



10º Congreso Nacional del Medio Ambiente (Conama 10)

ST-16. Innovación y nuevas tecnologías en ahorro, eficiencia energética y energías renovables

Energía eólica. Estado de la Tecnología

Enrique Soria Lascorz

CIEMAT



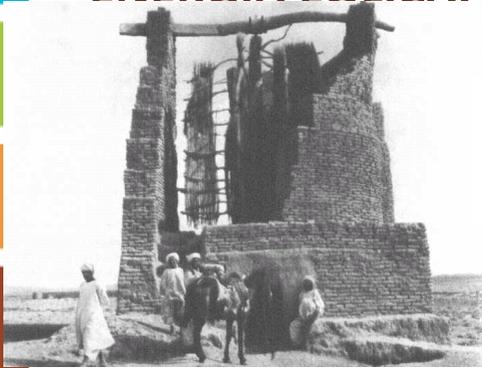
Miércoles 24 de noviembre de 2010

ENERGIA EOLICA. ESTADO DE LA TECNOLOGIA

CONTENIDO

- Evolución histórica de la energía eólica
- Desarrollo de la tecnología
- Energía eólica en el mundo
- Regulación y conexión a red
- Conclusiones





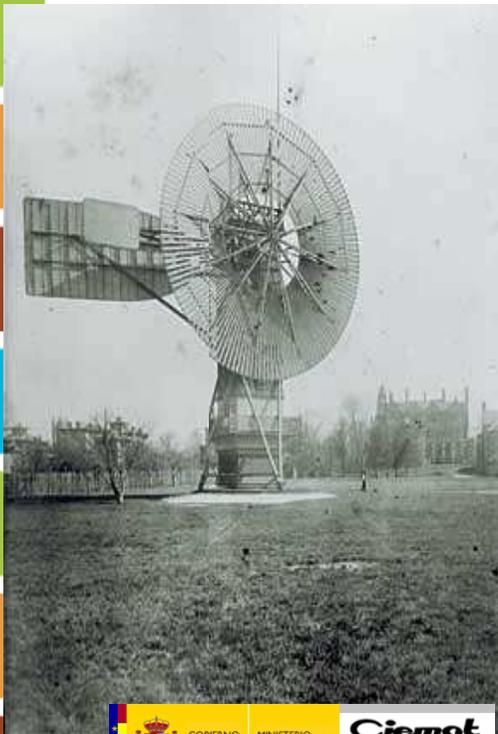
Algunos hitos en la historia reciente.
1. Generación de electricidad con energía eólica



Generación de electricidad

Brush(1887)

Lacour(1897)



Congreso



CONAMA10
CONGRESO NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE



GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

Ciemat
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

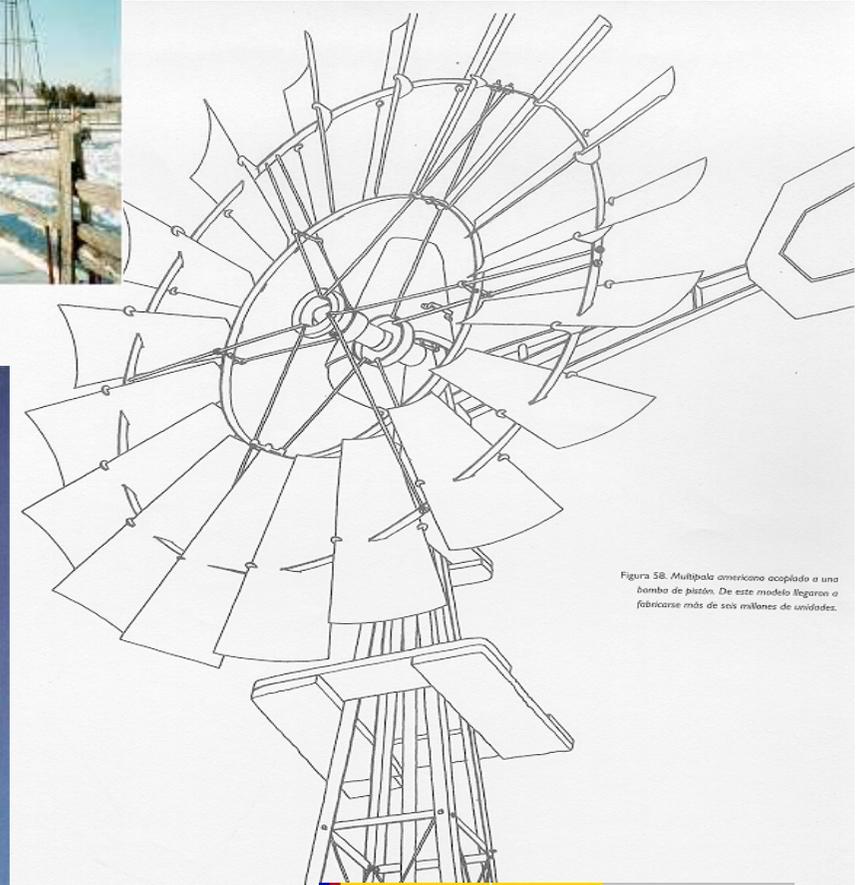
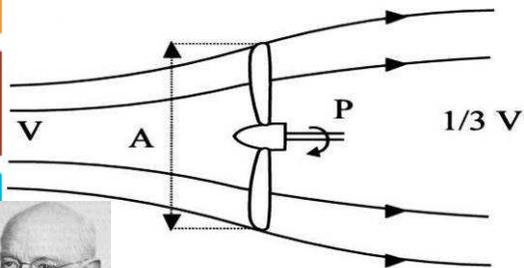


Figura 58. Molino americano acoplado a una bomba de pistón. De este modelo llegaron a fabricarse más de seis millones de unidades.

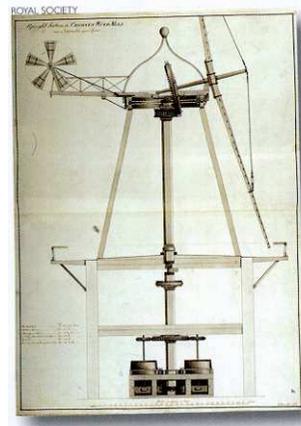
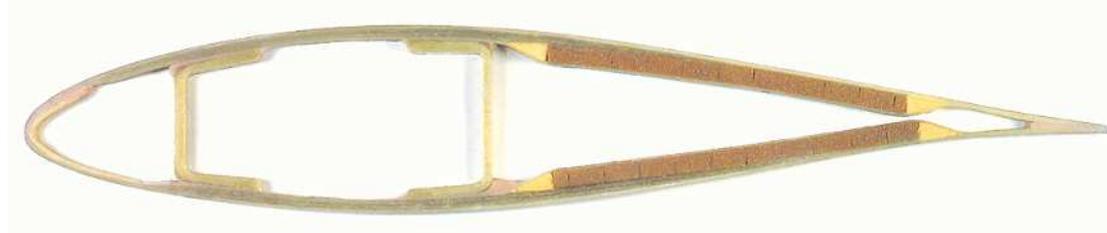
Algunos hitos en la historia reciente.
2. El molino multipala americano

Algunos hitos en la historia reciente 3. Perfiles aerodinámicos



$$P = \frac{1}{2} \rho \cdot C_p \cdot V^3 \cdot A$$
$$C_p \leq 16/27$$

Betz 1926



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

Ciemot
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas



CONGRESO NACIONAL DE INGENIEROS AMBIENTALES

4.-Una referencia personal. Prototipos;
PEE de Tarifa. Proyecto AWEC-60



Medio Ambiente

5.- El mayor aerogenerador instalado en España GAMESA G10X128 m. diámetro / 4,5 MW (Julio 2009 Zaragoza)



