



CNE

# ESTUDIO ECONÓMICO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

**Carlos Solé Martín**  
**Luis Jesús Sánchez de Tembleque**

**Cartagena de Indias, 9-13 febrero 2009**

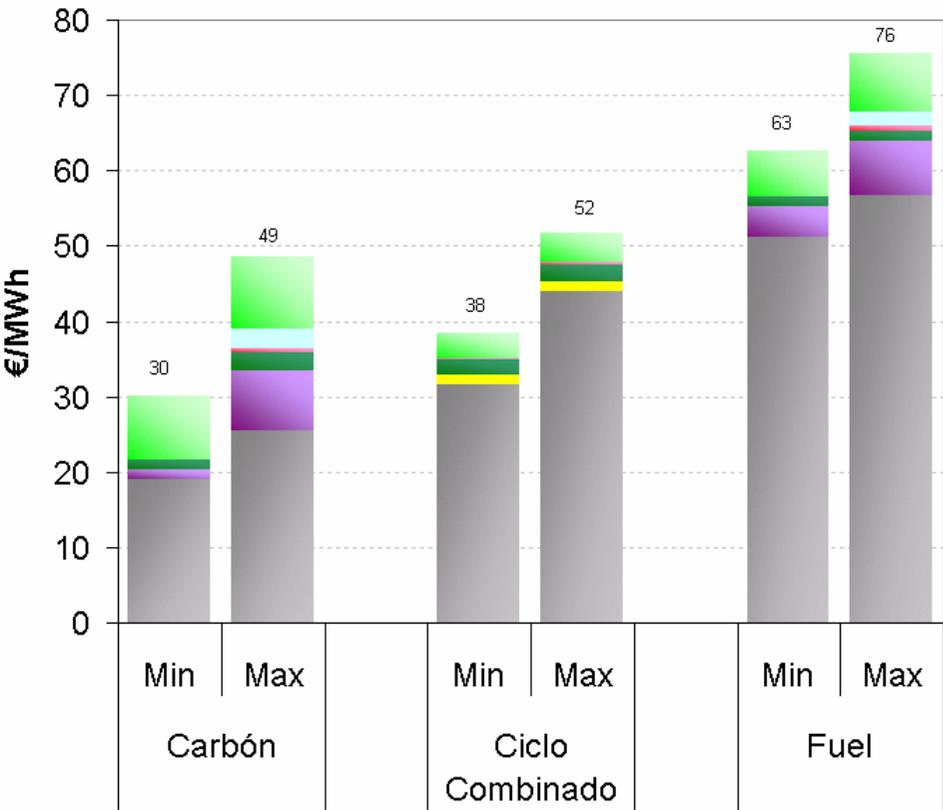
# Índice

---

- 1. Costes de inversión, de operación y otros**
- 2. Ingresos por venta de energía y otros**
- 3. Rentabilidad**
- 4. Ejemplos**

# Los costes de las renovables

## Comparación con generación convencional



### Costes variables



### Cotizaciones

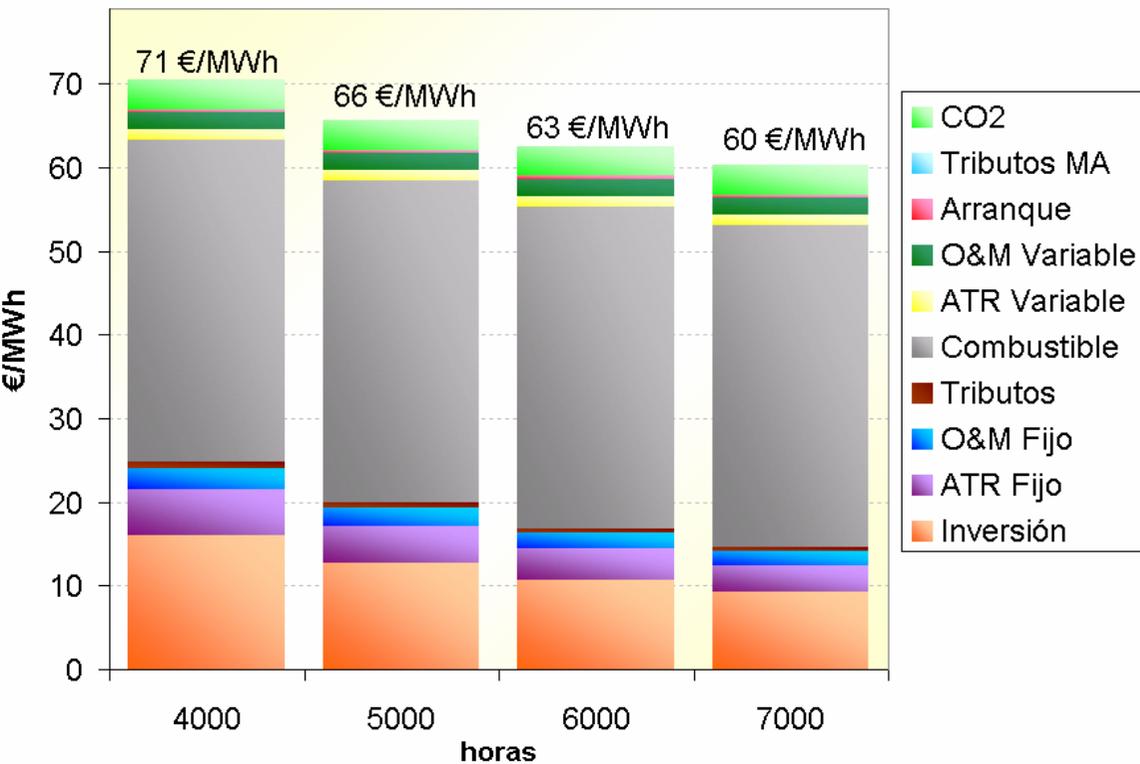
Carbón (API 2)	68.01	\$/t
Petróleo (Brent)	56.66	\$/bbl
Gas Natural (NYMEX)	7.83	\$/MMBtu
Derechos de emisión	9.45	€/t CO2
Fuel-Oil 1%S CIF Med	266.80	\$/t

