



**SD-AYMAD. "Sostenibilidad ambiental y valorización energética de residuos urbanos."
Organizada por el Ayuntamiento de Madrid.**

ENERGÍAS RENOVABLES Y VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DE RESIDUOS

Luís Ocaña
Director Técnico
Tecnología y Recursos de la Tierra, S.A.



**TECNOLOGÍA Y RECURSOS
DE LA TIERRA, S.A.**

Energías renovables y valorización energética de residuos

**Luis Ocaña Robles
Tecnología y Recursos de la Tierra, S.A.**

**CONGRESO NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE
NOVIEMBRE 2008**



SUMARIO

- ▷ **Los residuos urbanos como fuente de energía renovable**
- ▷ **Generación de energía procedente de la valorización energética de residuos**
- ▷ **Energía de los residuos en el marco de las energías renovables**
- ▷ **Otros beneficios ambientales de la valorización energética de residuos**



SUMARIO

- ▷ **Los residuos urbanos como fuente de energía renovable**

- ▷ Generación de energía procedente de la valorización energética de residuos

- ▷ Energía de los residuos en el marco de las energías renovables

- ▷ Otros beneficios ambientales de la valorización energética de residuos

Los residuos urbanos como fuente de energía renovable



TECNOLOGÍA Y RECURSOS
DE LA TIERRA, S.A.

Según la Directiva 2001/77/CE*:

- La biomasa es una fuente de energía renovable
- La fracción biodegradable de los residuos urbanos es biomasa

La energía generada mediante el empleo como combustible de los residuos urbanos constituye una **energía renovable** en la medida en que se obtiene a partir de la valorización energética de su fracción biodegradable

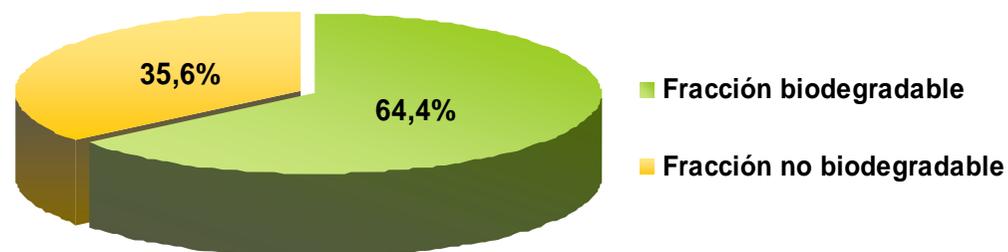
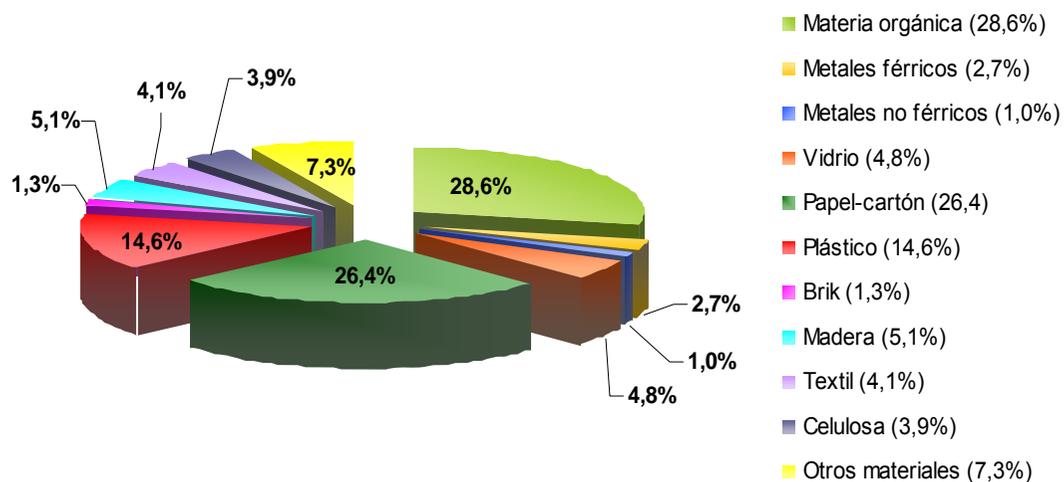
**DIRECTIVA 2001/77/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 27 de septiembre de 2001 relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables en el mercado interior de la electricidad*

Los residuos urbanos como fuente de energía renovable



TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.

Composición de los residuos urbanos de la ciudad de Madrid

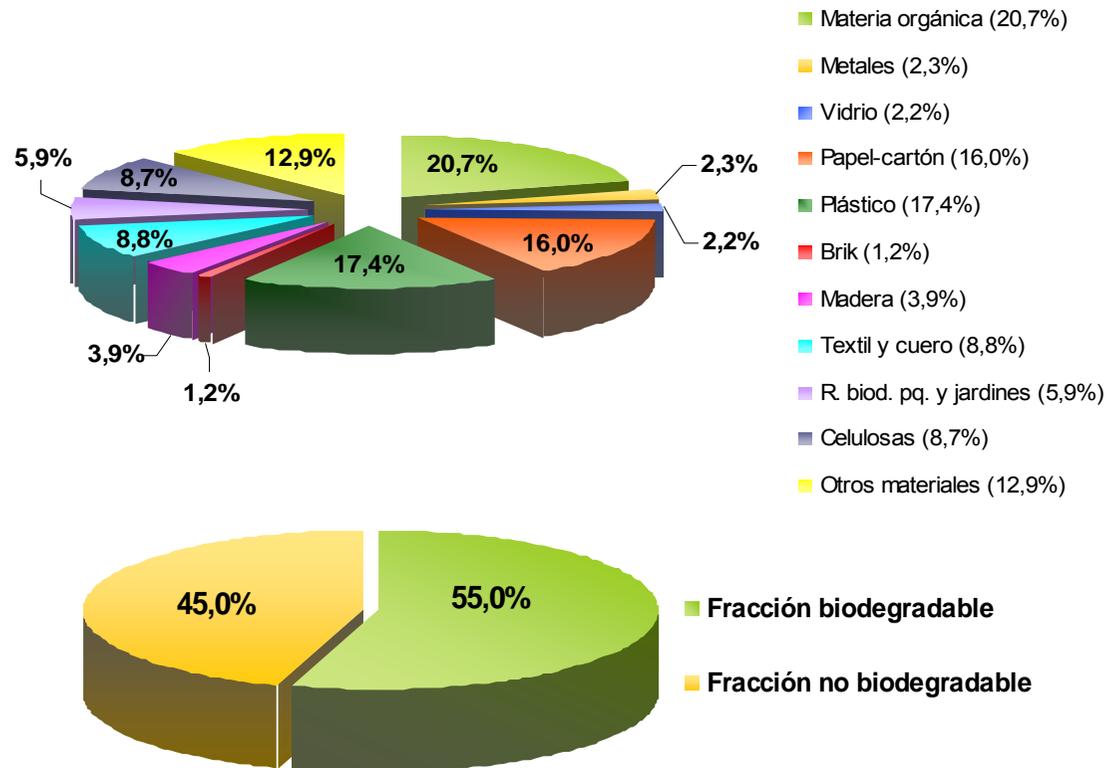


Los residuos urbanos como fuente de energía renovable



TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.

Composición del residuo sometido a valorización energética en el Centro Las Lomas





SUMARIO

- ▷ Los residuos urbanos como fuente de energía renovable
- ▷ **Generación de energía procedente de la valorización energética de residuos**
- ▷ Energía de los residuos en el marco de las energías renovables
- ▷ Otros beneficios ambientales de la valorización energética de residuos

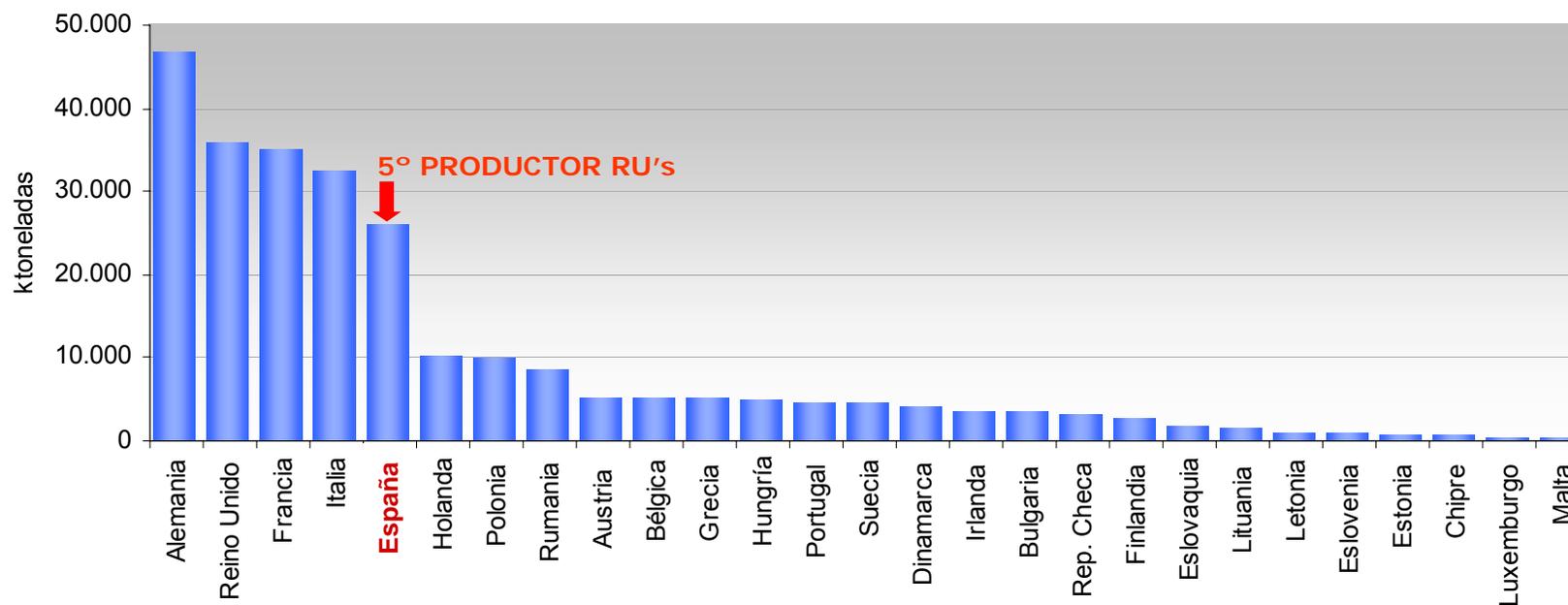
Generación de residuos urbanos en la UE-27 y en España (año 2006)



TECNOLOGÍA Y RECURSOS
DE LA TIERRA, S.A.