6.- La energía eólica una realidad HOY



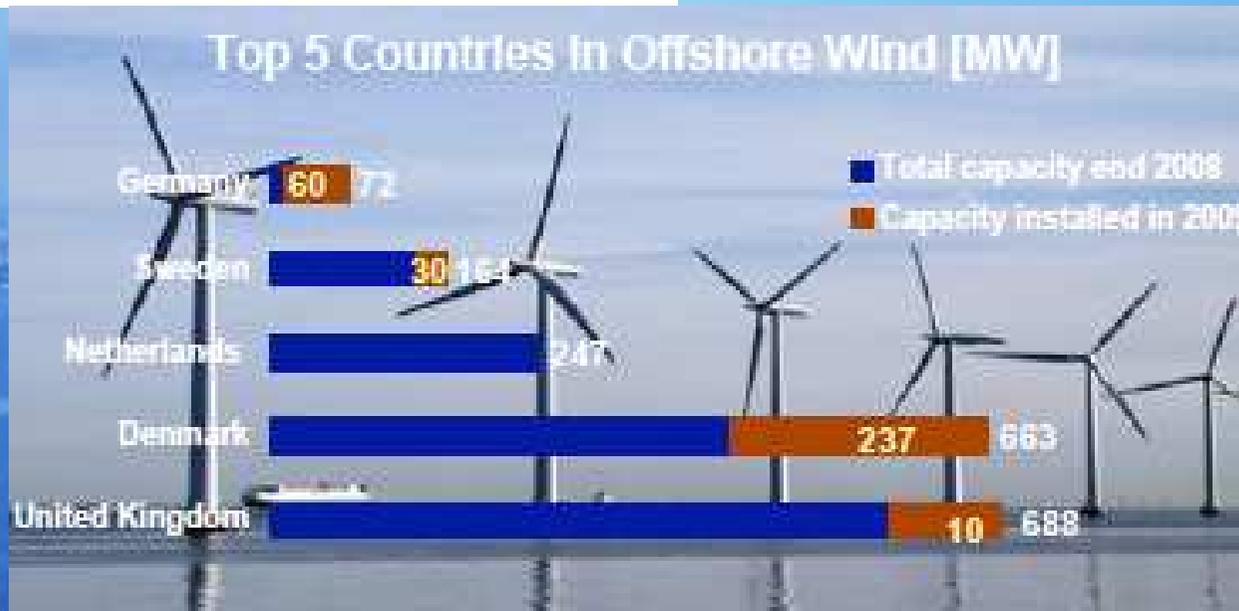
Congreso Nacional del Medio Ambiente



MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

Ciemat
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas

7.-Energia eólica marina (off-shore)



Fuente: "World Wind Energy Report 2009", WWEA

ENERGIA EOLICA. ESTADO DE LA TECNOLOGIA

8.- Integración urbana y aplicaciones aisladas



Solener Velter V

Turby 2,5 kW
(Holanda)

Swift (UK)
1,5 kW



Neoga (Holanda)



Windside
(Finlandia)

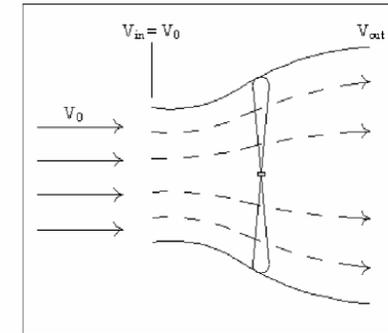


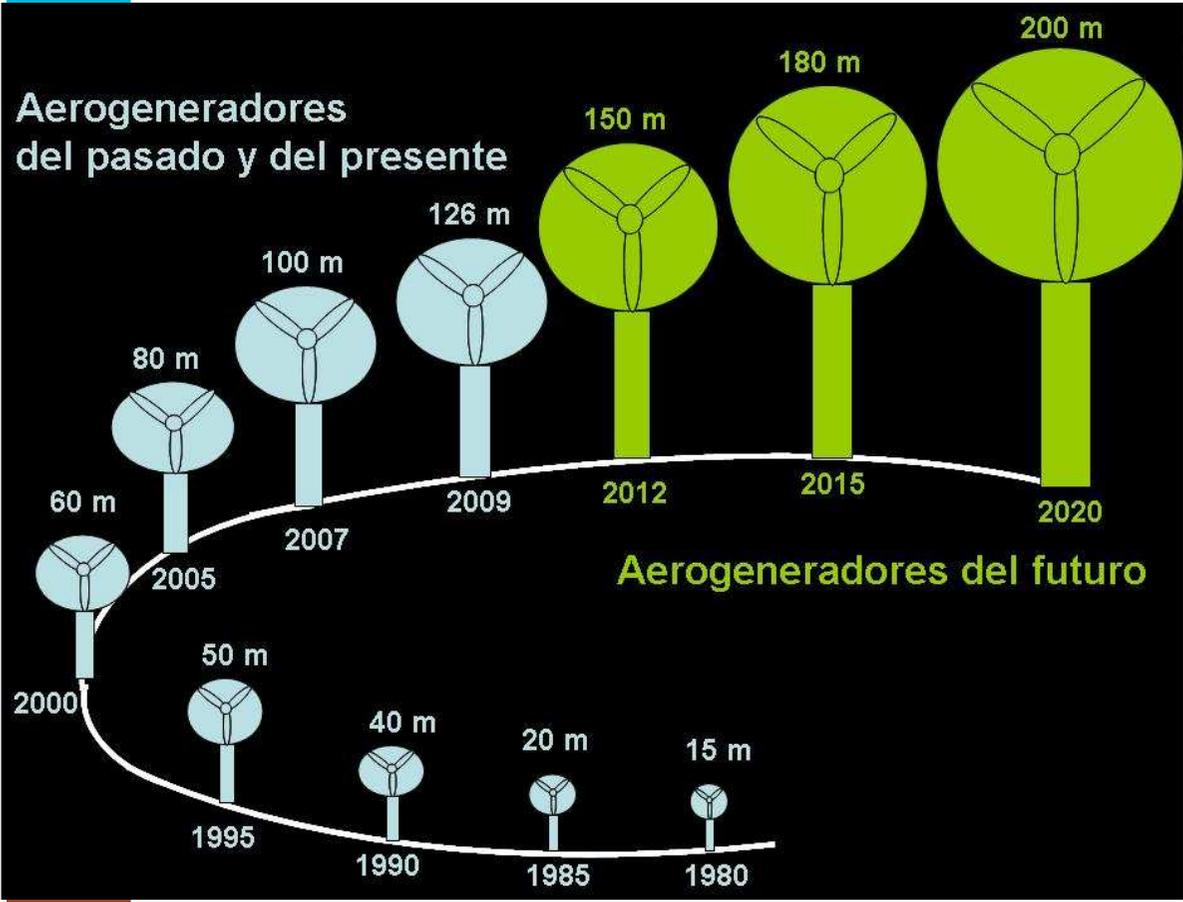
Aerogenerador

- Convierte la energía eólica en electricidad

$$\bar{P}_a = \frac{1}{2} \rho A \bar{v}^3 C_p$$

- Utiliza **dos kilos** de acero para producir la energía eléctrica equivalente a **un barril de petróleo**
- Hoy ya produce el **1.6%** de la energía eléctrica consumida en el mundo





	1980	2005	Factor
Tamaño del rotor	15 m	126 m	8.4
Aerogenerador de máxima potencia	55 kW	5000 kW	90
Capacidad de un parque eólico	100 kW	200.000 kW	2000
Potencia instalada en el mundo	100 MW	60000 MW	600
Contribución al suministro de energía en Europa	0,00%	4%	> 10.000