(€/MWh)	Carbón		Ciclo Combinado		Fuel	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Combustible	18.94	25.57	31.64	44.04 *	51.13	56.66
Logística	1.47	7.93			4.19	7.33
ATR Variable			1.20	1.25		
O&M Variable	1.20	2.40	2.10	2.10	1.20	1.20
Arranque	0.03	0.58	0.19	0.49	0.05	0.85
Tributos MA		2.41		0.06		1.80
CO <sub>2</sub>	8.51	9.64	3.31	3.78	6.14	7.75
	30.15	48.53	38.44	51.72 *	62.71	75.59

\* El coste máximo de las centrales de ciclo combinado refleja la cotización del gas natural en operaciones de compra *spot* para el mercado español en el mes de noviembre

# Los costes de las renovables

## Comparación con generación convencional



### Coste total de generación ciclo combinado

(€/MWh)	Ciclo Combinado			
	4000 h	5000 h	6000 h	7000 h
Inversión	16.00	12.80	10.70	9.20
ATR Fijo	5.48	4.38	3.68	3.18
O&M Fijo	2.60	2.20	2.00	1.80
Tributos	0.75	0.60	0.50	0.43
Combustible	38.44			
ATR Variable	1.23			
O&M Variable	2.10			
Arranque	0.34			
Tributos MA	0.03			
CO <sub>2</sub>	3.54			
	<b>70.51</b>	<b>65.66</b>	<b>62.56</b>	<b>60.29</b>

# **1. Costes de las renovables**

Coste de Inversión

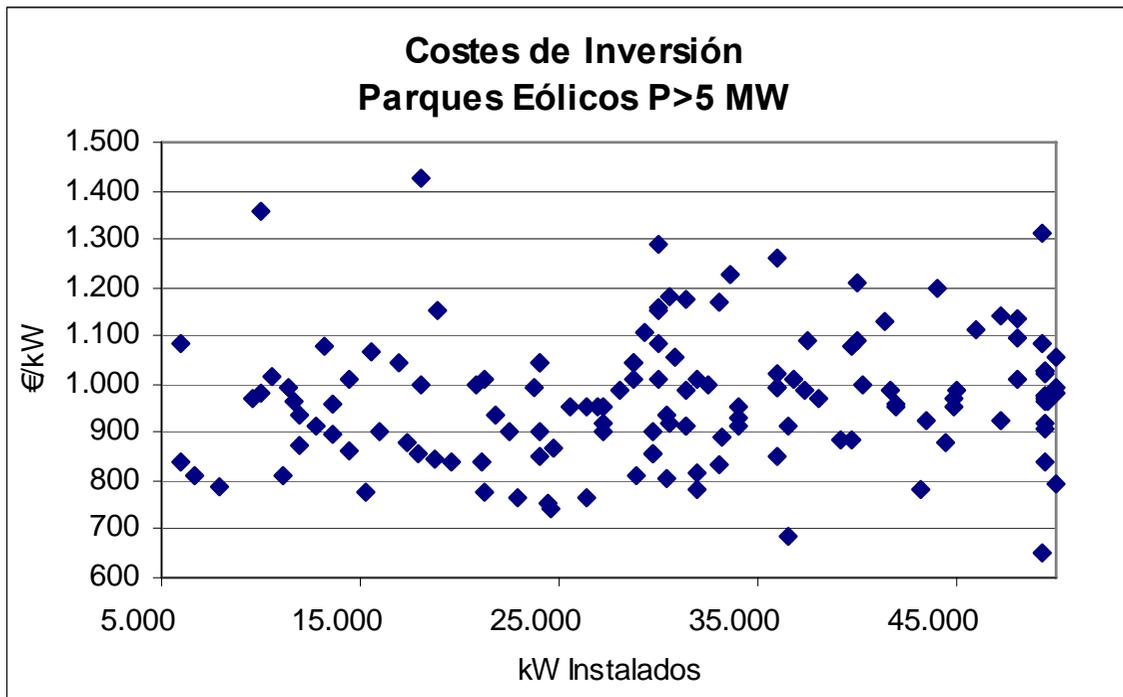
Coste de Operación y Otros

**Coste total de generación**

# Los costes de las renovables

## Coste de inversión. Eólica en tierra

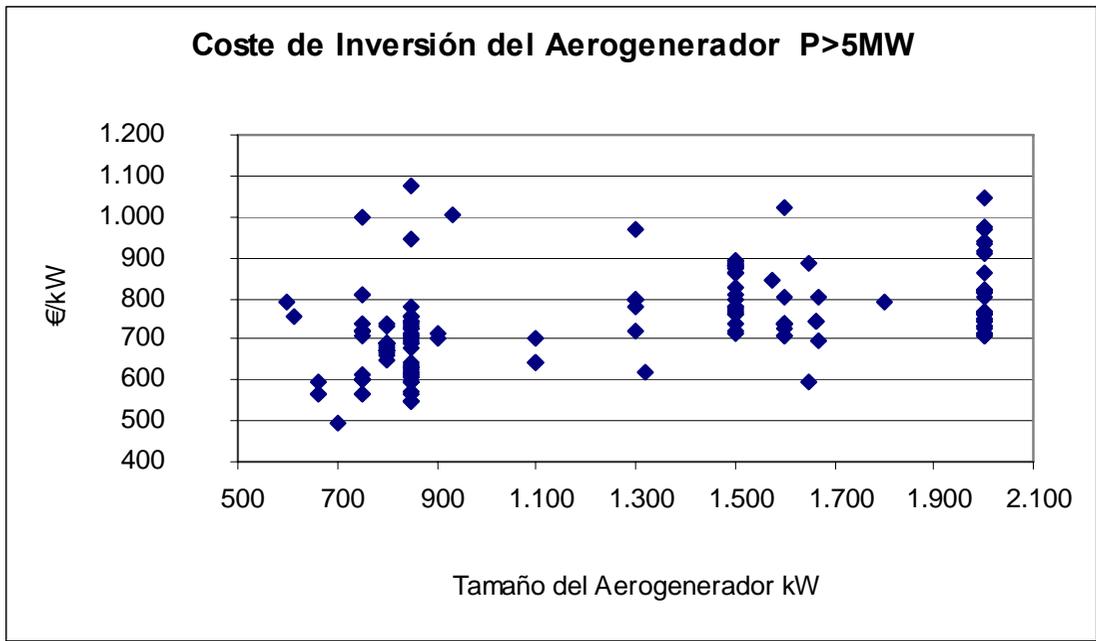
El coste de inversión está entre 1.200 y 800 €/kW en 2007.