- Residuos generados en la UE-27 en 2006: 255.425 kilotoneladas
- Residuos generados en España en 2006: 25.720 kilotoneladas

DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE RESIDUOS URBANOS (AÑO 2006)

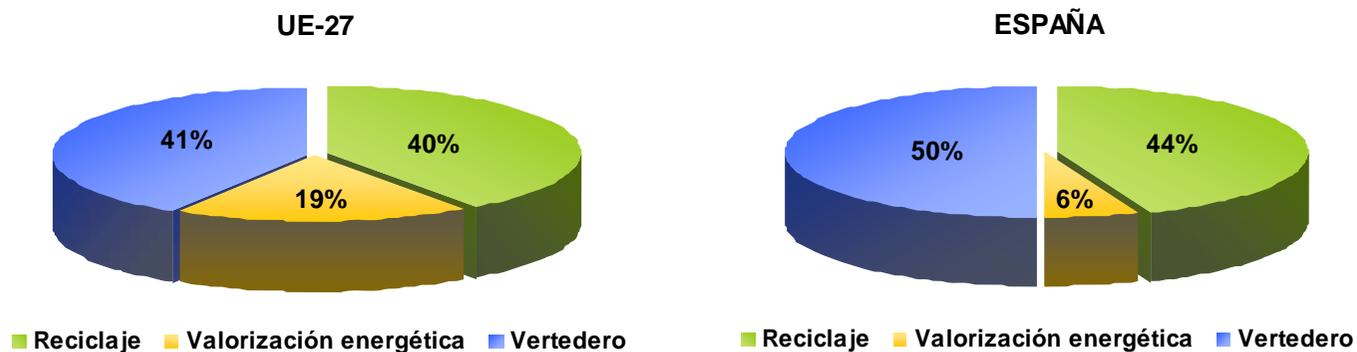


Fuente: EUROSTAT

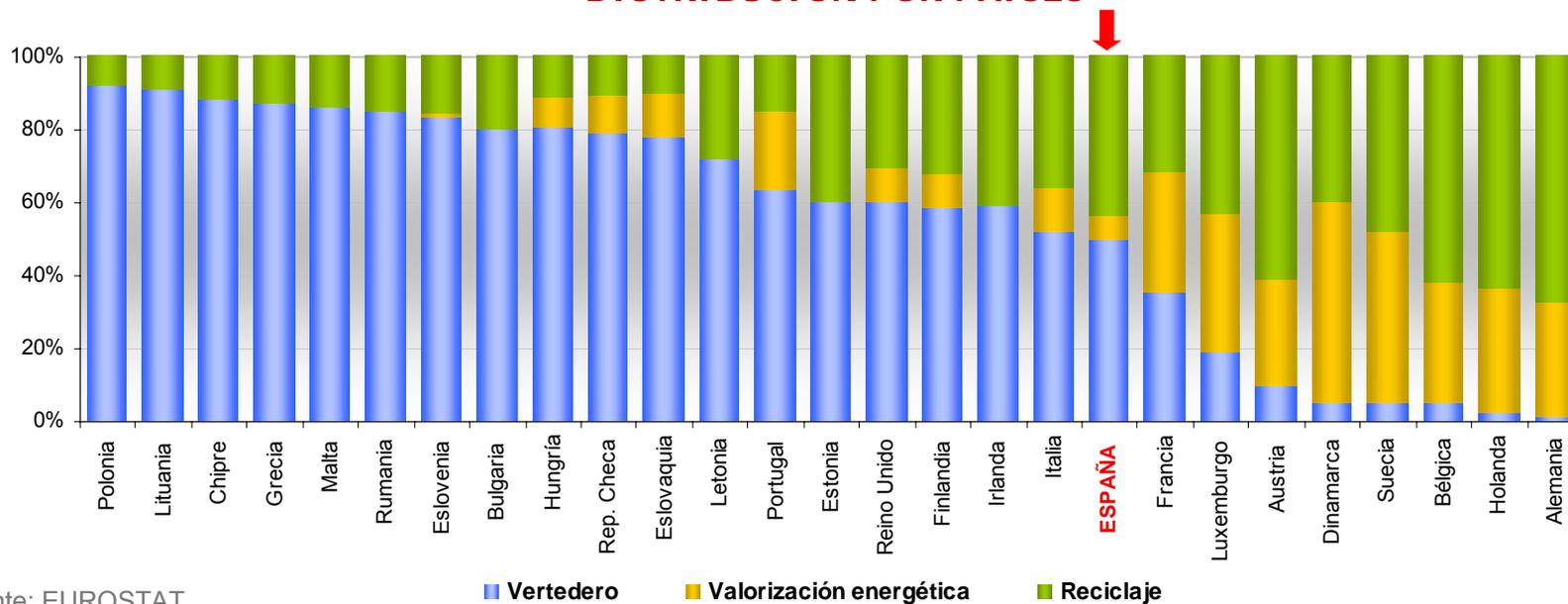
Gestión de residuos urbanos en los Estados miembros de la UE-27 (año 2006)



TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.



DISTRIBUCIÓN POR PAISES



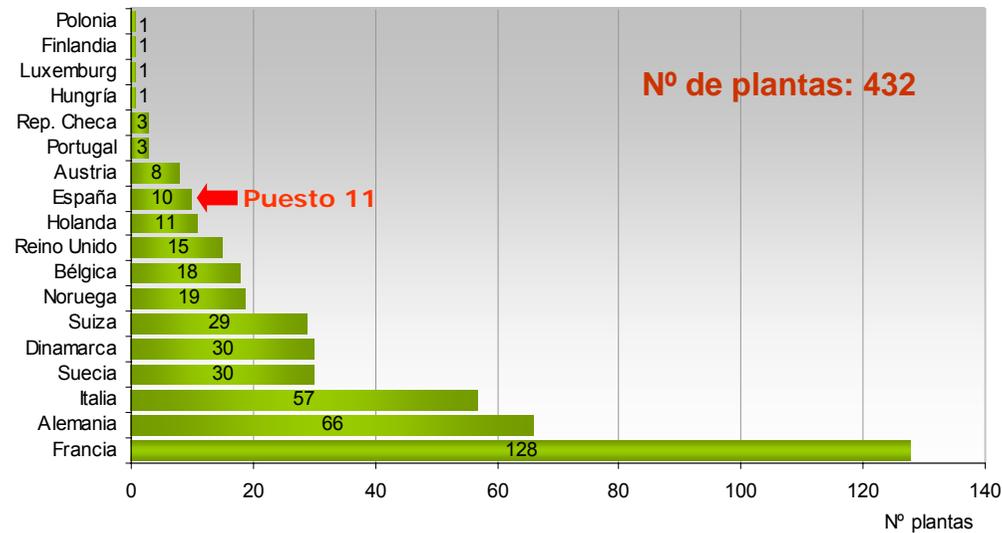
Fuente: EUROSTAT

Valorización energética de residuos urbanos en Europa (año 2006)



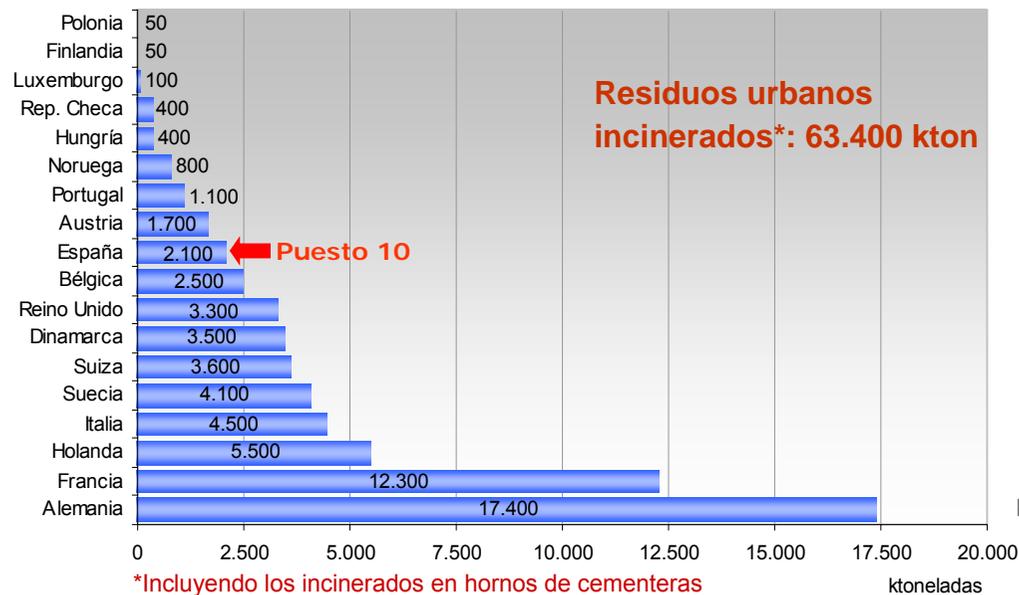
TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.

Nº PLANTAS



Fuente: Informe *Waste-to-Energy and the revision of the Waste Framework Directive* (2008) - Confederation of European Waste-to-Energy Plants (CEWEP)

CANTIDADES TRATADAS



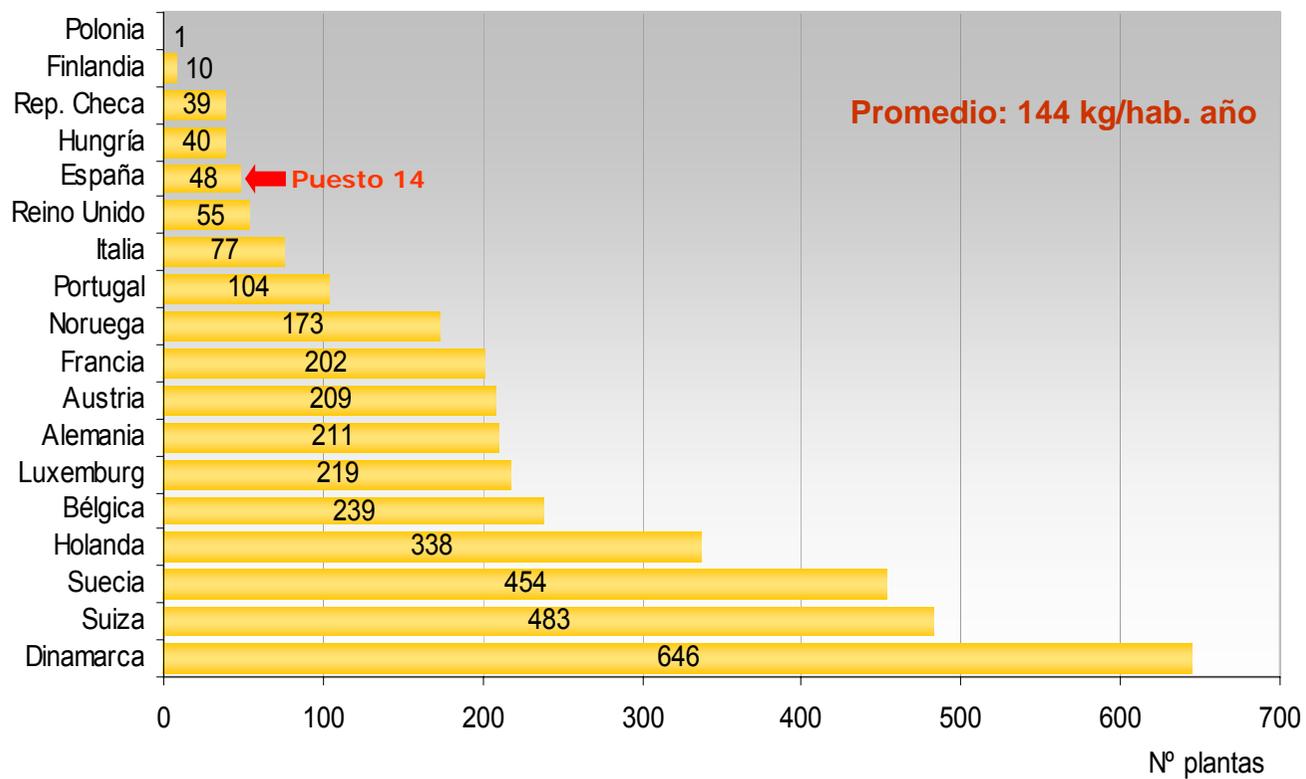
Fuente: 4th CEWEP Congress 2008

Valorización energética de residuos urbanos en Europa (año 2006)



TECNOLOGÍA Y RECURSOS
DE LA TIERRA, S.A.