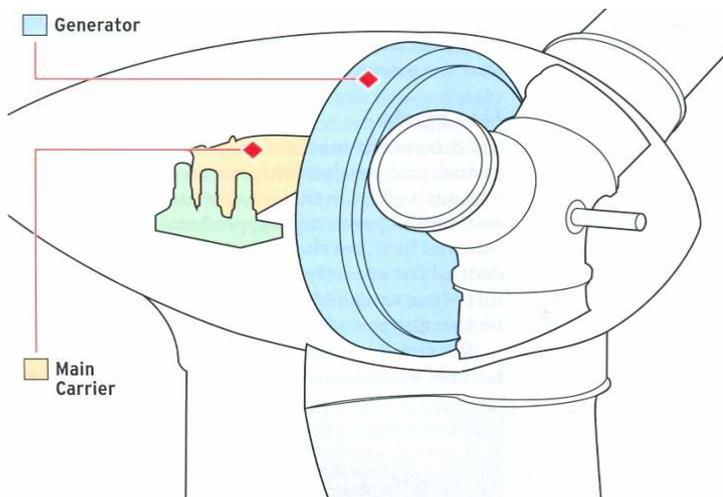
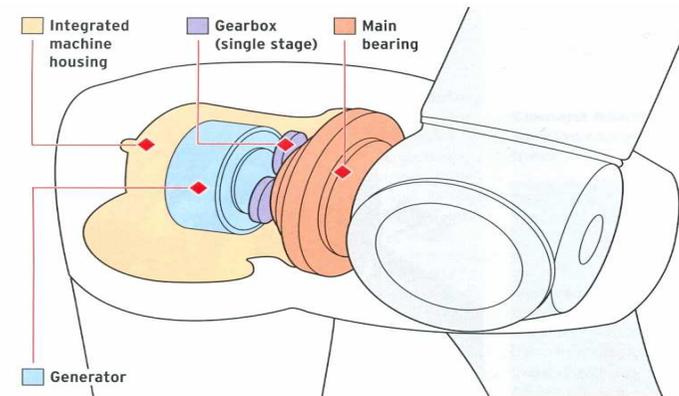
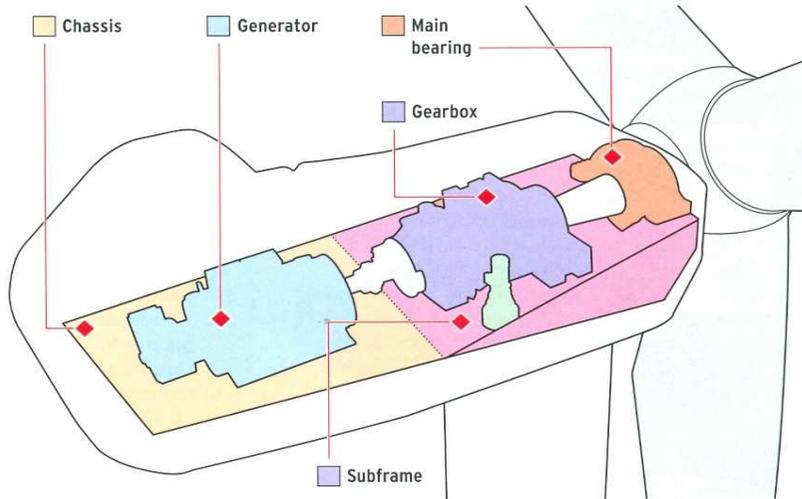
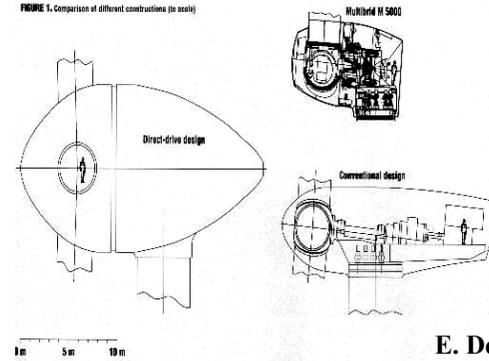


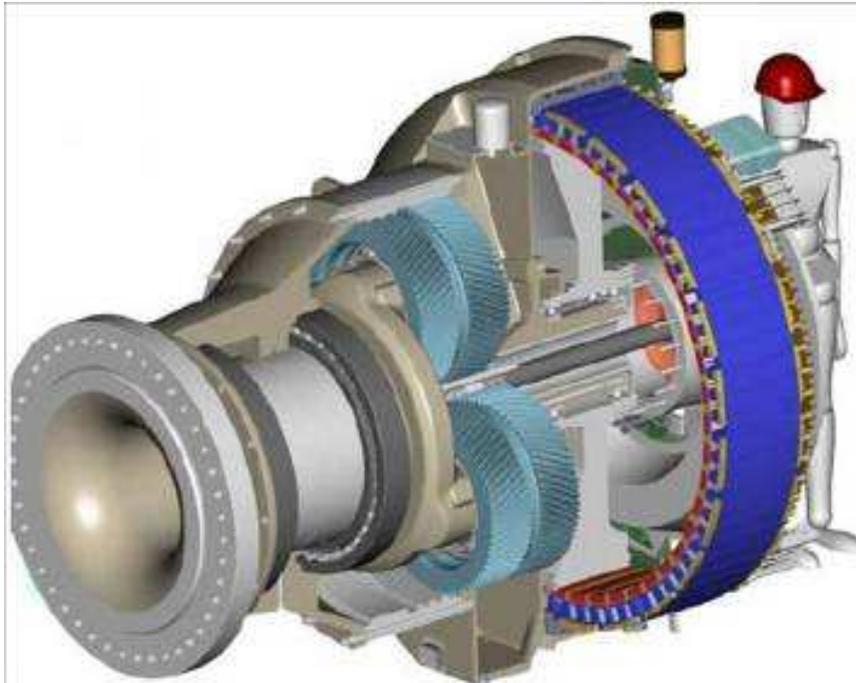
FIGURE 1. Comparison of different constructions (in scale)