# Los costes de las renovables

## Coste de inversión. Eólica en tierra

El coste de inversión aerogenerador:

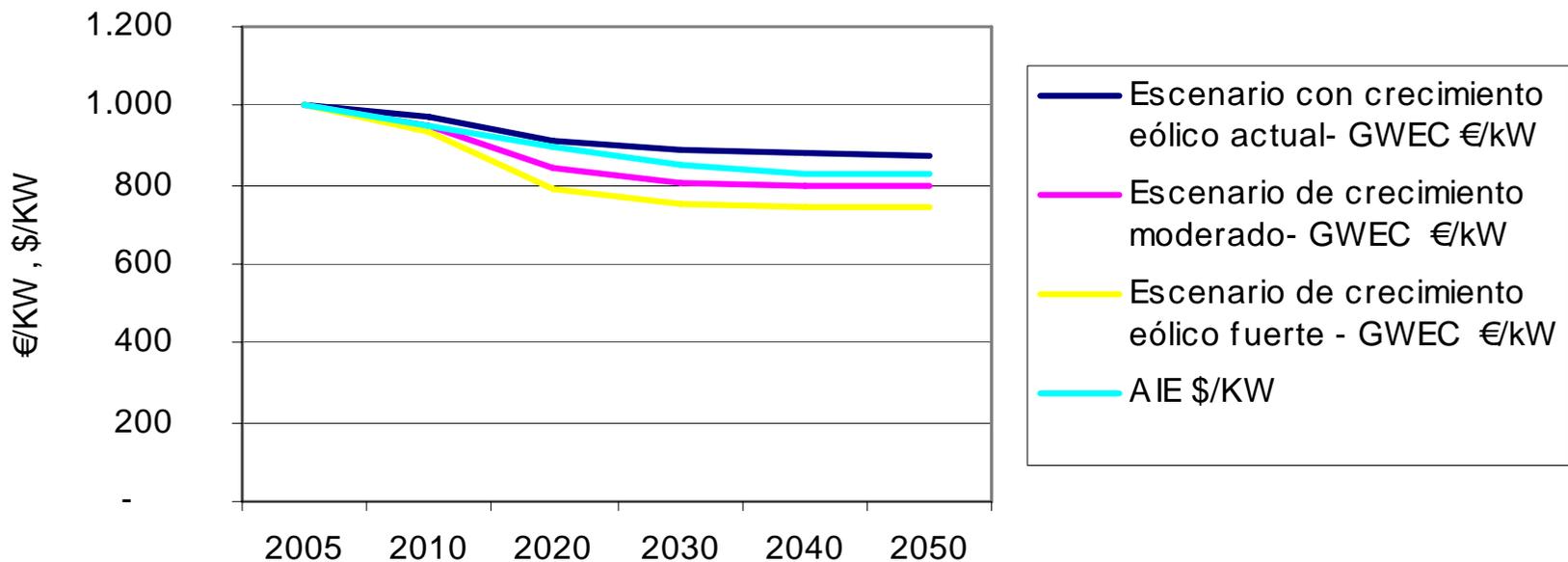


# Los costes de las renovables

## Coste de inversión. Eólica en tierra

El coste de inversión estará entre 850 y 700 €/kW en 2030.

### Evolución del coste de inversión de una instalación eólica



Fuente: Energy Technology perspectives 2006, IEA.

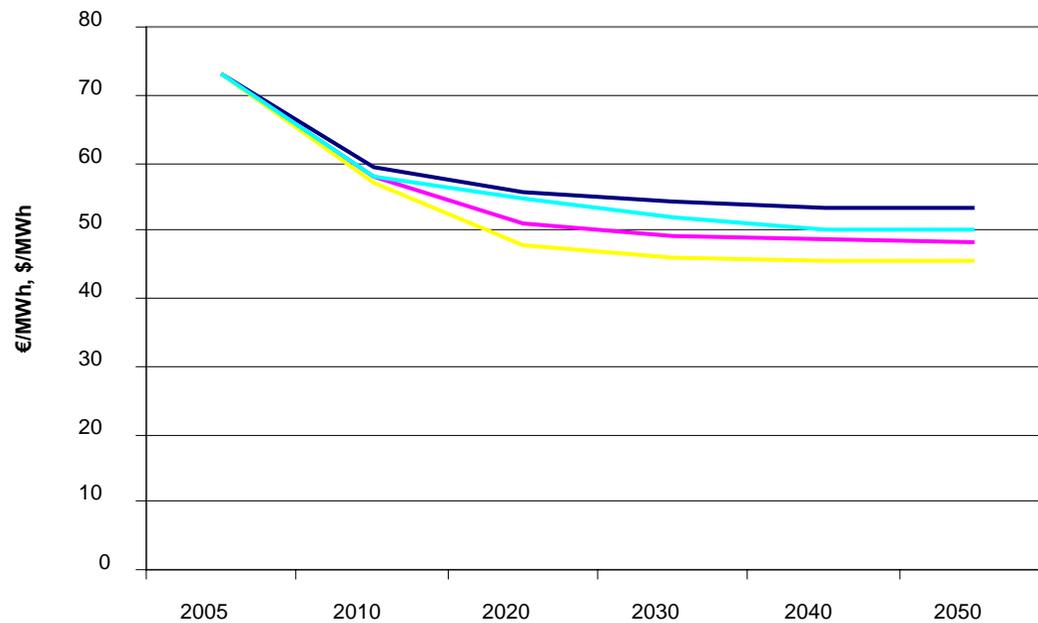
Perspectivas Globales de la Energía Eólica 2006. Global Wind Energy Council (GWEC).