CANTIDADES TRATADAS POR HABITANTE Y AÑO



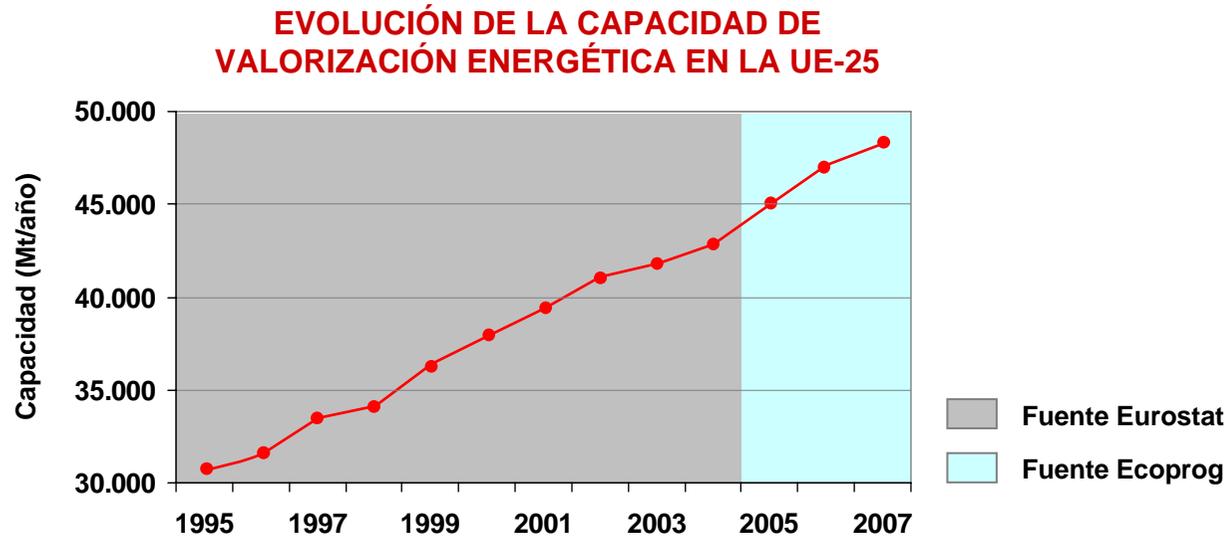
Fuente: 4th CEWEP Congress 2008
y elaboración propia

Evolución de la capacidad de valorización energética en Europa



TECNOLOGÍA Y RECURSOS
DE LA TIERRA, S.A.

- La valorización energética en Europa viene registrando un crecimiento espectacular desde el año 1995, pasando de 30 millones de toneladas valorizadas en este último año, a 52 millones en 2006.



- La valorización energética genera anualmente en Europa del orden de 23.400 GWh de electricidad y 58.500 GWh de calor, lo que permite abastecer cada año de electricidad a 7 millones de hogares y de calor a otros 13,7 millones.

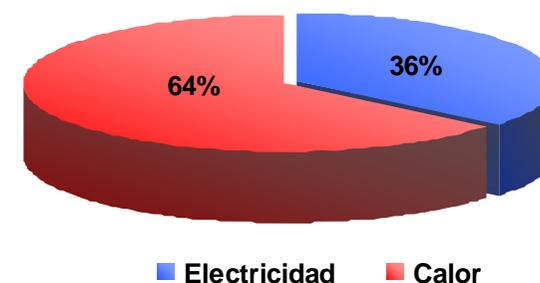
Energía generada en Europa por la valorización energética de los RU's



TECNOLOGÍA Y RECURSOS
DE LA TIERRA, S.A.

País	Ventas de energía (año 2004)				
	Vapor t/año	Electricidad MWh/año	Calor MWh/año	Electricidad MWh/t	Calor MWh/t
Austria*	1.596.587	23.412	844.200	0,03	1,00
Bélgica*	566.645	460.390	69.324	0,34	0,05
Rep. Checa	578.015	5.702	694.719	0,01	1,69
Dinamarca	0	1.183.653	6.156.051	0,39	2,05
Finlandia	0	0	104.700	0,00	2,14
Francia*	504.809	1.083.137	4.691.580	0,13	0,57
Alemania	1.856.267	3.905.450	8.327.206	0,26	0,55
Reino Unido*	0	439.625	51.459	0,50	0,06
Hungría	0	40.291	47.684	0,25	0,30
Italia	0	1.855.245	509.498	0,42	0,11
Holanda	2.118.344	2.010.257	659.818	0,39	0,13
Noruega	207.000	132.593	1.076.679	0,17	1,40
Portugal*	0	282.726	0	0,44	0,00
España	30.859	4.381.060	0	1,97	0,00
Suecia	91.180	624.049	6.088.072	0,20	1,98
Suiza	437.910	993.982	2.019.972	0,33	0,67
Suma/media	7.987.616	17.421.572	31.340.962	0,35	0,63

VENTAS DE ENERGÍA AÑO 2004



Fuente: *Energy from Waste Statistics State-of-the-Art-Report* (5th Edition August 2006)
International Solid Waste Association (ISWA)

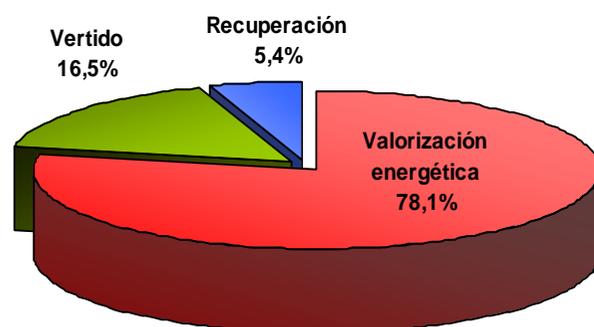
* Dato incompleto

Valorización energética de residuos urbanos fuera de la Unión Europea

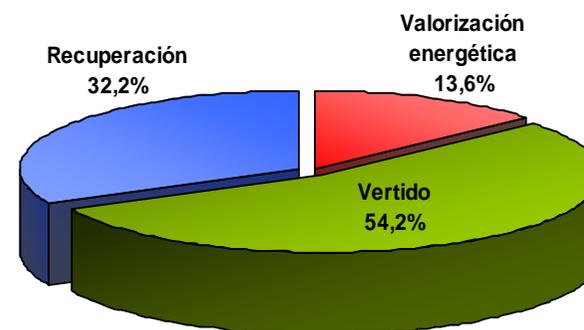


TECNOLOGÍA Y RECURSOS
DE LA TIERRA, S.A.

- Japón cuenta con un total de **1.396** plantas de valorización energética. Según datos publicados por su Ministerio de Medio Ambiente, en el año 2003 se incineró el **78%** de los residuos urbanos generados. Sólo un **16,5%** de los mismos fue depositado en vertedero.



JAPÓN



ESTADOS UNIDOS

- Estados Unidos cuenta con un total de **90** plantas de valorización energética. Según datos publicados por la Environmental Protection Agency (EPA), en el año 2005 se incineró el **13,6%** de los RU generados, y se depositó en vertedero el **54,3%** de los mismos.

Valorización energética de residuos urbanos en España



TECNOLOGÍA Y RECURSOS
DE LA TIERRA, S.A.

Plantas de valorización energética en España

Localidad	Inversión (ME)	Puesta en marcha	Población servida (habs.)	Potencia Inst. (MW)	Capac. máx. (t/año)
Meruelo (Cantabria)	67	2006	547.000	10,48	93.600
Melilla	16,5	1996	80.000	2,7	46.000
Tarragona	24	1991	350.000	7,4	150.000
Cerceda (A Coruña)	-	2002	2.210.000	50	480.000
San Adriá de Besós (Barcelona)	4,3	1975	750.000	24	330.000
Madrid	146	1997	1.000.000	29	300.000
Palma de Mallorca	210	1997	732.000	45	300.000
Girona	13	1984	110.000	1,9	35.000
Mataró (Barcelona)	33	1994	350.000	11,2	160.000
Alonsotegui (próxima a Bilbao)	156	2005	670.000	Turb. vapor: 56,5 Turb. gas: 43	250.000
Total	669,8	-	6.799.000	281,18	2.144.600

Fuente: Asociación Empresarial Valorización R.S.U. (AEVERSU)

Valorización energética de residuos urbanos en España



TECNOLOGÍA Y RECURSOS
DE LA TIERRA, S.A.

Valorización energética en España durante el año 2007

Planta	Toneladas incineradas	Energía eléctrica (MWh)	
		Producción	Venta
CANTABRIA	94.600	-	72.000
REMESA ^a	46.618	8.300	6.000
SIRUSA ^b	142.334	-	45.832
SOGAMA	533.742	335.078	332.761
TERSA	327.671	156.649	134.795
TIRMADRID	298.900	226.362	161.707
TIRME	255.168	137.205	107.510
TRARGISA ^b	30.267	7.738	4.175
TRM	162.107	-	-
ZABALGARBI	238.219	586.610	-
Total	2.129.626	1.606.191^c	-

^aDatos año 2005

^bDatos año 2006

^cCifra global presentada por AEVERSU al Congreso de CEWEP de junio 2008

Fuente: Asociación Empresarial Valorización R.S.U. (AEVERSU)



SUMARIO

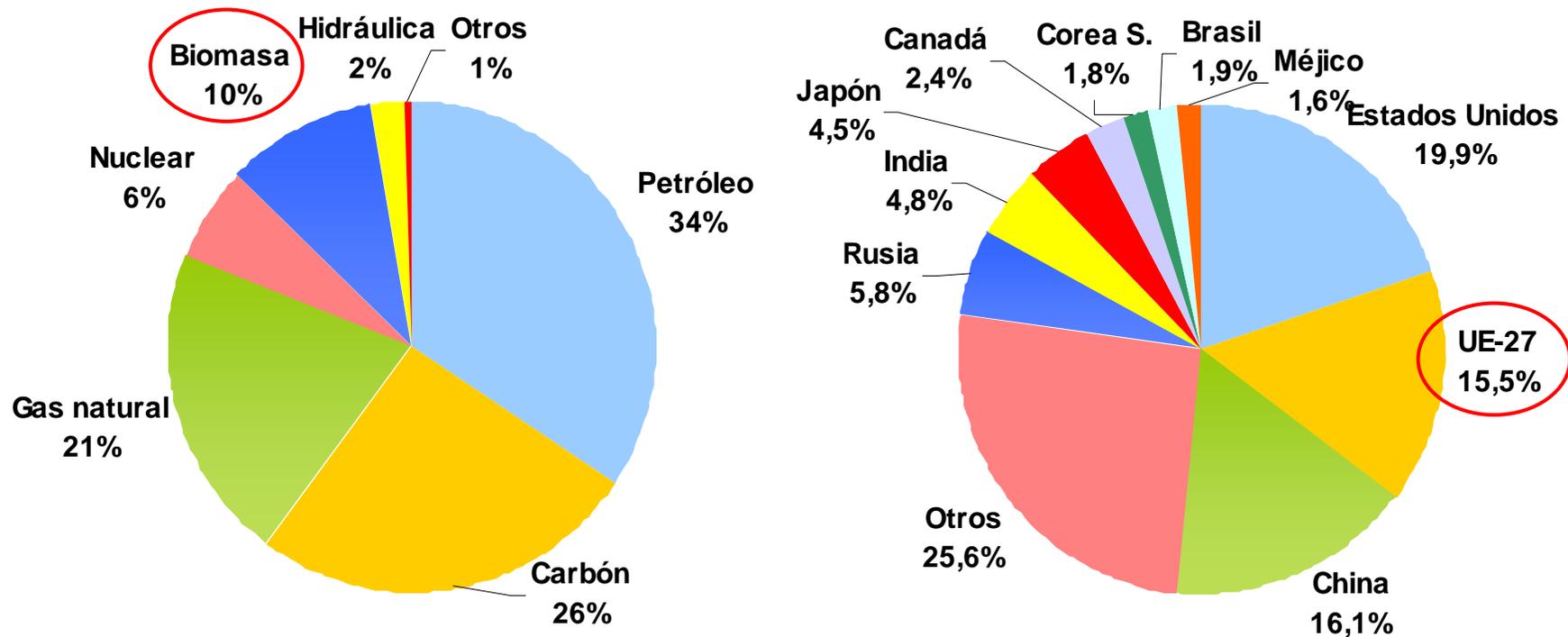
- ▷ Los residuos urbanos como fuente de energía renovable
- ▷ Generación de energía procedente de la valorización energética de residuos
- ▷ **Energía de los residuos en el marco de las energías renovables**
- ▷ Otros beneficios ambientales de la valorización energética de residuos

El consumo de energía en el mundo



TECNOLOGÍA Y RECURSOS
DE LA TIERRA, S.A.