E. De Vries

ENERGIA EOLICA. ESTADO DE LA TECNOLOGIA

14



o Ambiente



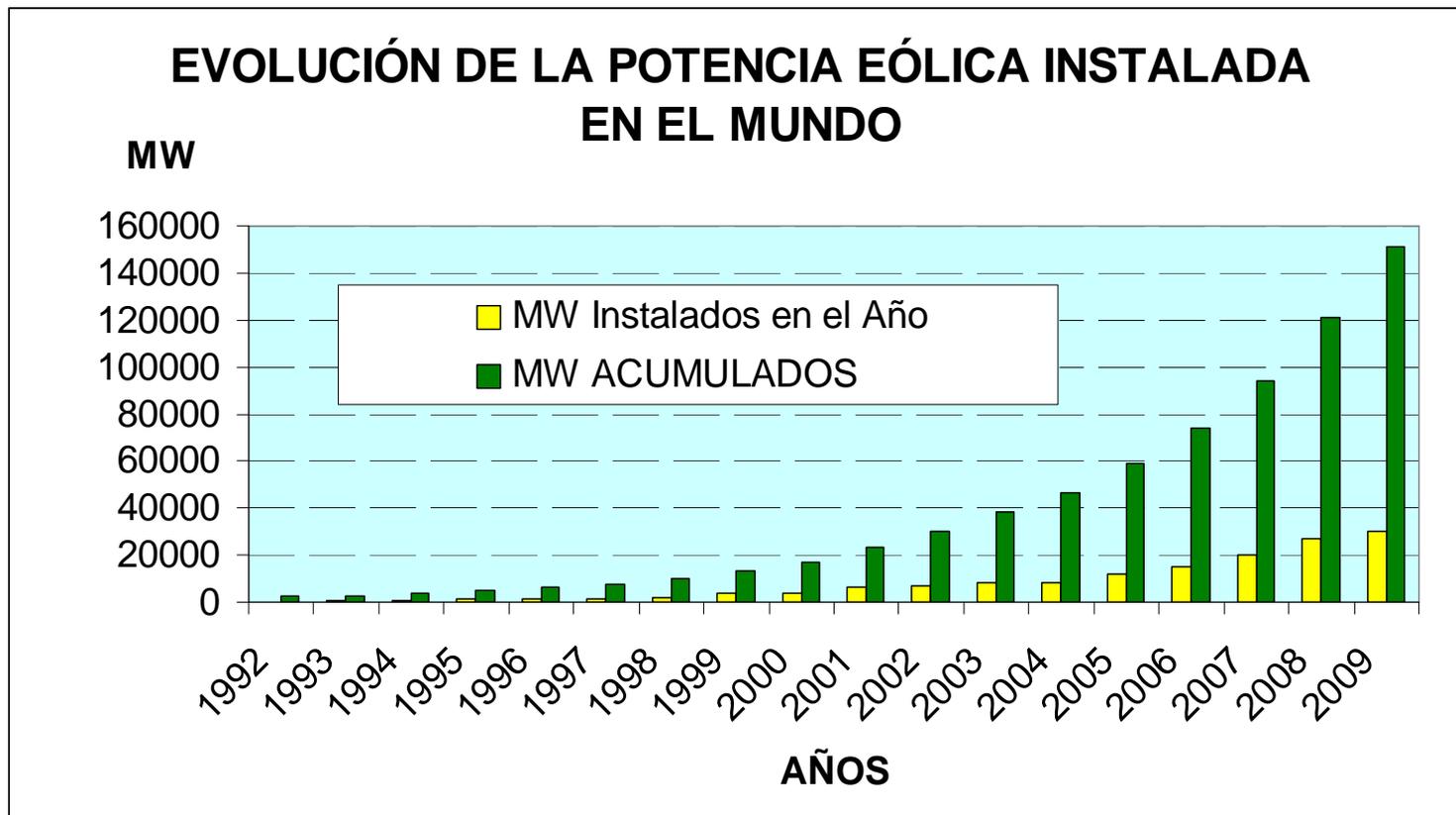
GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

Ciemat
Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas



CONAMA10
CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

Potencia eólica instalada en el mundo (2009)

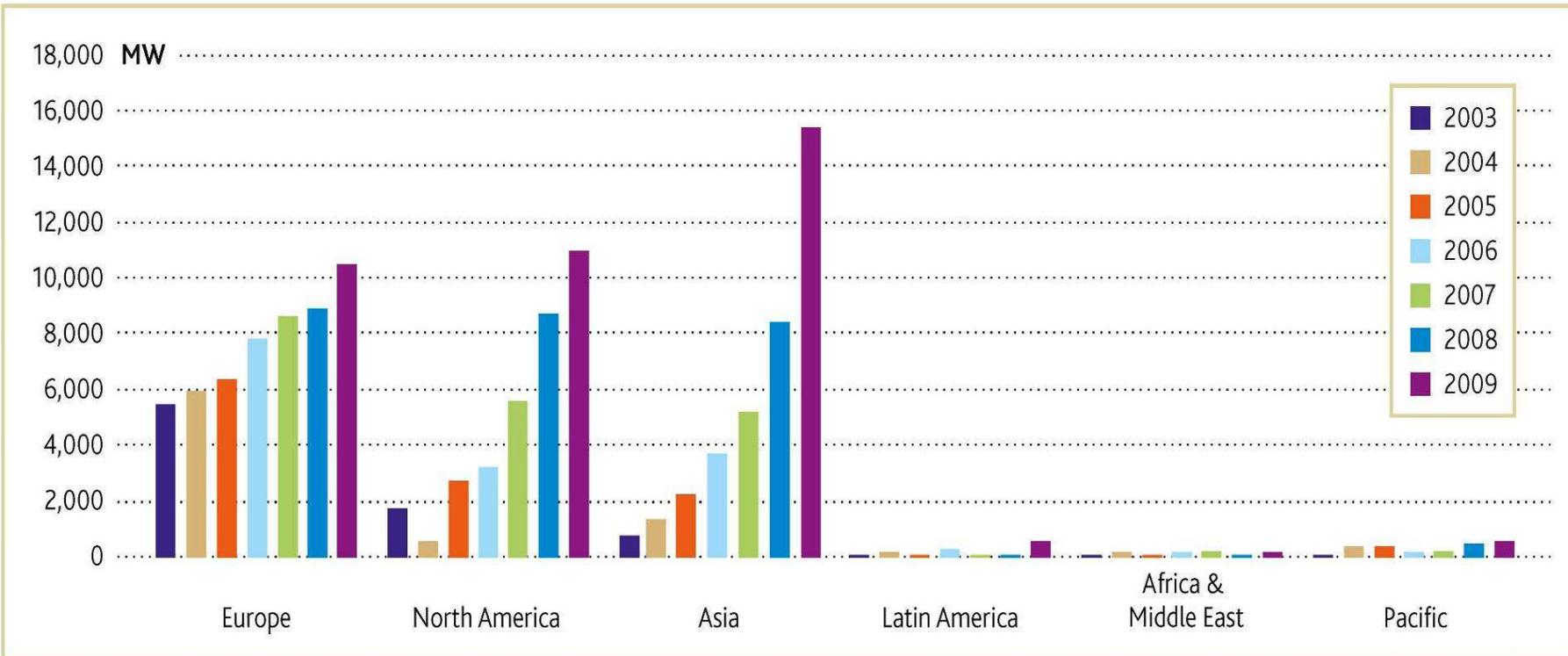


ALCANZADOS 200 GW EN 2010

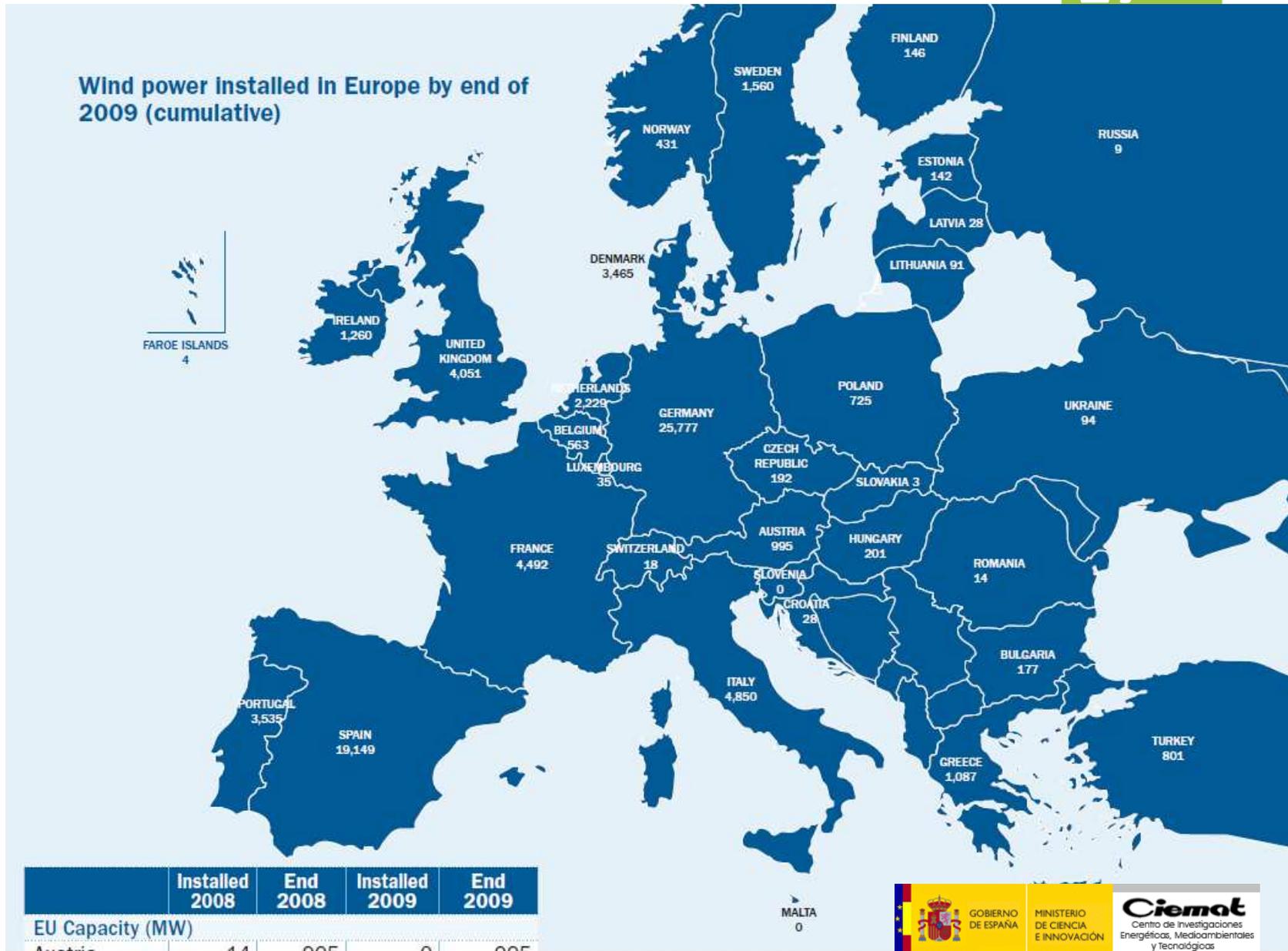
10º Congreso Nacional del Medio Ambiente

