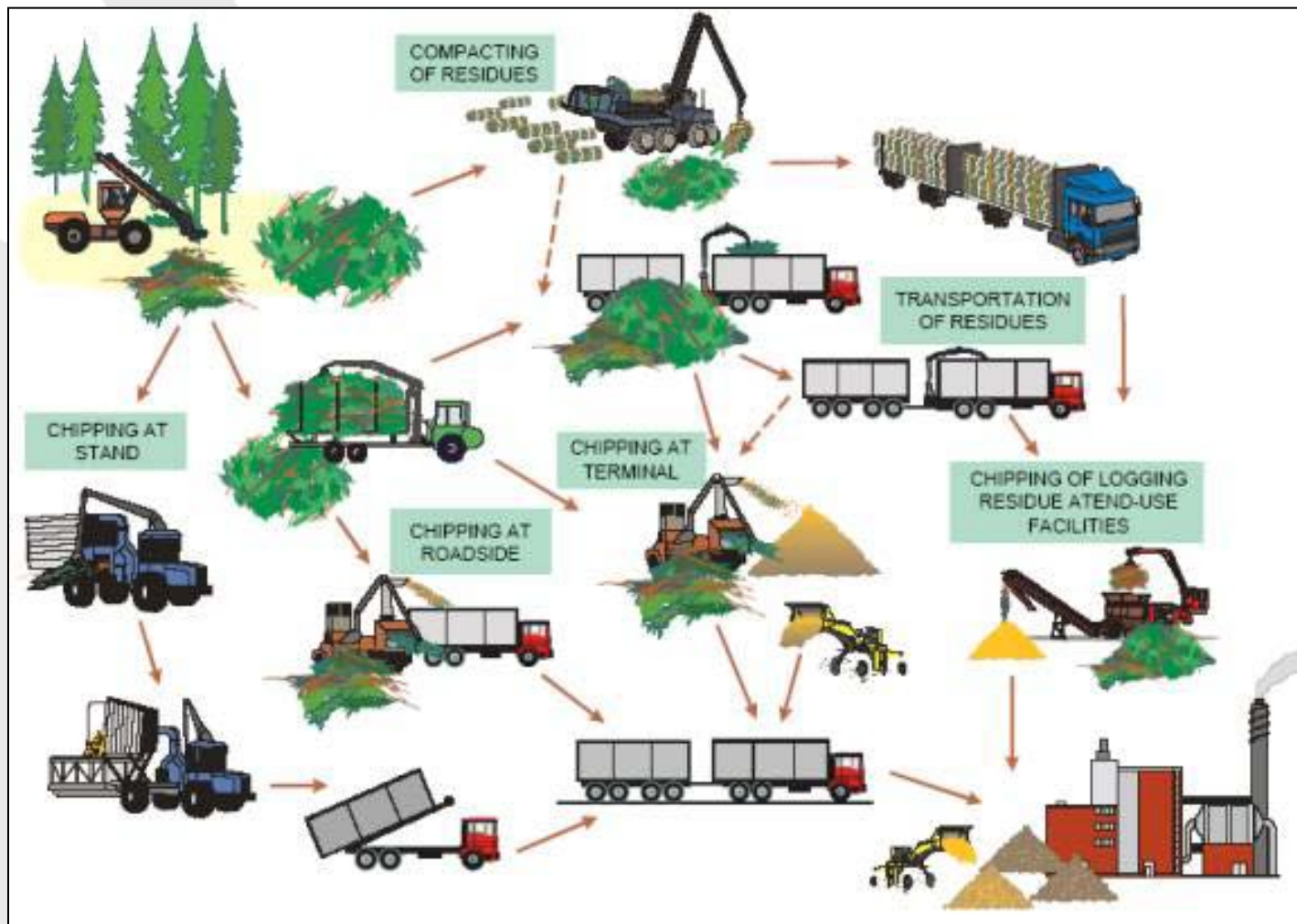
Procesos previos a la conversión energética de la biomasa



Preparación en función del uso



La extracción en el monte: métodos integrados



Integrated harvesting pathways used in Finland. (Source: Wihersaari, 2005)