# Los costes de las renovables

## Coste de inversión. Eólica en tierra.

El coste medio de una instalación eólica en 2030 rondará los 48-43 €/MWh (2.000 - 2.200 h)

Evolución del coste medio de generación eólica



Fuente: Energy Technology perspectives 2006, IEA.

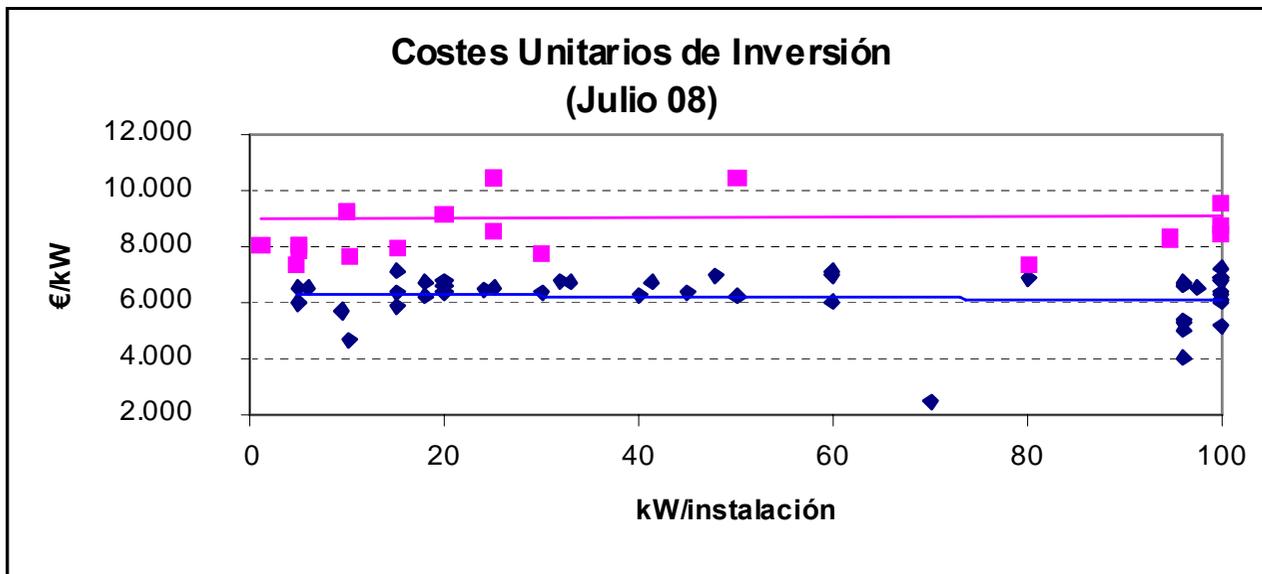
Horas medias: 2.200 h

Perspectivas Globales de la Energía Eólica 2006. Global Wind Energy Council (GWEC).

# Los costes de las renovables

## Coste de inversión. Fotovoltaica

En 2007, los costes de inversión están en 6.000 / 9.000 €/kW (fija/seguimiento)



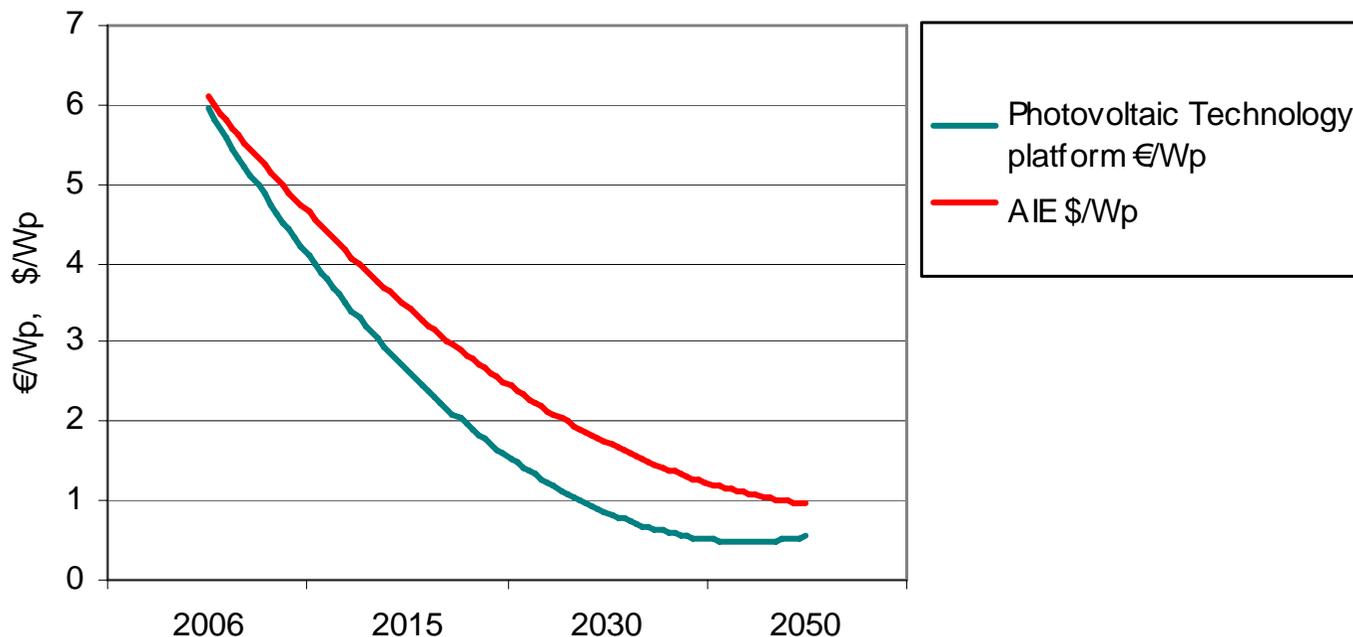
Los cuadrados corresponden a instalaciones con seguimiento y los rombos a instalaciones fijas.