Consumo mundial de energía en 2006: 11.708 Mtep



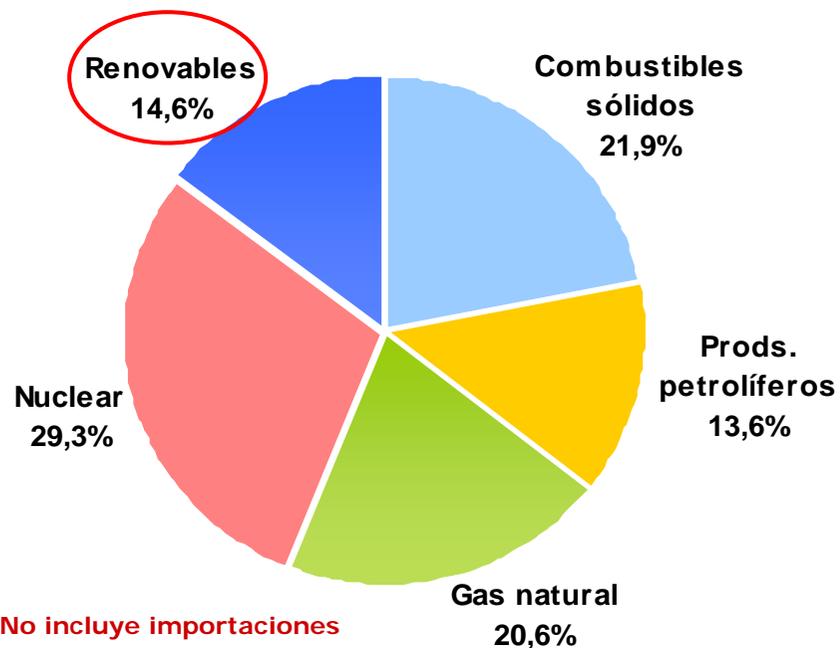
Fuente: La Energía en España 2007 (Ministerio de Industria Comercio y Turismo)

Producción y consumo de energía en la UE-27 (año 2006)

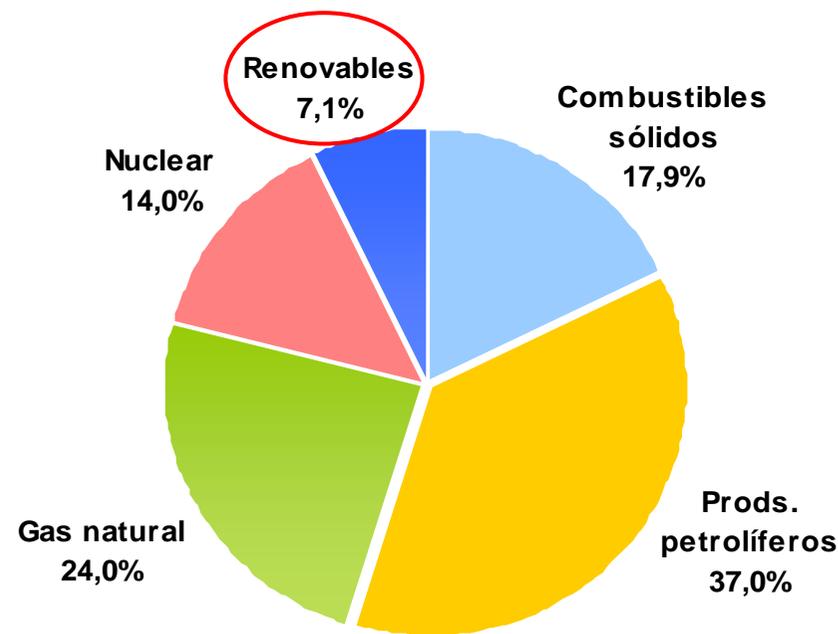


TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.

Producción energía primaria con recursos propios*: 871,2 Mtep



Consumo: 1821,1 Mtep



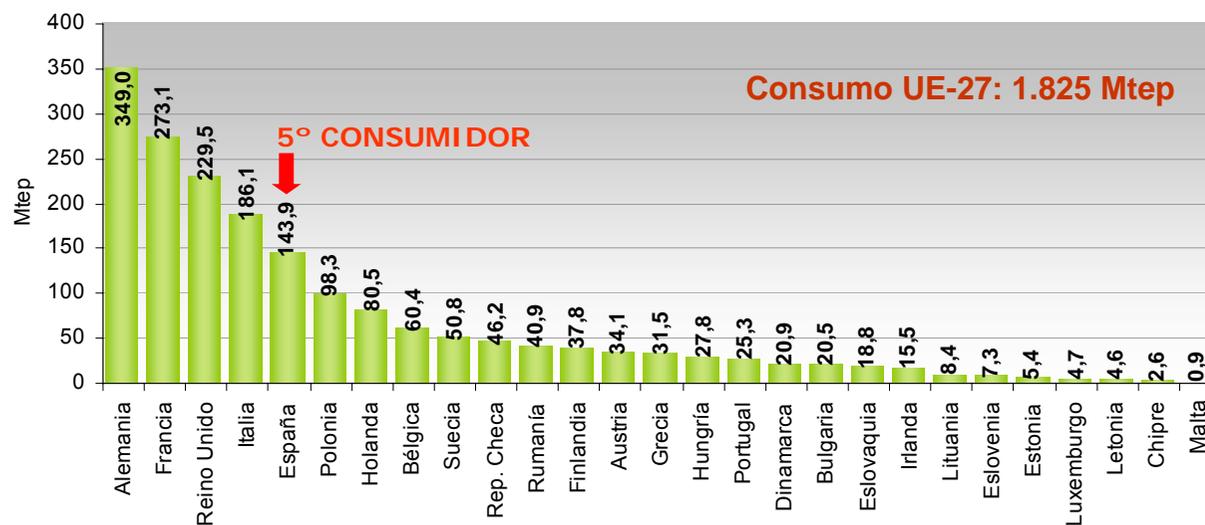
La generación total de energía eléctrica en la Unión Europea durante el año 2006 ascendió a **3.357.958 GWh**. El **0,7%** de esta cantidad procedió de la valorización energética de residuos.

Consumo de energía y dependencia energética en la UE-27 (año 2006)

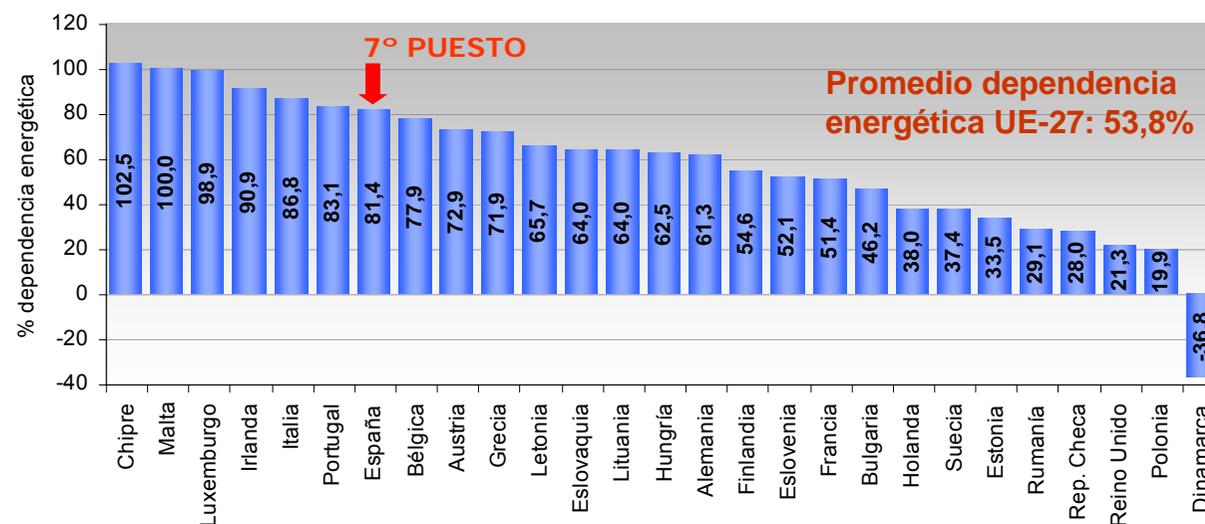


TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.

Consumo energético (Mtep)



Dependencia energética (%)



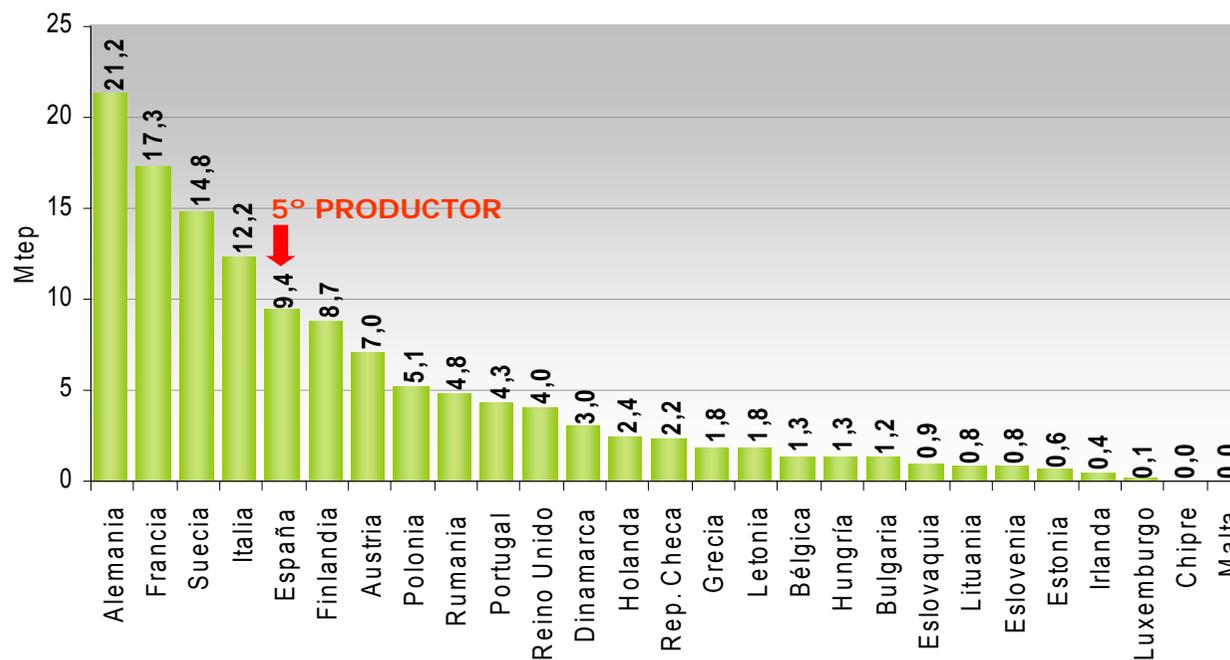
Fuente: Boletín EUROSTAT julio 2008

Producción de energías renovables en la UE-27 (año 2006)



TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.