Necesidades en reducción granulométrica

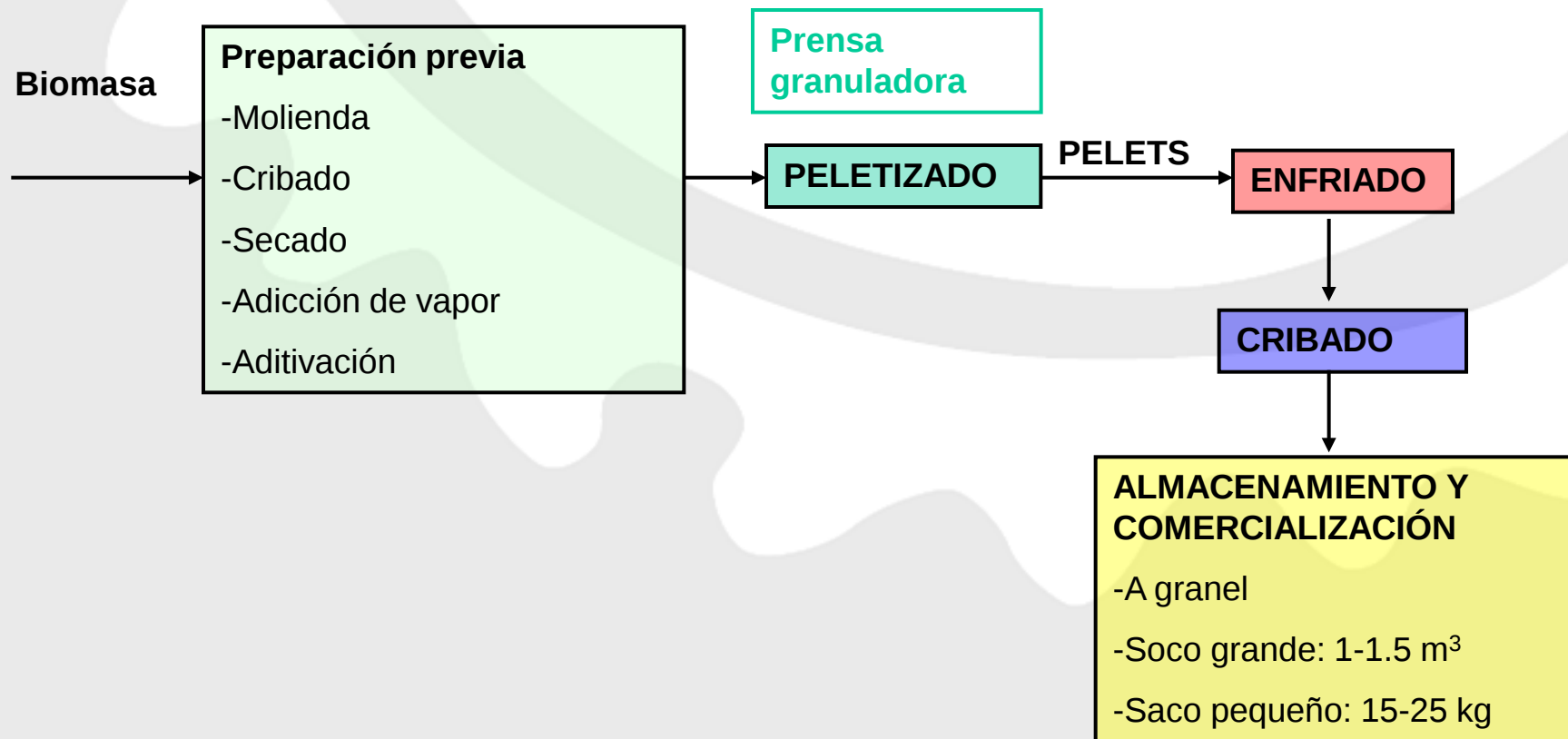
TECNOLOGÍA	TAMAÑO DE PARTÍCULA	HUMEDAD
Combustión parrilla	6 a 50 mm	10-50 %
Comb. lecho fluidizado	50 mm max	<60%
Quemador de pulverizado	1 mm max	<15%
Gasificador lecho fluidizado	5-10 mm	< 15%
Pirólisis flash	3 mm max	< 15%
Sacarificación	3 mm max	¿?
Briquetado	20 mm max	10-15%
Peletizado (6 mm)	8 mm max	9-12%
Peletizado (8 mm)	10 mm max	9-12%

¿Qué son los pelets?