# Los costes de las renovables

## Coste de inversión. Fotovoltaica

En 2030, los costes de inversión estarán en 1.000 €/kW,

**Evolución del coste de inversión de una instalación fotovoltaica**



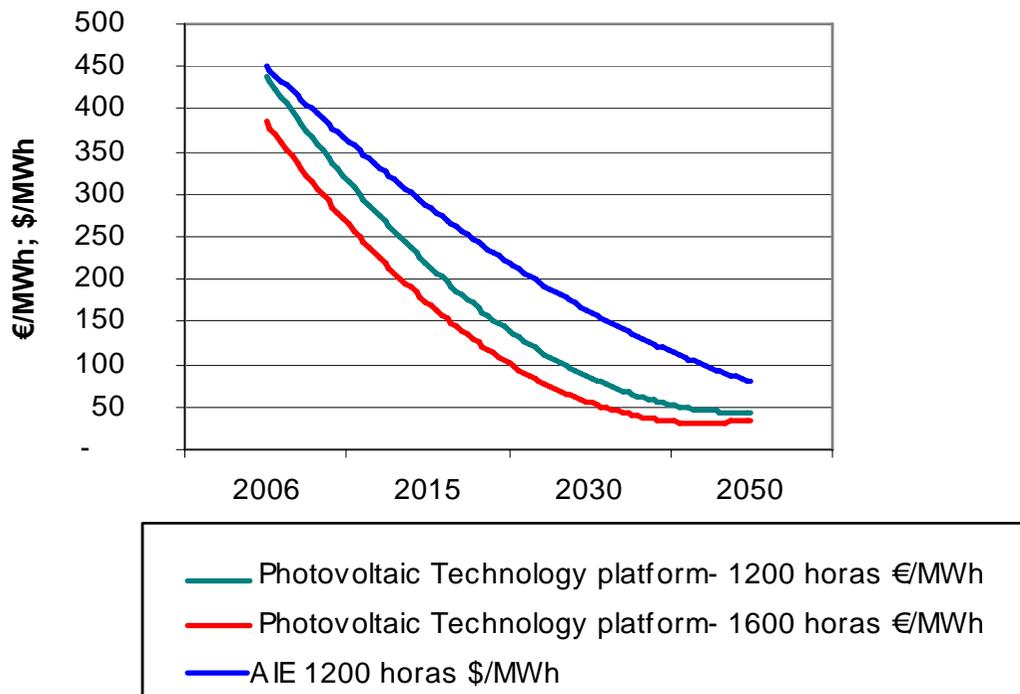
Fuente: Energy Technology Perspectives 2006, AIE.  
Photovoltaic Technology Platform- European Strategic Energy Plan

# Los costes de las renovables

## Coste total de generación. Fotovoltaica

En 2030, los costes medios entre 86-69 €/MWh (1.200 – 1.600 h)

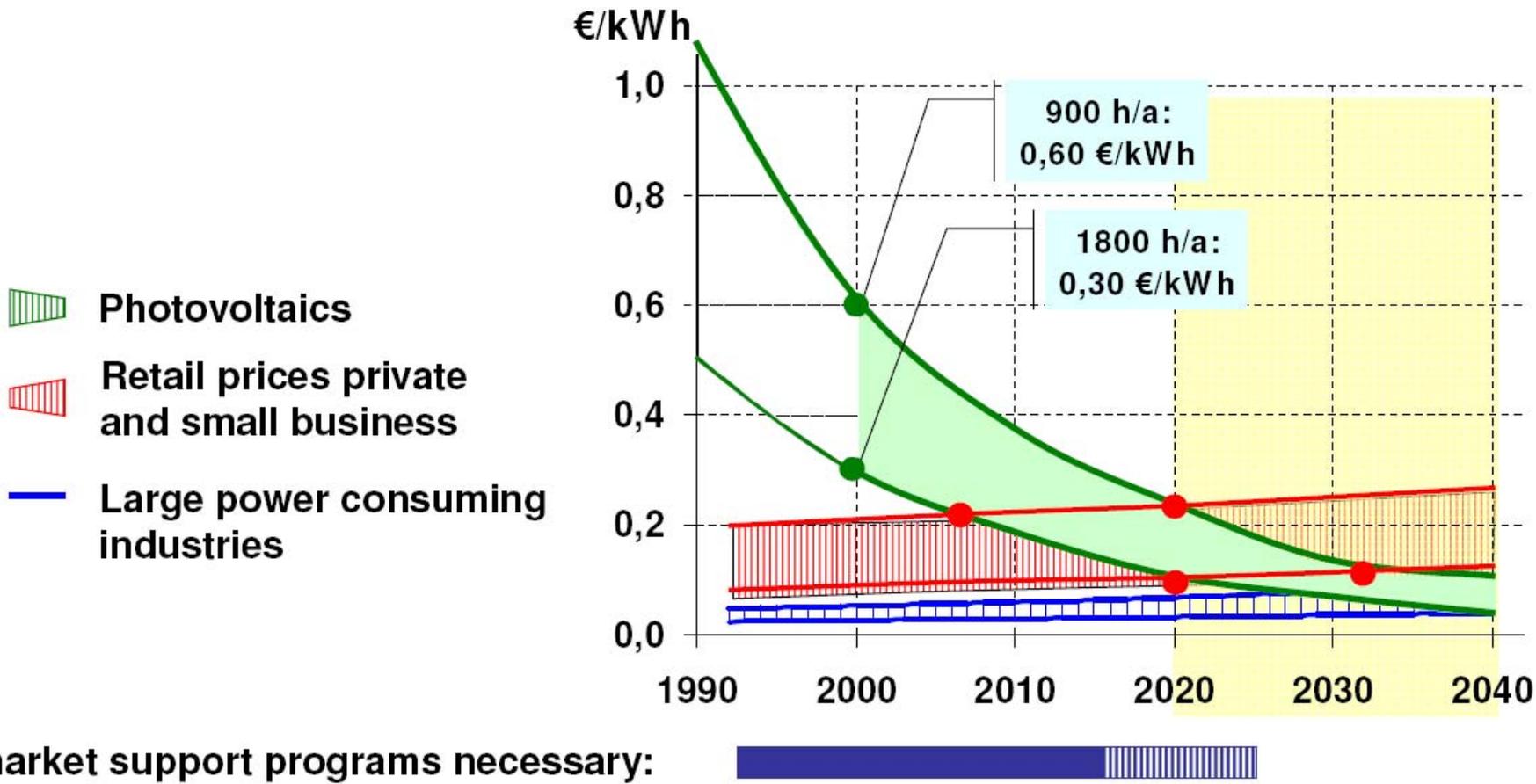
**Evolución de los costes medios de generación fotovoltaicos**