Producción de energías renovables (Mtep)



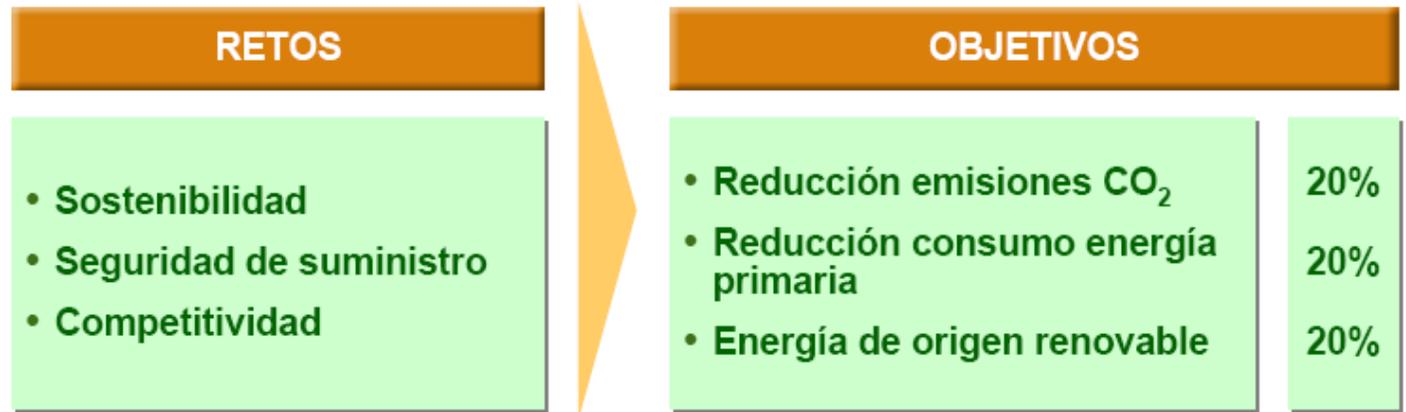
Fuente: EUROSTAT

Estrategia energética de la Unión Europea para el año 2020



TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.

La dependencia energética exterior y el cambio climático han hecho que la UE haya establecido una estrategia de sostenibilidad ...



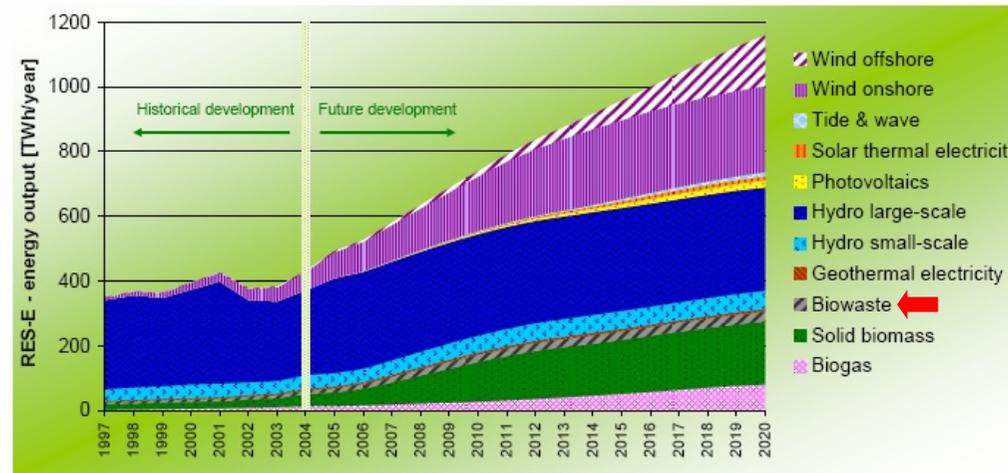
... materializada en los ambiciosos objetivos 20-20-20, recientemente refirmados por el Consejo Europeo ...

Previsiones de la UE de incremento de las energías renovables para año 2020

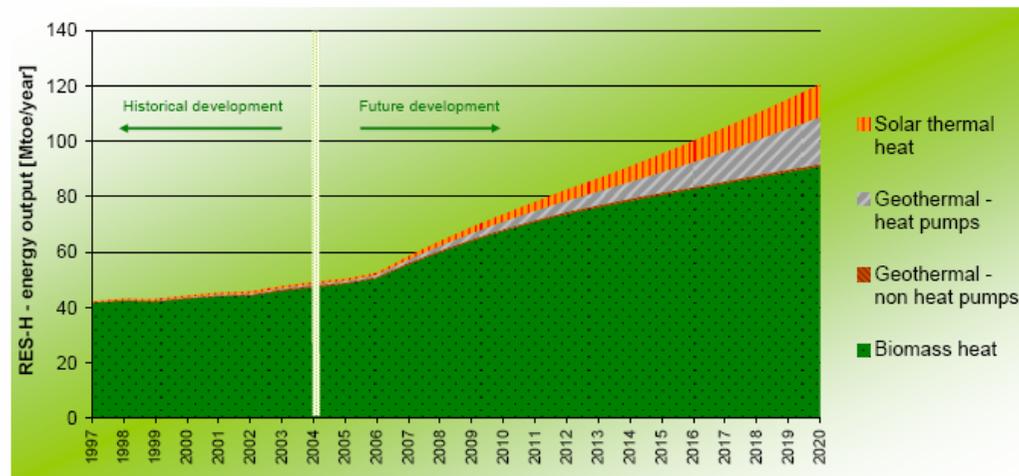


TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.

Producción de energía eléctrica (TWh/año)



Producción de energía para calefacción y refrigeración (Mtep/año)



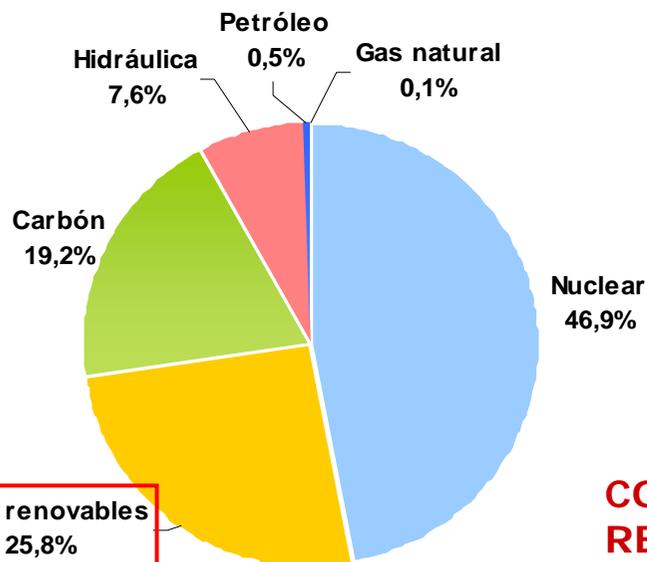
Fuente: Programa de trabajo de la energía renovable. Comisión de las Comunidades Europeas. COM (2006) 848 final

Producción y consumo de energía en España (año 2007)

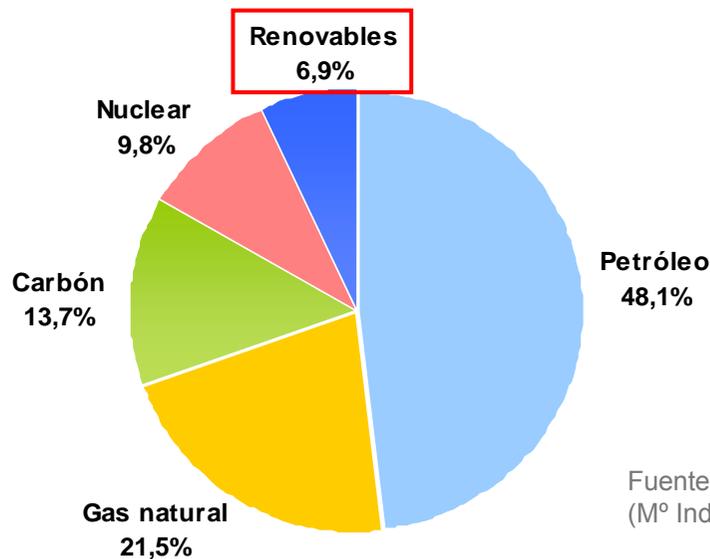


TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.