Evolución de la capacidad eólica por áreas geográficas (en MW)

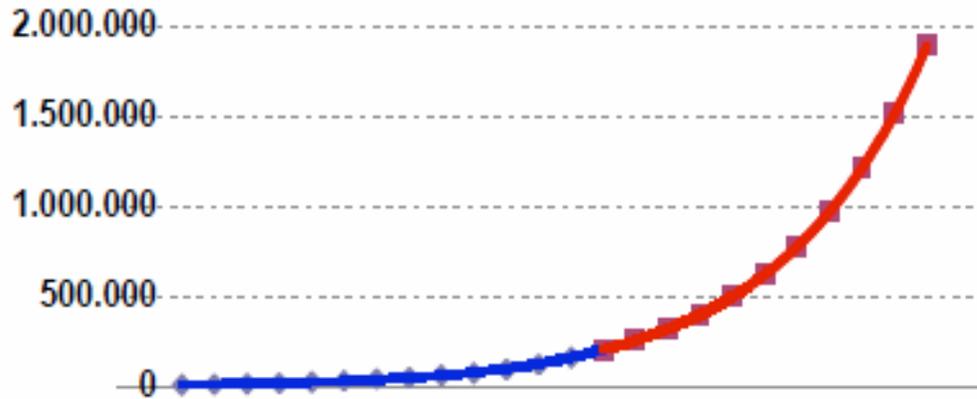
ANNUAL INSTALLED CAPACITY BY REGION 2003-2009



ENERGIA EOLICA. ESTADO DE LA TECNOLOGIA



Tendencias

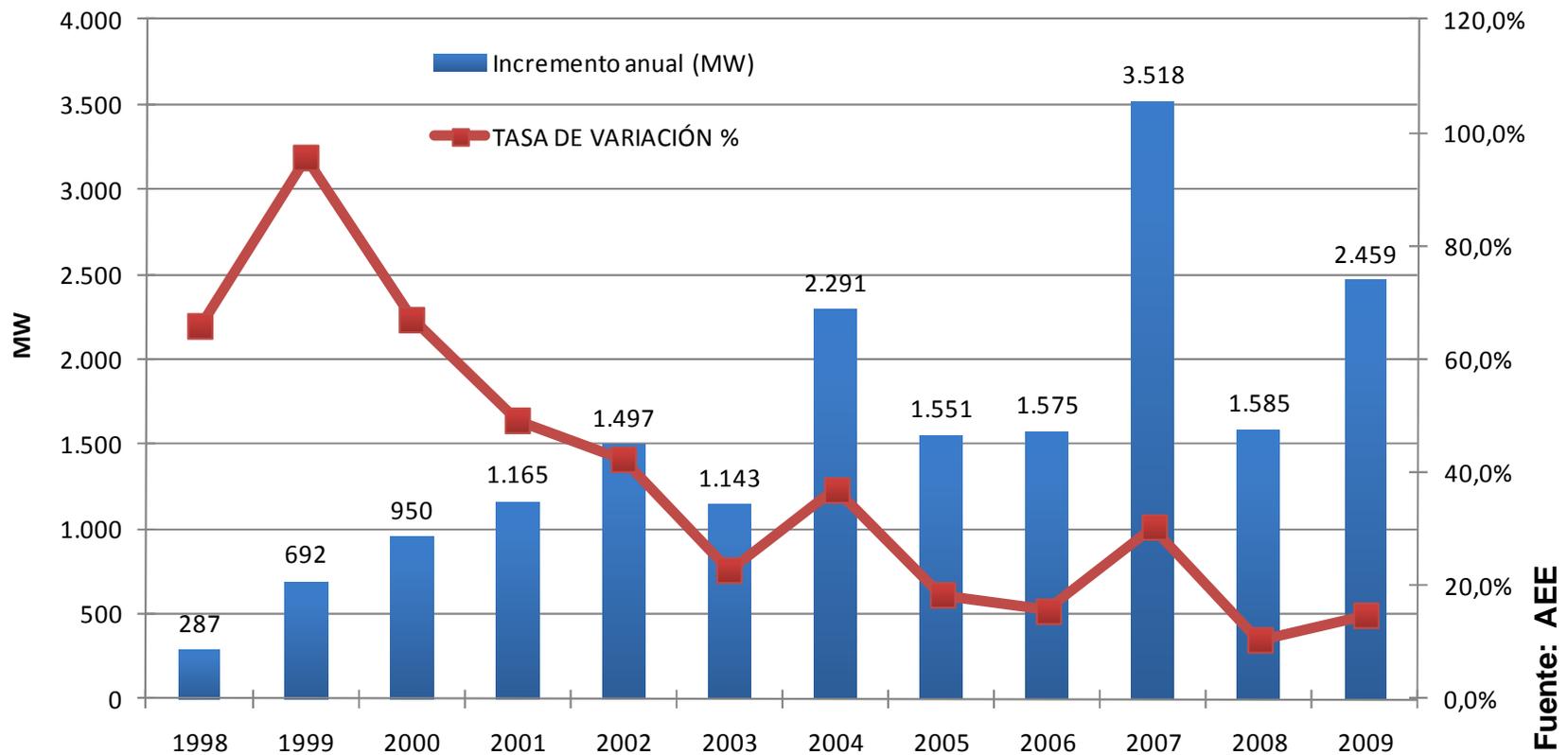


Instalación 1997 – 2020 (real y previsto)