Fuente: Energy Technology Perspectives 2006, AIE.  
 Photovoltaic Technology Platform- European Strategic Energy Plan

# Los costes de las renovables

## Coste total de generación. Fotovoltaica

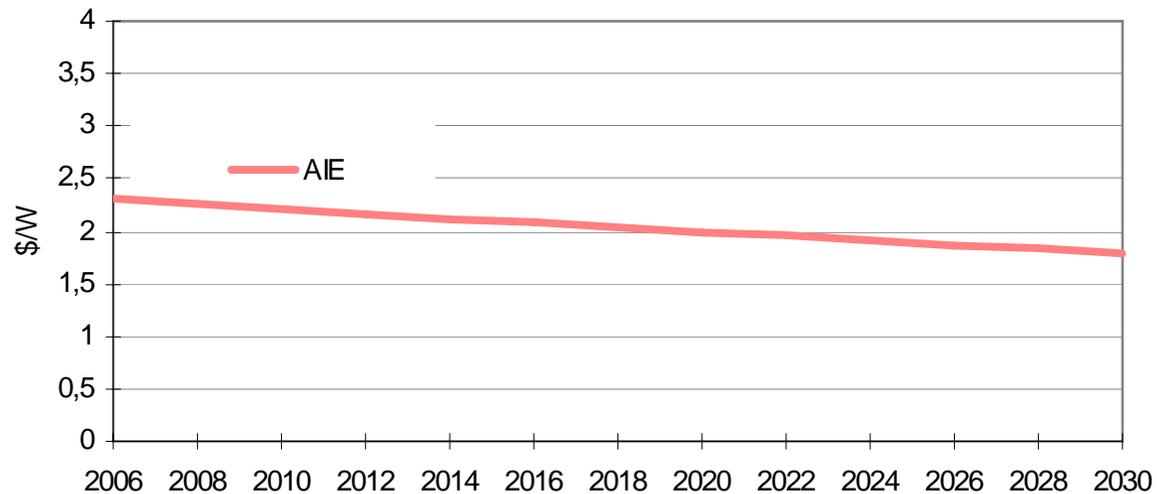


Source: RWE Energie AG and SCHOTT Solar GmbH

# Los costes de las renovables

## Coste de inversión. Solar termoeléctrica

En 2030, los costes de inversión estarán en 1.700 €/kW,

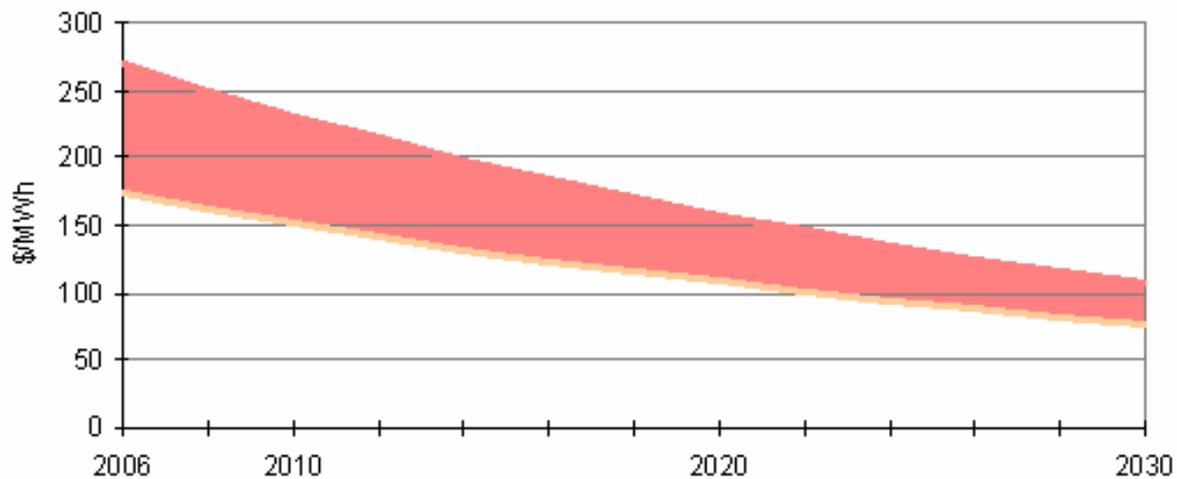


Fuente: Energy Technology Perspectives 2006, AIE.