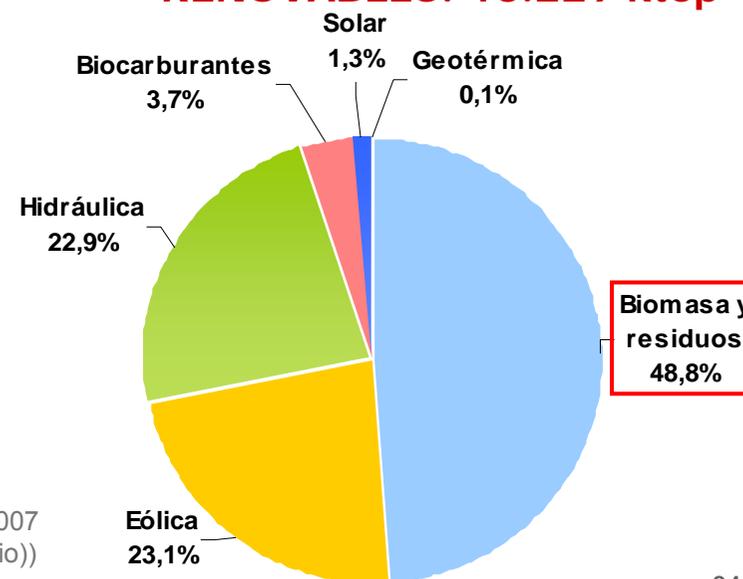
PRODUCCIÓN DE ENERGÍA: 30.612 ktep



CONSUMO ENERGÍA PRIMARIA: 147.274 ktep



CONSUMO ENERGÍAS RENOVABLES: 10.229 ktep



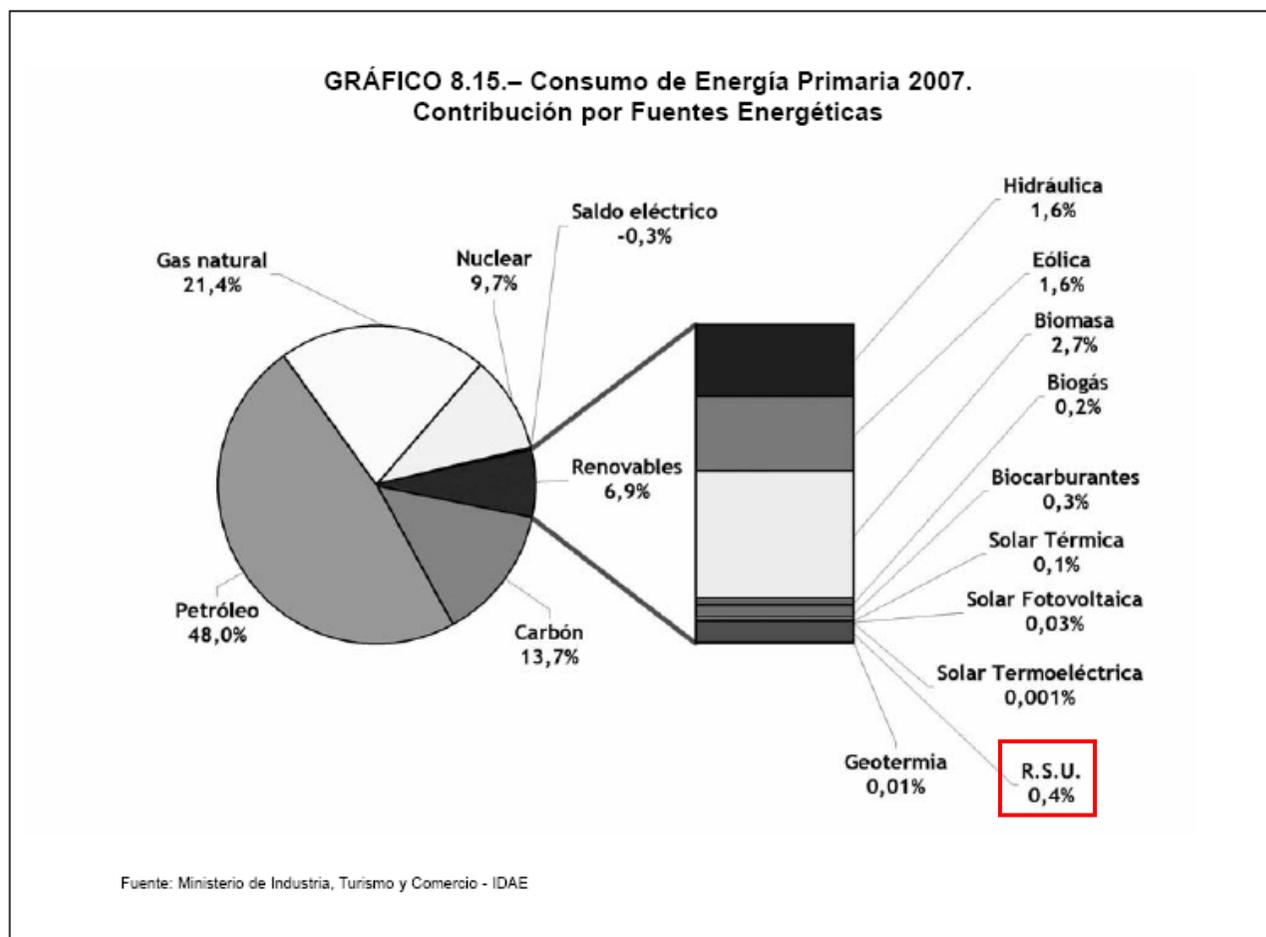
Fuente: La energía en España 2007 (Mº Industria, Turismo y Comercio)

Aportación de la valorización energética al consumo de energía primaria (año 2007)



TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.

La valorización energética de los RU's representa el 0,4% del consumo de energía primaria en España (año 2007)



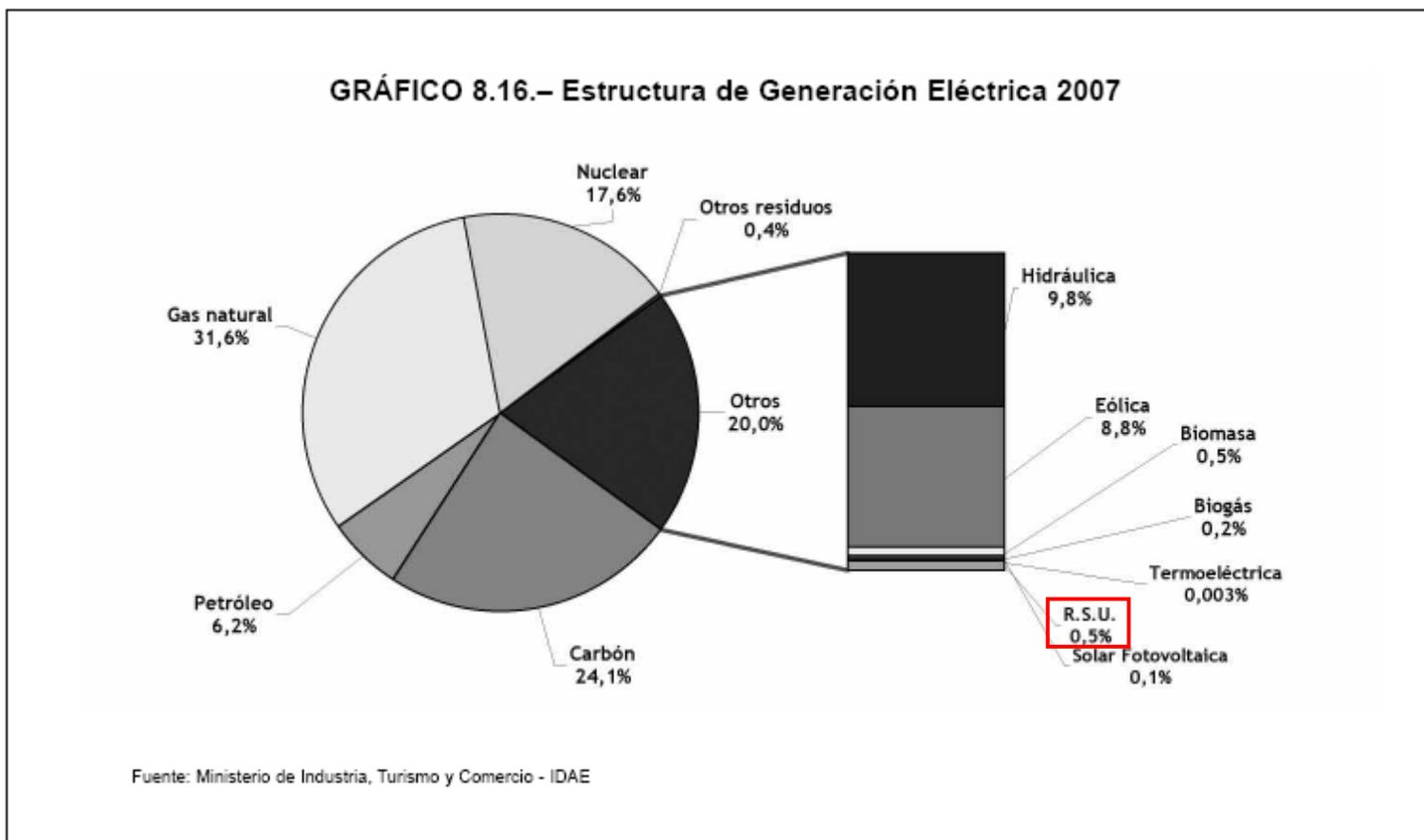
Fuente: La Energía en España 2007 (Mº Industria, Turismo y Comercio)

Aportación de la valorización energética a la generación eléctrica (año 2007)



TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.

La valorización energética de los RU's representa el 0,5% de la generación eléctrica en España (año 2007)



Fuente: La Energía en España 2007 (Mº Industria, Turismo y Comercio)

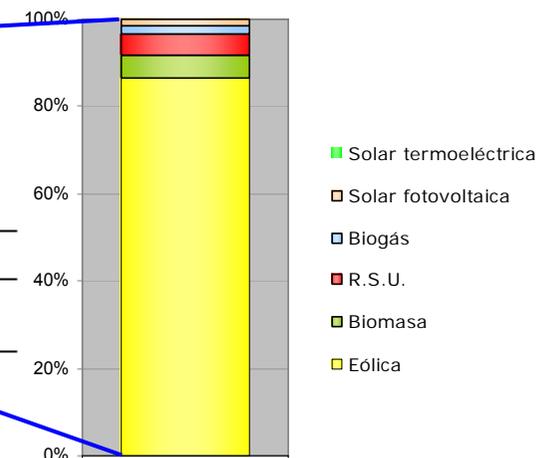
Producción con fuentes renovables en España (año 2007)



**TECNOLOGÍA Y RECURSOS
DE LA TIERRA, S.A.**

CUADRO 8.5.- Producción con Fuentes Renovables en 2007

	Potencia (MW)	Producción (GWh)	Producción en términos de Energía Primaria (Provisional 2007) (ktep)	Producción en términos de Energía Primaria (Año Referencia PER) (1) (ktep)
Generación de electricidad				
Hidráulica (> 50 MW) (2)	13.521,2	22.157	1.623	2.151,2
Hidráulica (Entre 10 y 50 MW)	2.999,0	4.243	365	515,8
Hidráulica (< 10 MW)	1.852,0	4.105	353	493,7
Biomasa	396	1.665	585	1.081,3
R.S.U.	189	1.548	649	512,3
Eólica	15.090	27.534	2.368	3.115
Solar fotovoltaica	638	464	40	82
Biogás	166	637	202	308
Solar termoeléctrica	11	8	2	6
TOTAL ÁREAS ELÉCTRICAS	34.862	62.361	6.187	8.265
Usos térmicos				
	m² Solar t. baja temp.			(ktep)
Biomasa			3.452	3.452
Biogás			37	37
Solar térmica de baja temperatura	1.198.453		93	93
Geotermia			8	8
TOTAL ÁREAS TÉRMICAS			3.590	3.590
Biocarburantes (Transporte)				
TOTAL BIOCARBURANTES			382	382
TOTAL ENERGÍAS RENOVABLES			10.159	12.237
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA (ktep)			146.646	146.646
Energías Renovables/Energía Primaria (%)			6,9%	8,3%



(1): Datos de 2007, provisionales. Para las áreas eléctricas, se incluye la producción correspondiente a un año referencia de acuerdo a las horas medias y rendimientos considerados en el PER 2005-2010. Se consideran para ello las potencias en servicio a 31 de diciembre.