Los pelets son gránulos (forma cilíndrica) hechos con biomasa mediante un proceso de extrusión en prensas de granular

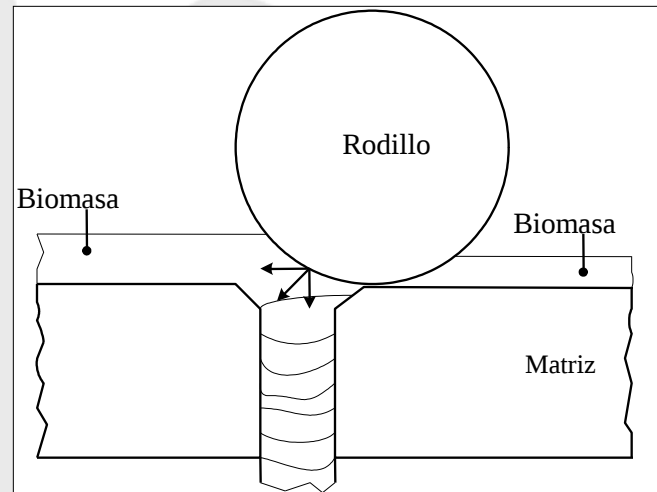


El proceso de peletizado



La prensa de granular

- El proceso consiste en extrusionar la biomasa mediante rodillos (1 – 5), contra una matriz perforada.
- Las perforaciones de la matriz determinan el diámetro del pélet.



¿Por qué pelets?

Están fabricados con biomasa que es un recurso renovable (no daña el medio ambiente)

Tienen unas características adecuadas para el manejo:

- Densidad elevada**
- Forma homogénea**
- Ausencia de polvo**
- Olor agradable**

¿por qué el boom de los pelets?

- **Desarrollos de nuevas calderas automáticas**
- **Encarecimiento de los combustibles fósiles**
- **Actitud positiva hacia las energías renovables y concienciación sobre el cambio climático**

Problemas en un mercado emergente

- **1) Sumistro con calidad**
- **2) Logística**
- **3) Almacenamiento en el lugar de consumo**
- **4) Sustitución de calderas (espacio)**
- **5) Costes elevados de inversión**
- **5) Servicios de mantenimiento**

¿qué hace falta tener en cuenta para producir pelets?

1. **Inversión elevada**
2. **Pequeñas fábricas (<5.000 t/año) tienen mayores costes de producción y menor rentabilidad**
3. **La materia prima de calidad (madera limpia) es escasa**
4. **Peletizar biomasa y en particular madera puede resultar muy difícil**
5. **Tener muy claro cual es la calidad que demandan los clientes (estándares)**
6. **Conocer bien los recursos disponibles, sus precios y el tratamiento que se les ha de dar (secado, molienda, separación de impurezas etc)**
7. **Realizar estudios de viabilidad**

Suministro y calidad

- **Inseguridad ante el suministro: pocos fabricantes y red de distribución incipiente**
- **La calidad es fundamental en estufas y pequeñas calderas:**
 - **Altos contenidos de polvo disminuyen el rendimiento**
 - **Altos contenidos en cenizas generan problemas diversos en calderas: mal funcionamiento, pérdida de eficiencia por ensuciamiento y corrosión**

Calidad de los pelets

- **La calidad de los pelet no puede ser definida sin hacer referencia a la tecnología de combustión en la que se usan**
- **Diferentes tipos de combustores requieren calidades diferentes**
- **En grandes plantas de combustión, la friabilidad y la cantidad de finos es menos importante que en pequeñas calderas y estufas**

CALIDAD: Caracterización física

- **Humedad:** UNE-CEN/TS 14774-1:2007 EX, UNE-CEN/TS 14774-2:2007 EX, UNE-CEN/TS 14774-3:2007 EX.
- **Densidad de pila:** UNE-CEN/TS 15103:2007 EX.
- **Densidad de partícula.**
- **Distribución granulométrica:** UNE-CEN/TS 15149-1:2007 EX, UNE-CEN/TS 15149-2:2007 EX, UNE-CEN/TS 15149-3:2007 EX.
- **Durabilidad:** ÖNORM M7134.