# Los costes de las renovables

## Coste total de generación. Solar termoeléctrica

En 2030, los costes medios entre 90 -110 €/MWh

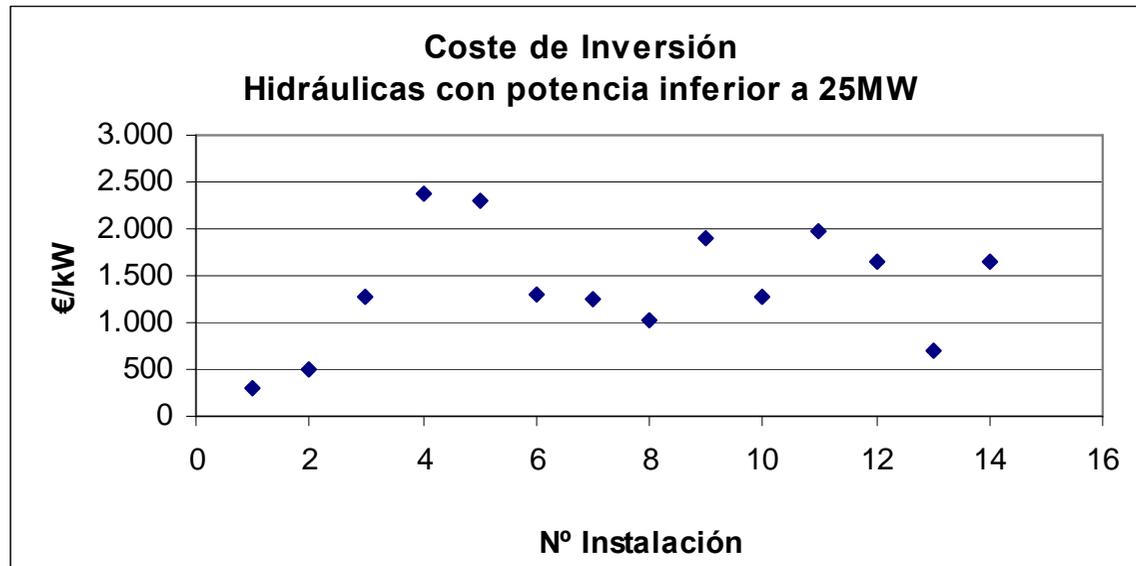


Fuente: Energy Technology Perspectives 2006, AIE.

# Los costes de las renovables

## Coste de inversión. Hidráulica

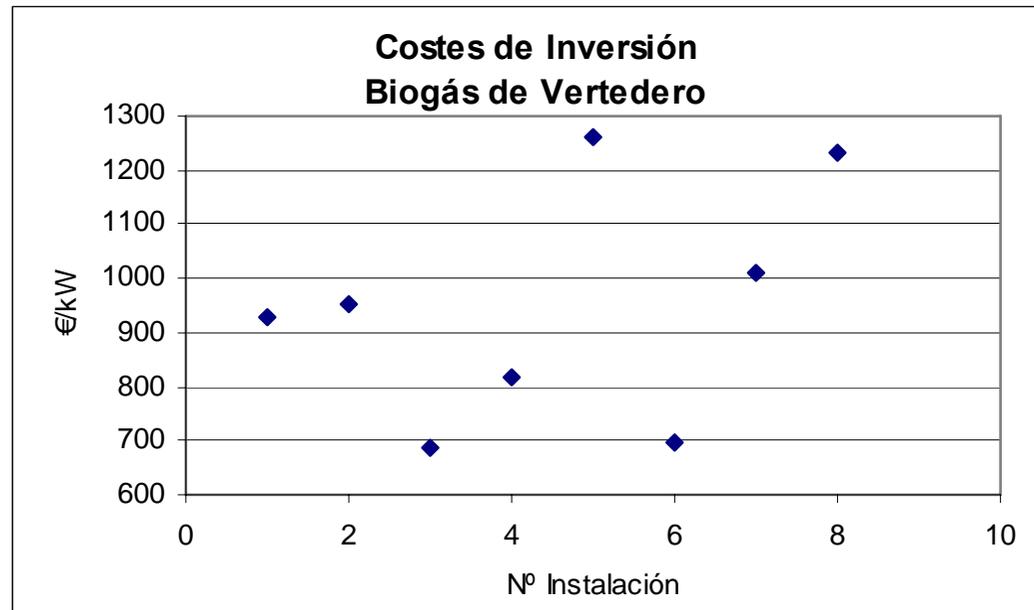
En 2007, los costes de inversión están en 1.000 - 2.000 €/kW



# Los costes de las renovables

## Coste de inversión. Biogás

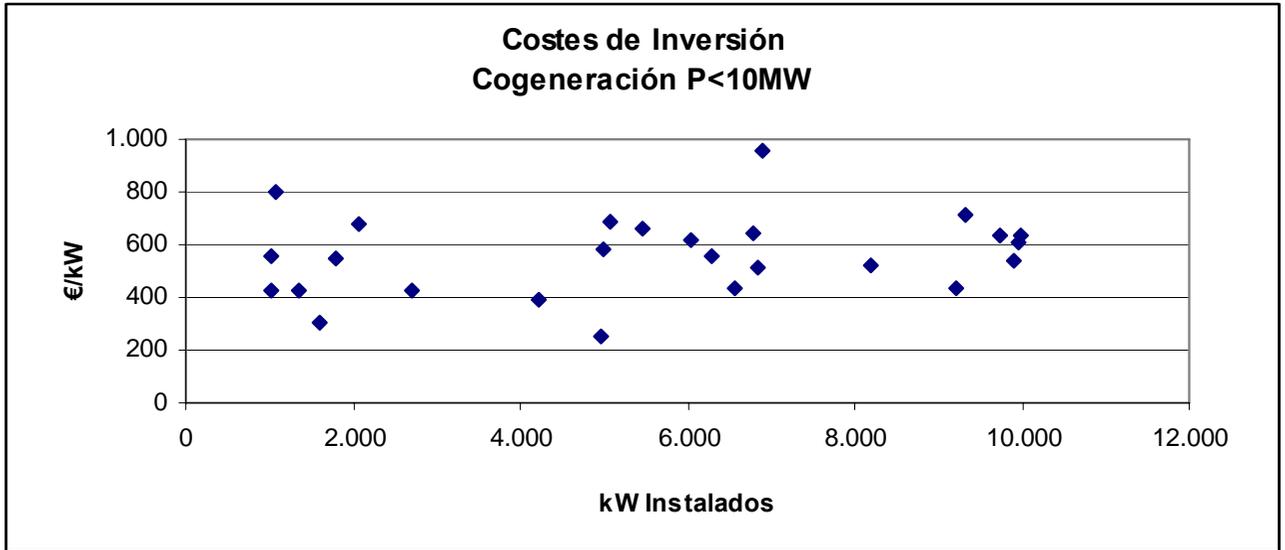
En 2007, los costes de inversión están en 800-1.100 €/kW