Reparto por continentes

SITUACION EN ESPAÑA MÁS DE 2.400 MW INSTALADOS EN 2009



Fuente: AEE

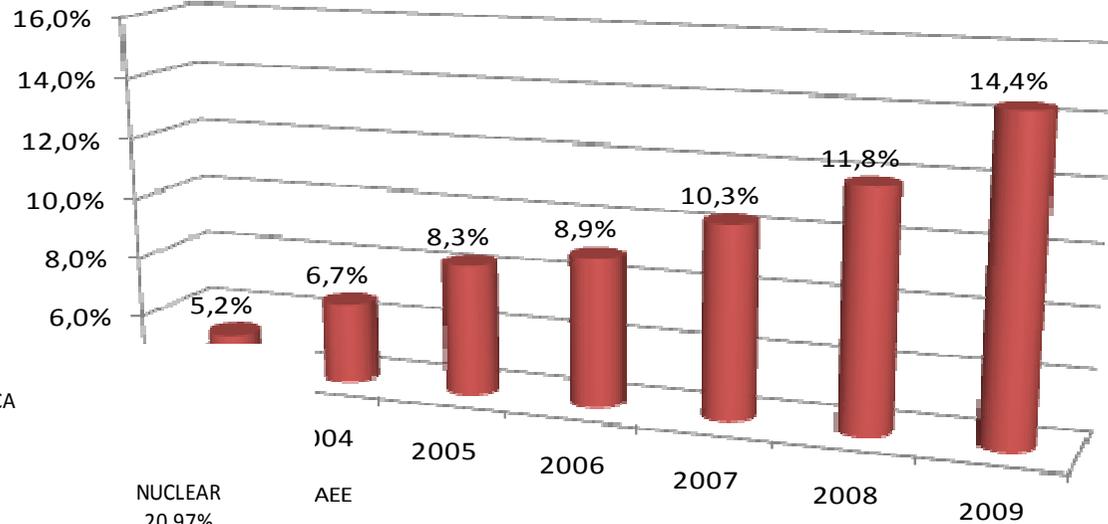
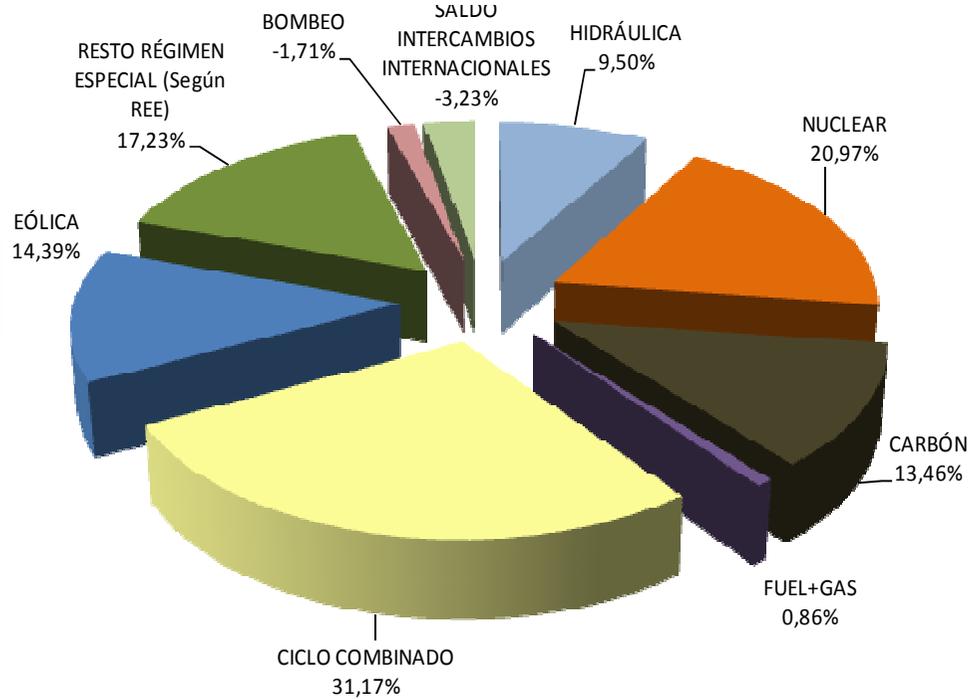
10º Congreso Nacional del Medio Ambiente

ENERGIA EOLICA. ESTADO DE LA TECNOLOGIA

20

LA ENERGIA EOLICA TIENE UN IMPORTANTE PESO EN LA COBERTURA DE LA DEMANDA

Cobertura en 2009



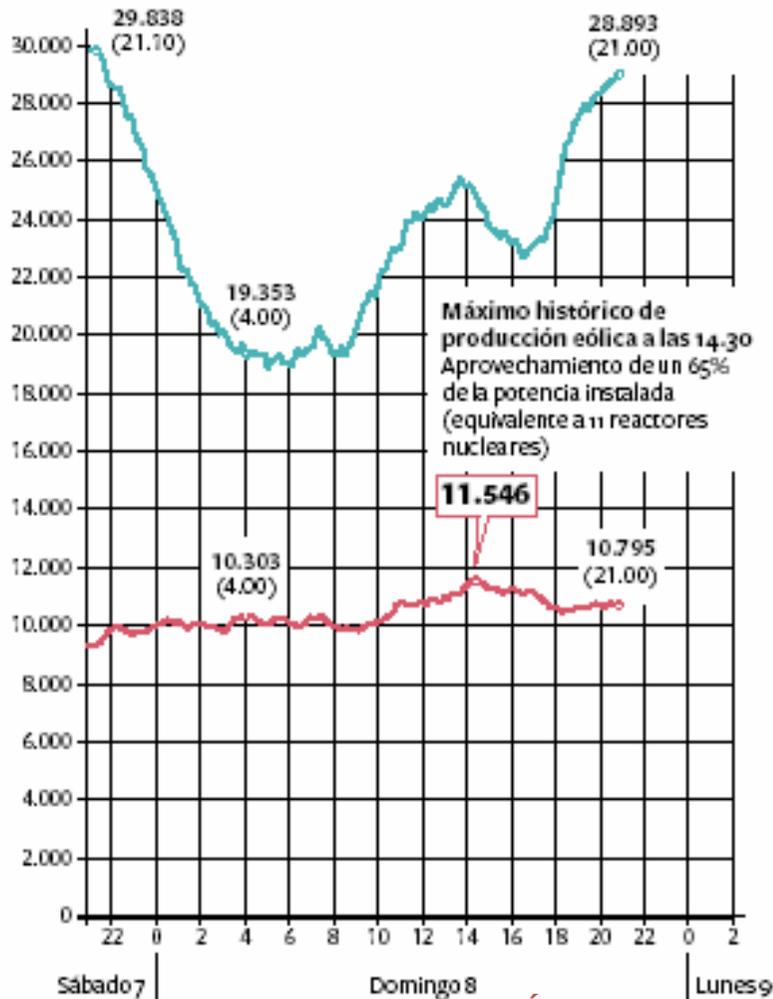
Evolución cobertura con eólica

Fuente: REE y elaboración AEE

ENERGIA EOLICA. ESTADO DE LA TECNOLOGIA

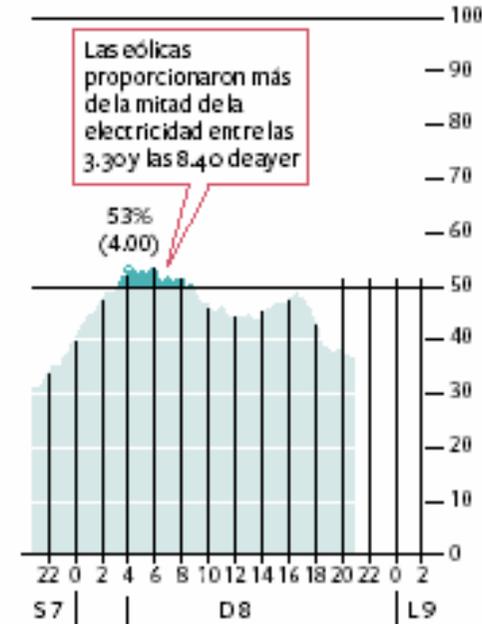
El mercado de la energía en España

■ DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DURANTE EL FIN DE SEMANA
En megavatios (MW). — Total energía generada — Generación eólica

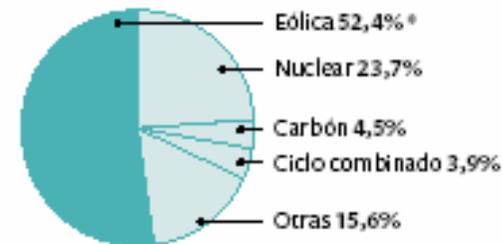


Fuente: EL PAÍS 9/11/2009

■ GENERACIÓN EÓLICA
En % del total.