(2): Incluye producción con bombeo puro

Fuente: IDAE

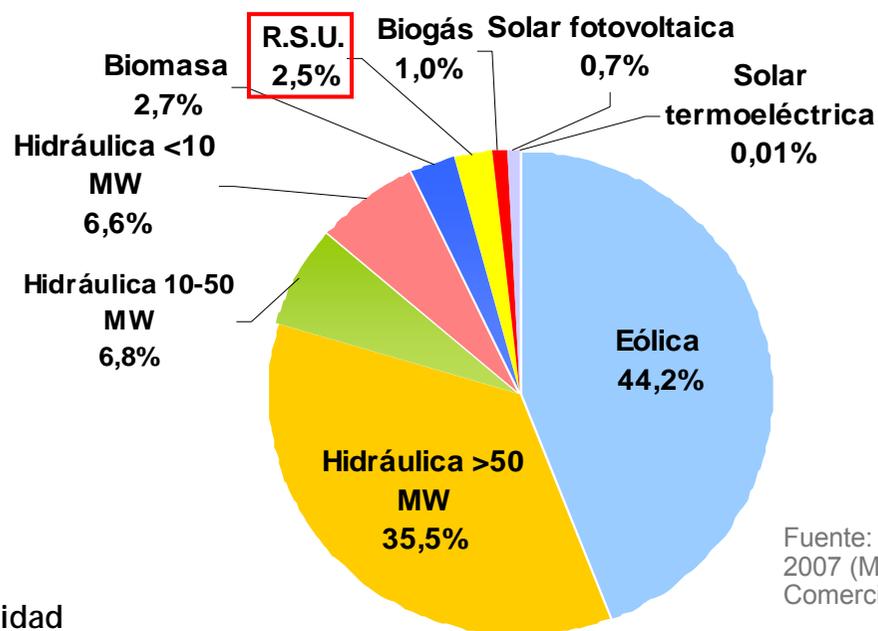
Fuente: La Energía en España 2007 (Mº Industria, Turismo y Comercio)

Producción de energía eléctrica con fuentes renovables en España (año 2007)



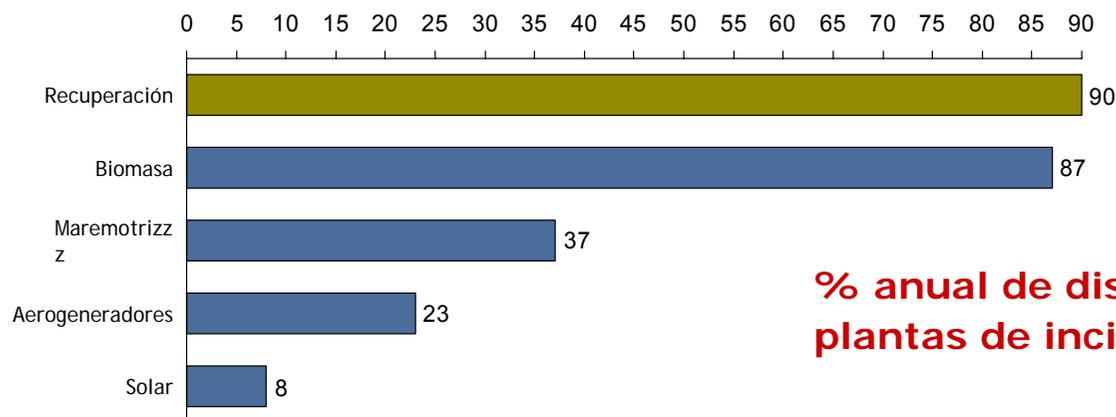
TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.

Producción energía eléctrica: 62.361 GWh



Fuente: La Energía en España 2007 (Mº Industria, Turismo y Comercio)

% Anual de disponibilidad



% anual de disponibilidad de las plantas de incineración: 90%

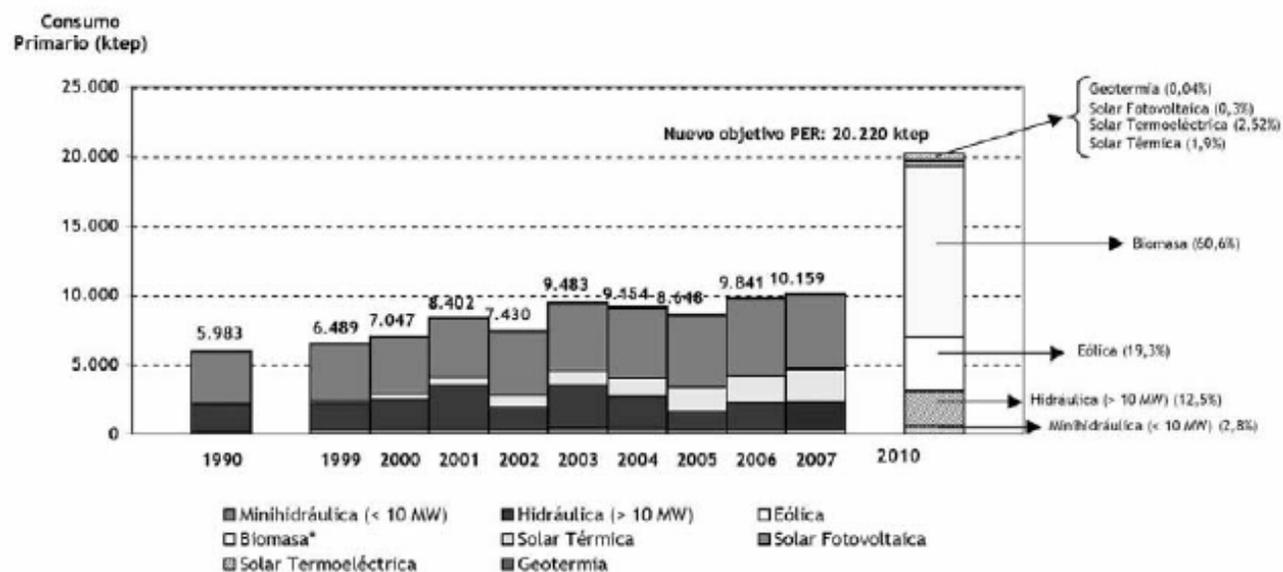
La valorización energética en el Plan de Energías Renovables 2005-2010 (PER)



TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.

El PER prevé para 2010 un incremento del consumo de energías renovables del 99% respecto al año 2007...

GRÁFICO 8.17.- Evolución del Consumo de Energías Renovables en España



*Incluye R.S.U., biogás y biocarburantes
 Datos 2007, provisionales.

Fuente: IDAE

Fuente: La Energía en España 2007 (Mº Industria, Turismo y Comercio)

La valorización energética en el Plan de Energías Renovables 2005-2010 (PER)



TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.

...sin embargo, los objetivos de potencia y producción para la valorización energética de RU's en 2010 son similares a los de 2004

OBJETIVOS DEL PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA 2005-2010 Escenario PER

	Situación en 2004 (año medio (1))			Objetivo de incremento 2005-2010 (2)			Situación Objetivo en el año 2010		
	Potencia (MW)	Producción (GWh)	Producción en términos de Energía Primaria (ktep)	Potencia (MW)	Producción (GWh)	Producción en términos de Energía Primaria (ktep)	Potencia (MW)	Producción (GWh)	Producción en términos de Energía Primaria (ktep)
Generación de electricidad									
Hidráulica (> 50 MW) (3)	13.921	25.014	1.979	0	0	0	13.921	25.014	1.979
Hidráulica (Entre 10 y 50 MW)	2.897	5.794	498	360	687	59	3.257	6.480	557
Hidráulica (< 10 MW)	1.749	5.421	466	450	1.271	109	2.199	6.692	575
Biomasa	344	2.193	690	1.695	11.823	4.458	2.039	14.015	5.138
Centrales de biomasa	344	2.193	690	973	6.787	2.905	1.317	8.980	3.588
Co-combustión	0	0	0	722	5.036	1.552	722	5.036	1.552
R.S.U.	189	1.223	395	0	0	0	189	1.223	395
Eólica	8.155	19.571	1.693	12.000	25.940	2.231	20.155	45.511	3.914
Solar fotovoltaica	37	56	5	363	553	48	400	609	52
Biogás	141	825	267	94	592	188	235	1.417	455
Solar termoelectrica	-	-	-	500	1.298	509	500	1.298	509
TOTAL ÁREAS ELÉCTRICAS	27.032	60.096	5.973	15.462	42.163	7.602	42.494	102.259	13.574
Usos térmicos									
	m² Solar t. baja temp.		(ktep)	m² Solar t. baja temp.		(ktep)	m² Solar t. baja temp.		(ktep)
Biomasa			3.497			583			4.070
Solar térmica de baja temperatura	700.805		51	4.200.000		325	4.900.805		376
TOTAL ÁREAS TÉRMICAS			3.538			907			4.445
Biocarburantes (Transporte)									
TOTAL BIOCARBURANTES			228			1.972			2.200
TOTAL ENERGÍAS RENOVABLES			9.739			10.481			20.220
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA (ktep) (Escenario Energético: Tendencial PER)			141.567						167.100
Energías Renovables/Energía Primaria (%)			6,9%						12,1%

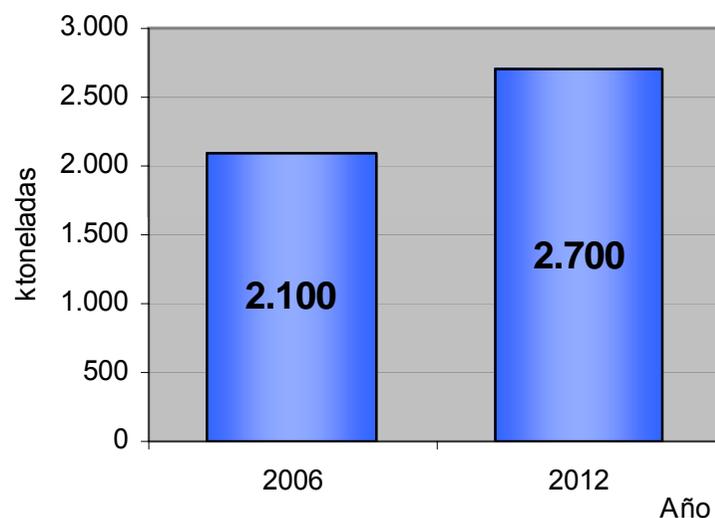
(1): Datos de 2004, provisionales. Para energía hidráulica, eólica, solar fotovoltaica y solar térmica, se incluye la producción correspondiente a un año medio, a partir de las potencias y superficie en servicio a 31 de diciembre, de acuerdo con las características de las instalaciones puestas en marcha hasta la fecha, y no el dato real de 2004. No incluidos biogás térmico y geotermia, que en 2004 representan 28 y 8 ktep.
 (2): En los objetivos de incremento para el periodo 2005-2010, las producciones corresponden a un año medio de acuerdo con las potencias y las características de las instalaciones puestas en marcha durante ese periodo. Para las energías hidráulicas y eólica, solo la mitad de la potencia instalada en el último año (2010) se ha traducido a producción en las columnas correspondientes.
 (3): Incluye producción con bomba o puro.

La valorización energética en el borrador del Plan Nacional de Residuos 2008-2015



TECNOLOGÍA Y RECURSOS
DE LA TIERRA, S.A.

En contraste con lo señalado en el PER, el borrador del Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015 (PNIR) prevé para el año 2012 un **incremento de la capacidad de incineración de RU's del 28,6%** respecto al año 2006



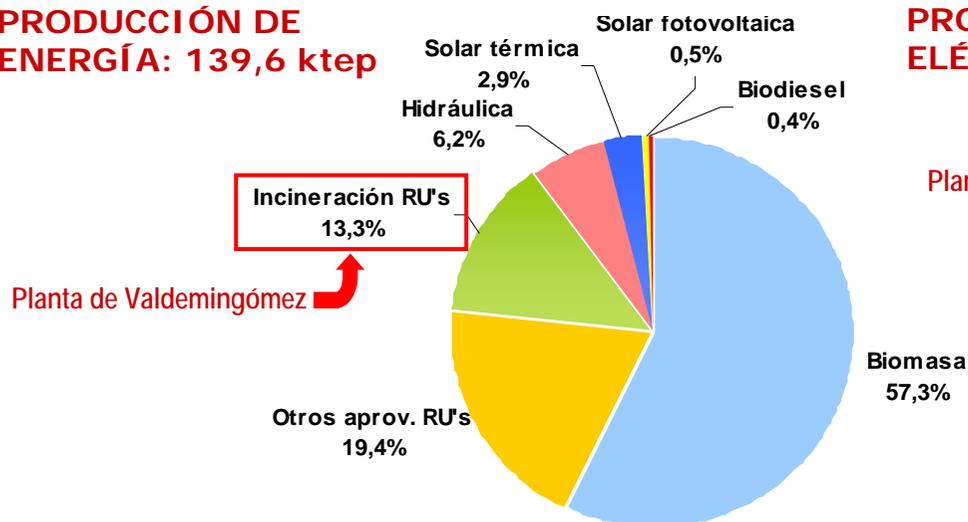
Fuente: Borrador del Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015 (octubre 2008)
(M° Medio Ambiente y Medio Rural y Marino)

Producción y consumo de energía en la Comunidad de Madrid (año 2006)

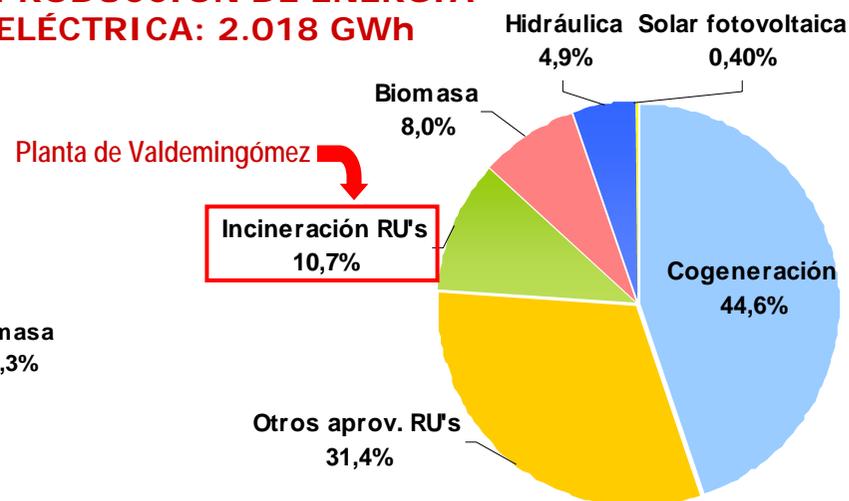


TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.