CALIDAD: Caracterización química y energética

- **Contenido en cenizas:** UNE-CEN/TS 14775:2007.
- **Análisis elemental (C, H, N, S)**
- **Contenido mineral de las cenizas:** Al, Ba, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, S, Si, Sr, Ti, Zn.
- **Poder calorífico:** UNE 164001:2005 EX.
- **Fusibilidad**

Características de pelets dependiendo de la materia prima

Materia prima	Humedad (%B.H.)	Densidad a granel (kg/m ³)	Cenizas (% b.s.)	Cloro (% b.s.)	Contenido energético (MJ/kg)
Serrín de pino (<i>Pinus pinaster</i> Ait.)	10.5	650	0.9	<0.01	17.0
Residuo de poda forestal (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	9.2	650	11.5	0.01	16.2
Chopo	9.7	670	1.9	0.03	16.4
Residuo de poda de olivo	10.6	690	4.5	0.06	15.9
Sarmiento	11.8	710	4.9	0.02	15.3
Cardo (<i>Cynara cardunculus</i> L.)	9.8	580	10.2	0.47	14.5
Brassica (<i>Brassica carinata</i> A. Braun)	10.4	600	8.2	0.5	15.3

Calidad de los pelets (normas en países europeos)

Specification	Austria ÖNORM M7135		Sweden SS 18 71 20			Germany DIN 51731 / DIN plus			Italy CTI - R 04/5				British BioGen / UK Code of good practice	
	Holzpresslinge	Rindenpresslinge	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	5 Längsklassen sonst gleich (cm)		4 categories according origin and with or without pressing aid				premium fuel pellets	recovered fuel pellets	
Size	- Pellets : 4 - 20 mm Ø max.100 mm lg.	-Briketts: 20 -120 mm Ø max. 400 mm lg.	max. 4 mm (Ø**)	max. 5 mm Ø	max. 6 mm Ø	HP1 HP2 HP3 HP4 HP5	Länge Ø ≥30 ≥10 15-30 6-10 10-15 3-7 ≤10 1-4 ≤5 0,4-1	6 mm, 8 mm	6 mm, 8 mm	6 mm, 8 mm	10 -25 mm	≤4mm- 20 mm	≥ 10mm-≤20mm	
Bulk density			≥ 600 kg/m³**)	≥ 500 kg/m³	≥ 500 kg/m³			620 - 720 kg/m³	620 - 720 kg/m³	620 - 720 kg/m³	≥ 550 kg/m³	>600 kg/m³**)	≥500 kg/m³**)	
Fines in % <3mm			≤ 0,8	≤ 1,5	≤ 1,5							≤0,5 %	≤0,5 %	
Unit density	≥ 1,0 kg/dm³	≥ 1,0 kg/dm³				1-1,4 g/cm³							≥40 pounds/cubic ft. +) 0,527 kg/dm³	
Moisture content	≤ 12 %	≤ 18 %	≤ 10 %	≤ 10 %	≤ 12 %	≤12 %		≤ 10 %	≤ 10 %	≤ 10 %	≤ 15 %	≤ 10 %	≤ 10 %	
Ash content	≤ 0,5 % *)	≤ 6,0%*)	≤ 0,7 %	≤ 1,5 %	≤ 1,5 %	≤ 1,5 %		≤ 0,7 %	≤ 0,7 %	≤ 1,5 %	to be stated	≤ 1 %, < 3 % or 6	≤ 1 %, < 3 % or 6	
Calorific value	≥ 18,0 MJ/kg*)	≥ 18,0 MJ/kg*)	≥ 16,9MJ/kg ≥ 4,7 kWh/kg	≥ 16,9MJ/kg 4,7 kWh/kg	≥ 16,9MJ/kg 4,7 kWh/kg	17,5 - 19,5 MJ/kg ***)		≥ 16,9MJ/kg	≥ 16,9MJ/kg	≥ 16,2MJ/kg	to be stated	≥4,7 kWh/kg	≥4,2 kWh/kg	
Sulphur	≤ 0,04 %*)	≤ 0,08 %*)	≤ 0,08 %	≤ 0,08 %	anges	≤ 0,08		≤ 0,05 %	≤ 0,05 %	≤ 0,05 %	to be stated	≤ 300 ppm	≤ 300 ppm	
Nitrogen	≤ 0,3 %*)	≤ 0,6%*)				≤ 0,3		≤ 0,3 %	≤ 0,3 %	≤ 0,3 %	to be stated			
Chlorine	≤ 0,02%*)	≤ 0,04%*)	≤ 0,03%	≤ 0,03%	anges	≤ 0,03		≤ 0,03%	≤ 0,03%	to be stated	to be stated	≤ 800 ppm	≤ 800 ppm	
Arsenic						≤0,8 mg/kg								
Cadmium						≤0,5 mg/kg								
Chromium						≤8 mg/kg								
Copper						≤5 mg/kg								
Mercury						≤0,05 mg/kg								
Lead						≤10 mg/kg								
Zinc						≤100 mg/kg								
EOX, extractabl.org. halogens						≤3 mg/kg		≤ 1,0 %	≤ 1,0 %	≤ 1,0 %	to be stated			
Fines, bevor delivery to consumer	max. 1 %					max. 1 %								
Additives	max.2 % only natural		to be stated					none	to be stated	to be stated	to be stated			
Ash melting point			temperatur to be stated											
Durability								≥ 97,7 %	≥ 97,7 %	≥ 95,0 %	≥ 90,0 %			