ESTRUCTURA DE GENERACIÓN A LAS 4.00



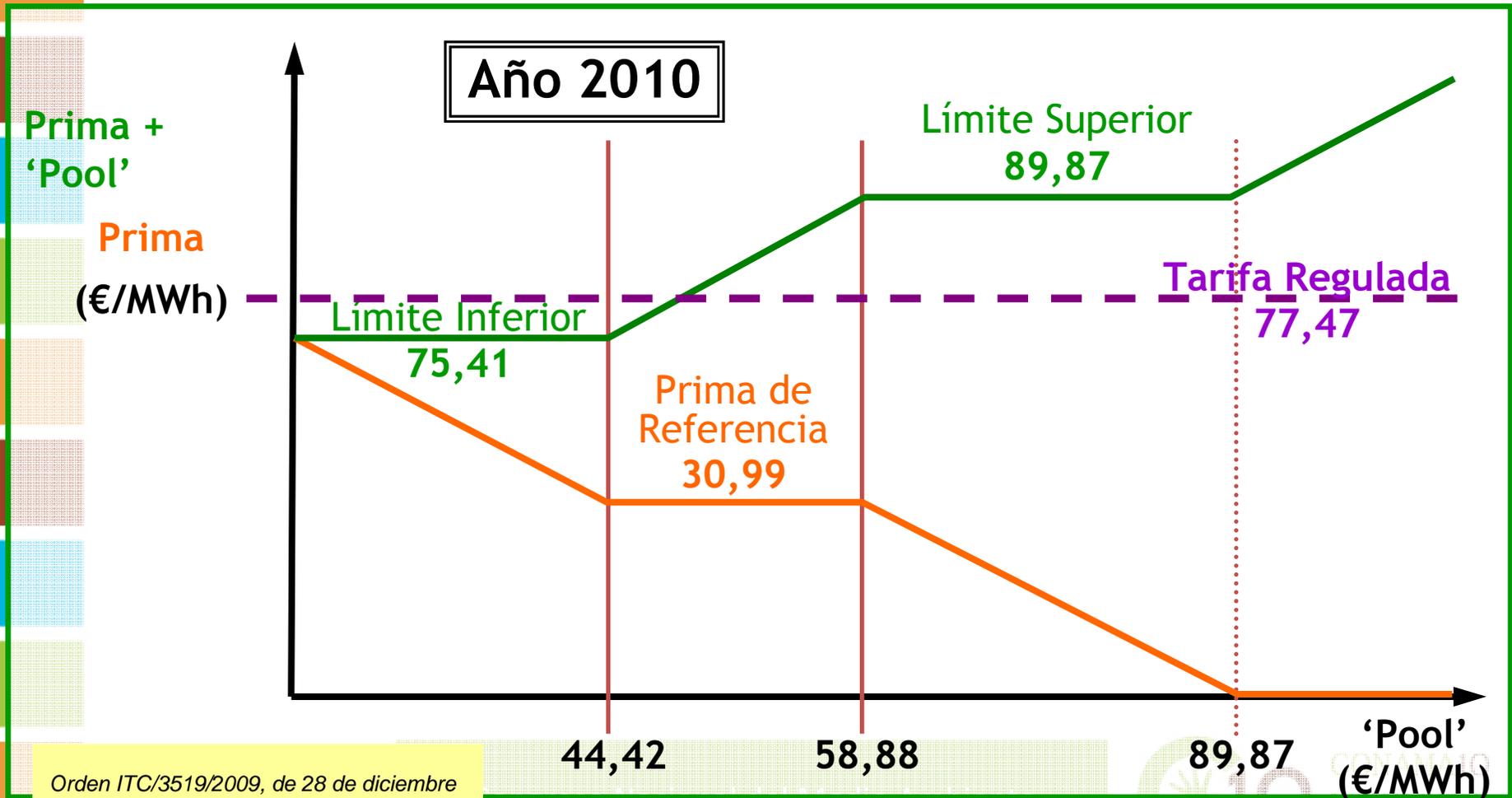
* Incluye aportes al sistema (un 6,3% para el bombeo hidráulico y un 7,7% de exportación)



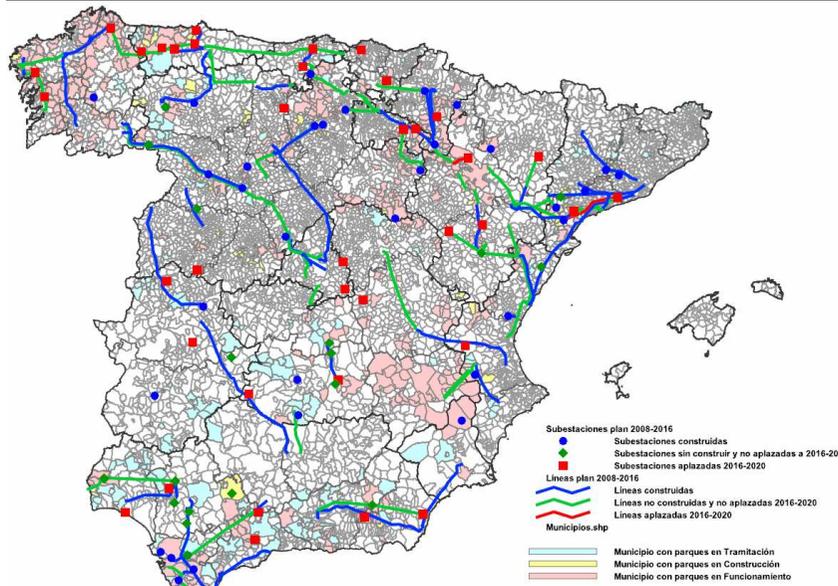
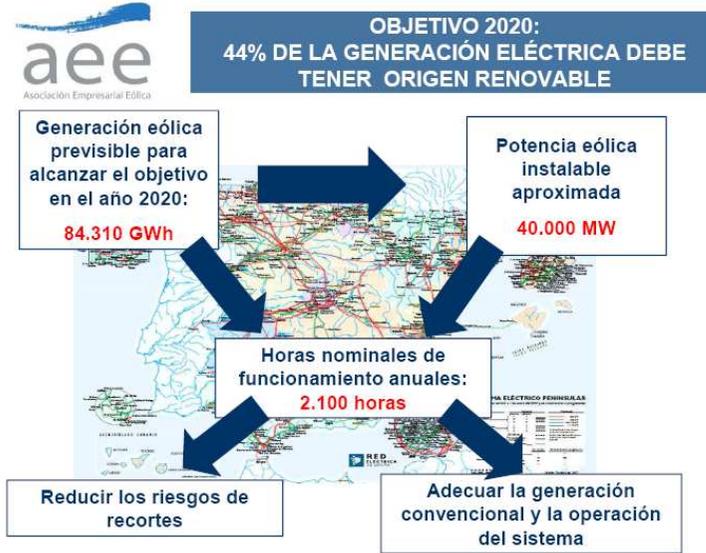
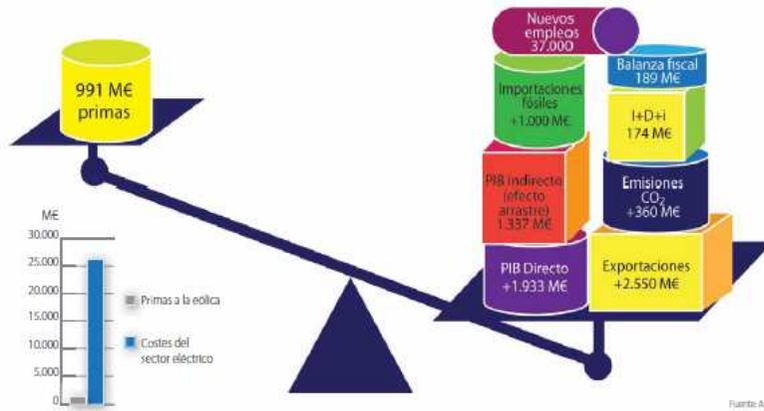
ENERGIA EOLICA. ESTADO DE LA TECNOLOGIA