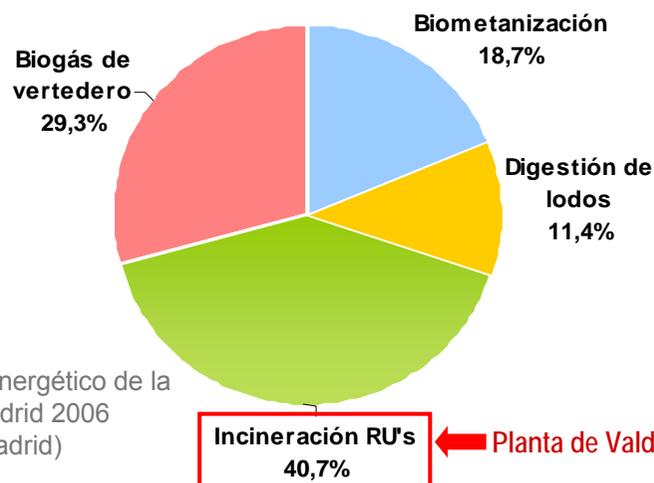
PRODUCCIÓN DE ENERGÍA: 139,6 ktep



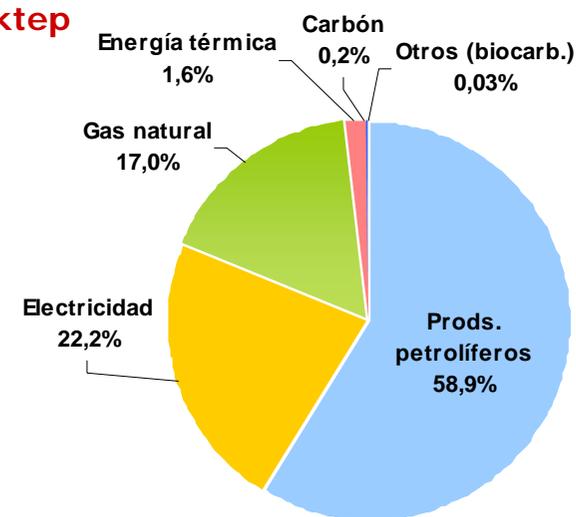
PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA: 2.018 GWh



ELECTRICIDAD GENERADA POR RU's: 532,9 GWh



CONSUMO ENERGÍA FINAL: 11.196 ktep



Fuente: Balance energético de la Comunidad de Madrid 2006 (Comunidad de Madrid)

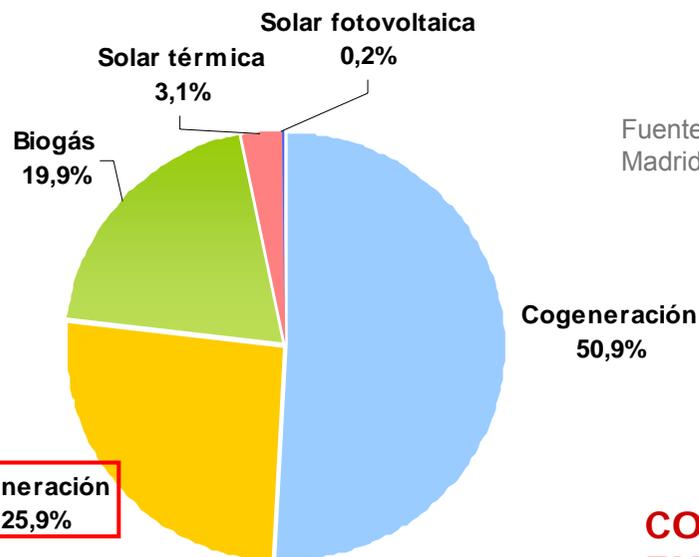
Incineración RU's 40,7% ← Planta de Valdemingómez

Producción y consumo de energía en la ciudad de Madrid (año 2006)



TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA: 71,7 ktep

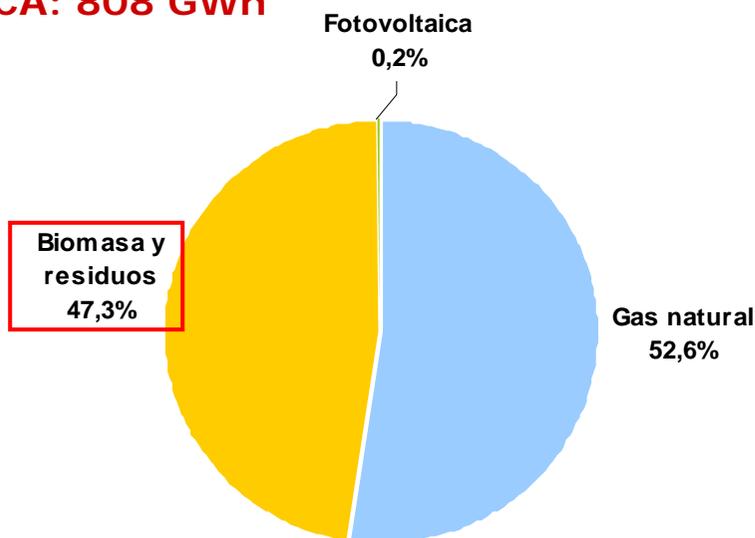


Fuente: Balance energético del municipio de Madrid. Año 2006 (Ayuntamiento de Madrid)

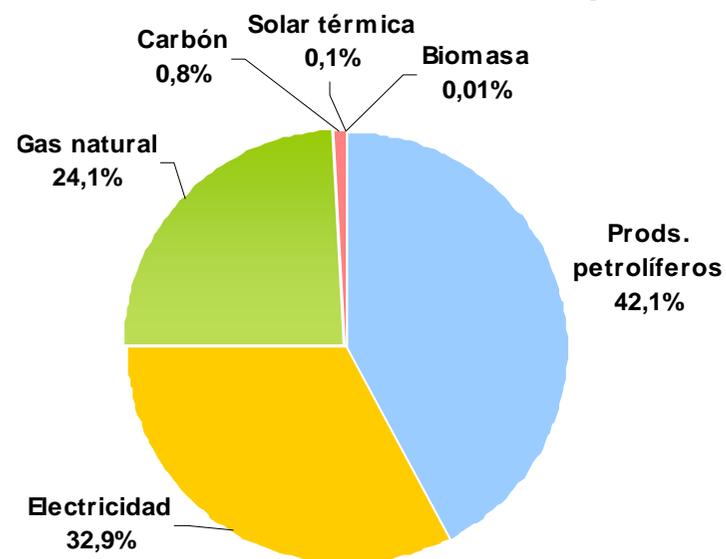
Planta de Valdemingómez

Incineración
25,9%

PRODUCCIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA: 808 GWh



CONSUMO ENERGÍA FINAL: 3.691 ktep





Cifras significativas

La valorización energética de residuos representa:

- El **0,7%** de la energía eléctrica generada en la Unión Europea en 2006
- El **0,5%** de la energía eléctrica generada en España en 2007
- El **2,5%** de la energía eléctrica generada con fuentes renovables en España en 2007
- El **10,7%** de la energía eléctrica generada en la Comunidad de Madrid en 2006 (planta de Valdemingómez)
- El **26,8%** de la energía eléctrica generada en el municipio de Madrid en 2006 (planta de Valdemingómez)



SUMARIO

- ▷ **Los residuos urbanos como fuente de energía renovable**

- ▷ **Generación de energía procedente de la valorización energética de residuos**

- ▷ **Energía de los residuos en el marco de las energías renovables**

- ▷ **Otros beneficios ambientales de la valorización energética de residuos**

Otros beneficios ambientales de la valorización energética de RU's



TECNOLOGÍA Y RECURSOS DE LA TIERRA, S.A.

SOSTENIBILIDAD

SUSTITUCIÓN DE COMBUSTIBLES FÓSILES Y REDUCCIÓN DE EMISIONES

▶ 2,13 millones de toneladas incineradas actualmente en España producen 1.606.000 MWh, lo que equivale a la combustión de:

- ➡ 447 millones m³ gas natural
- ➡ 436 millones litros fuelóleo
- ➡ 1,14 millones toneladas carbón

▶ Las emisiones correspondientes a cada uno de estos combustibles son:

TONELADAS DE CO₂ DE ORIGEN FÓSIL EMITIDAS

Combustible	Emisión (Toneladas CO ₂)	Ahorro (Toneladas CO ₂)
RU*	749.000	-
Gas natural	873.000	+124.000
Fuelóleo	1.161.000	+412.000
Carbón	1.639.000	+890.000

* Emisión de CO₂ obtenida de considerar que sólo el 40% de los residuos es de origen fósil y computa en el efecto invernadero

Otros beneficios ambientales de la valorización energética de RU's



TECNOLOGÍA Y RECURSOS
DE LA TIERRA, S.A.

PLANTA DE VALORIZACIÓN ENERGÉTICA DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE VALDEMINGÓMEZ (MADRID)

- ▶ Reduce en unas **260.000 t/año** los residuos a depositar en vertedero, lo que representa un ahorro de emisiones en este último del orden de **4.370 t de metano**, equivalentes a unas **92.000 t** de CO₂
 - ▶ Genera el **4,6%** de la electricidad para usos domésticos que consume Madrid al año, una cantidad equivalente a la que necesitan unas **67.000 viviendas** durante el mismo período
 - ▶ Ahorra anualmente el equivalente al consumo de:
 - ✓ 63 millones m³ gas natural
 - ✓ 61,5 millones m³ fuelóleo
 - ✓ 161.000 toneladas de carbón
- con un ahorro de emisiones de CO₂ de:
- ✓ 20.900 toneladas respecto al fuelóleo
 - ✓ 88.300 toneladas respecto al carbón



Energías renovables y valorización energética de residuos



**TECNOLOGÍA Y RECURSOS
DE LA TIERRA, S.A.**

¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

**CONGRESO NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE
NOVIEMBRE 2008**