*) of dry basis **) at factory ***) without ash and water

CALIDAD:
Pre-norma Europea

El comité europeo de normalización, ha preparado una norma general para los biocombustibles sólidos

UNE-CEN/TS 14961:2007
EX “Biocombustibles
sólidos. Especificaciones y
clases de combustibles”.

Origin: according table 1 in prCEN/TS 14961:2004	Woody Biomass (1) Herbaceous Biomass (2) Fruit biomass (3) Blends and mixtures (4)
Traded Form	Pellets
Normative specifications	
Dimensions (mm)	
Diameter (D) uand Length (L)	
D06 ≤ 6mm ± 0,5 mm and L ≤ 5 x Diameter D08 ≤ 8 mm ± 0,5 mm and L ≤ 4 x Diameter D10 ≤ 10 mm ± 0,5 mm and L ≤ 4 x Diameter D12 ≤ 12 mm ± 1 mm and L ≤ 4 x Diameter D25 ≤ 25 mm ± 1 mm and L ≤ 4 x Diameter	DIMENSIONES
Moisture (w-% as received)	
M10 ≤ 10 % M15 ≤ 15 % M20 ≤ 20 %	HUMEDAD
Ash (w-% of dry basis)	
A0.7 ≤ 0,7 % A1.5 ≤ 1,5 % A3.0 ≤ 3,0 % A6.0 ≤ 6,0 % A6.0+ ≥ 6,0 %, (actual value to be stated)	CENIZAS
Sulphur (w-% of dry basis)	
S0.05 ≤ 0,05 % S0.08 ≤ 0,08 % S0.10 ≤ 0,10 % S0.20+ ≥ 0,20 % (actual value to be stated)	AZUFRE
Mechanical durability (w-% of pellets after testing)	
DU97.5 ≥ 97,5 DU95.0 ≥ 95,0 DU90.0 ≥ 90,0	DURABILIDAD
Amount of fines (w-% < 3,15 mm) after production at factory gate*)	
F1.0 ≤ 1,0 % F2.0 ≤ 2,0 % F2.0+ ≥ 2,0 % (actual value to be stated)	FINOS
Additives (w-% of pressing mass)	
Type and content of pressing aids, slagging inhibitors or s Nitrogen (w-% of dry basis)	ADITIVOS
N0.3 ≤ 0,3 % N0.5 ≤ 0,5 % N1.0 ≤ 1,0 % N3.0 ≤ 3,0 % N3.0+ ≥ 3,0 % (actual value to be stated)	NITRÓGENO
Informative Specification	
Net calorific value (MJ/kg as received) or energy density (kWh/m³ loose)	PC
Bulk denisty as received (kg/m³ loose)	DENS. PILA
Chlorine, Cl (weight of dry basis w-%	CLORO

Equivalencias

	Gasoil	Pelets de madera	Carbón (antracita)
Densidad (kg/m3)	850	650	1500
Poder calorífico (kWh/kg)	11	4.8	7.8
Volumen equivalente a 1 m3 de gasóleo	1.0	3.0	0.8
Precio (€)	700 €/m3	200 €/t	220 €/t
Precio (€/kWh)	0.096	0.048	0.028

CONCLUSIONES

- **Los recursos de biomasa son abundantes pero es preciso transformarlos en biocombustibles estandarizados para su uso en el medio urbano**
- **Los pélets pueden ser la forma más adecuada para su uso en la generación de calor y frío en el sector doméstico**
- **Actualmente, el uso de biocombustibles es rentable económicamente y necesario ambientalmente**

GRACIAS POR SU ATENCIÓN