RD 661/2007 del Régimen Especial. Área Eólica

Subgrupo b.2.1: Eólica en tierra (primeros 20 años)



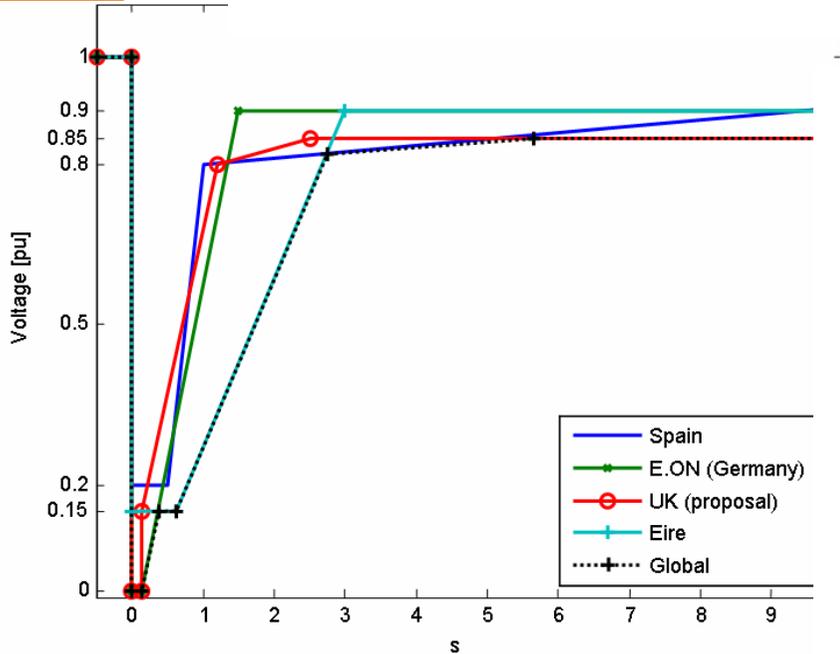
ENERGIA EOLICA. ESTADO DE LA TECNOLOGIA



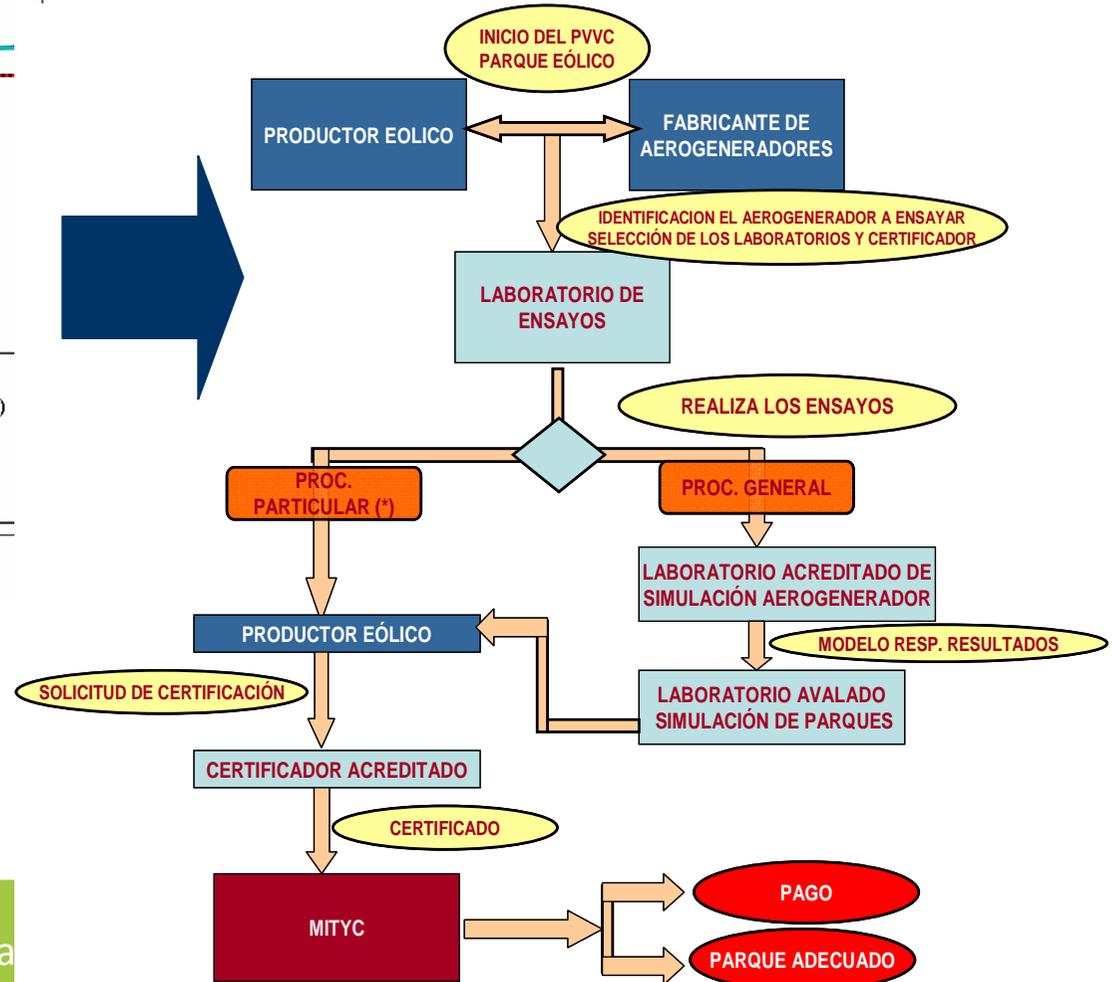
Medio Ambiente



INTEGRACION EN RED . ERICTOS CODIGOS DE RED



Source: E2Q



(*) AEROGENERADOR CUMPLE PO 12.3 Y PARQUE DENTRO DE PARQUE TIPO

Grandes Aerogeneradores en desarrollo en España

FABRICANTE	MODELO	POTENCIA NOMINAL (kW)
Alstom Wind	Eco 100	3000
GAMESA	G128	4500
GE Wind Energy	GE 3.6 s	3600
MTorres	TWT-2500	2500
Acciona Windpower	AW-3000	3000
Vestas	V100	3000

- La energía eólica es una de las fuentes de energías renovables con mayor proyección internacional. (Costes y tecnología)
- La situación financiera está afectando de forma coyuntural al desarrollo de los parques eólicos.
- Las perspectivas futuras son optimistas, a escala mundial:
 - Garantía de la disponibilidad de los parques eólicos
 - Integración en red.
 - La energía eólica es una opción de estratégica de futura
- Se espera un gran desarrollo tecnológico



R. Murad / AEE

Medio Ambiente



CONGRESO NACIONAL
DEL MEDIO AMBIENTE



Gracias por su atención

enrique.soria@ciemat.es

www.ciemat.es