# Los costes de las renovables

## Coste de inversión. Cogeneración

En 2007, los costes de inversión están en 400-700 €/kW



## 2. Ingresos de las renovables

Venta a tarifa

Venta en el mercado

# Los ingresos de las renovables

## Tarifas y primas de las renovables

Grupo	Subgrupo	Potencia	Plazo
b.1 Solar	b.1.1 Fotovoltaica	P > 100 kW	primeros 25 años
			a partir de entonces
		100 kW < P < 10 MW	primeros 25 años
			a partir de entonces
	10 < P < 50 MW	primeros 25 años	
		a partir de entonces	
b.1.2 Termoeléctrica		primeros 25 años	
		a partir de entonces	
b.2 Eólica	b.2.1 en tierra		primeros 20 años
			a partir de entonces
	b.2.2. marina		
b.3 Mares, geotérmica, otras			primeros 20 años
			a partir de entonces
b.4 Minihidráulica		=< 10 MW	primeros 25 años
			a partir de entonces
b.5 Minihidráulica		>10 MW	primeros 25 años
			a partir de entonces

Tarifa regulada c€/kWh	Prima de referencia c€/kWh	Límite Superior c€/kWh	Límite Inferior c€/kWh
<b>47,0181</b>			
37,6144			
44,5751			
35,6601			
24,5311			
19,6249			
<b>28,7603</b>	<b>27,1188</b>	36,7252	27,1228
23,0080	21,6950		
<b>7,8183</b>	<b>3,1273</b>	<b>9,0692</b>	7,6098
6,5341			
-	9,0004	16,9494	
7,3562	4,1046		
6,9505	3,2671		
<b>8,3278</b>	<b>2,6739</b>	<b>9,0965</b>	6,9612
7,4951	1,4353		
**	<b>2,2468</b>	<b>8,5413</b>	6,5341
***	1,4353		

# Los ingresos de las renovables

## Tarifas y primas de las renovables

Grupo	Subgrupo	Potencia	Plazo	Tarifa regulada c€/kWh	Prima de referencia c€/kWh	Límite Superior c€/kWh	Límite Inferior c€/kWh
b.6 Biomasa primaria	b.6.1	P?2 MW	primeros 15 años	16,9642	12,7888	17,7553	16,4528
			a partir de entonces	12,5911			
		2 MW ? P	primeros 15 años	<b>15,6509</b>	<b>11,2588</b>	<b>16,1111</b>	15,2356
			a partir de entonces	13,1825			
	b.6.2	P?2 MW	primeros 15 años	13,4216	9,2462	14,2107	12,9081
			a partir de entonces	9,0487			
		2 MW ? P	primeros 15 años	<b>11,4817</b>	<b>7,0895</b>	<b>11,9472</b>	11,0813
			a partir de entonces	8,6118			
	b.6.3	P?2 MW	primeros 15 años	13,4216	9,2462	14,2107	12,9081
			a partir de entonces	9,0487			
		2 MW ? P	primeros 15 años	<b>12,6299</b>	<b>8,2383</b>	<b>13,0896</b>	12,2141
			a partir de entonces	8,6118			
b.7 Biogás	b.7.1		primeros 15 años	8,5328	4,5132	9,5663	7,9434
			a partir de entonces	6,9505			
	b.7.2	P?500 kW	primeros 15 años	13,9533	10,9098	16,3673	13,1857
			a partir de entonces	6,9505			
		500 kW ? P	primeros 15 años	<b>10,3350</b>	<b>6,6475</b>	<b>11,7764</b>	10,1962
			a partir de entonces	6,9505			
	b.7.3		primeros 15 años	5,7227	3,7723	8,8937	5,4451
			a partir de entonces	5,7227			
b.8 Biomasa residual	b.8.1	P?2 MW	primeros 15 años	13,4216	9,2462	14,2107	12,9081
			a partir de entonces	9,0487			
		2 MW ? P	primeros 15 años	<b>11,4817</b>	<b>7,0895</b>	<b>11,9472</b>	11,0813
			a partir de entonces	8,6118			
	b.8.2	P?2 MW	primeros 15 años	9,9080	5,7336	10,6980	9,3848
			a partir de entonces	6,9505			
		2 MW ? P	primeros 15 años	<b>6,9484</b>	<b>2,5562</b>	<b>7,4096</b>	6,5341
			a partir de entonces	6,9484			
	b.8.3	P?2 MW	primeros 15 años	9,9080	5,9986	10,6980	9,3848
			a partir de entonces	6,9505			
		2 MW ? P	primeros 15 años	<b>8,5413</b>	<b>3,9170</b>	<b>9,6090</b>	8,0075
			a partir de entonces	6,9484			

# Los ingresos de las renovables

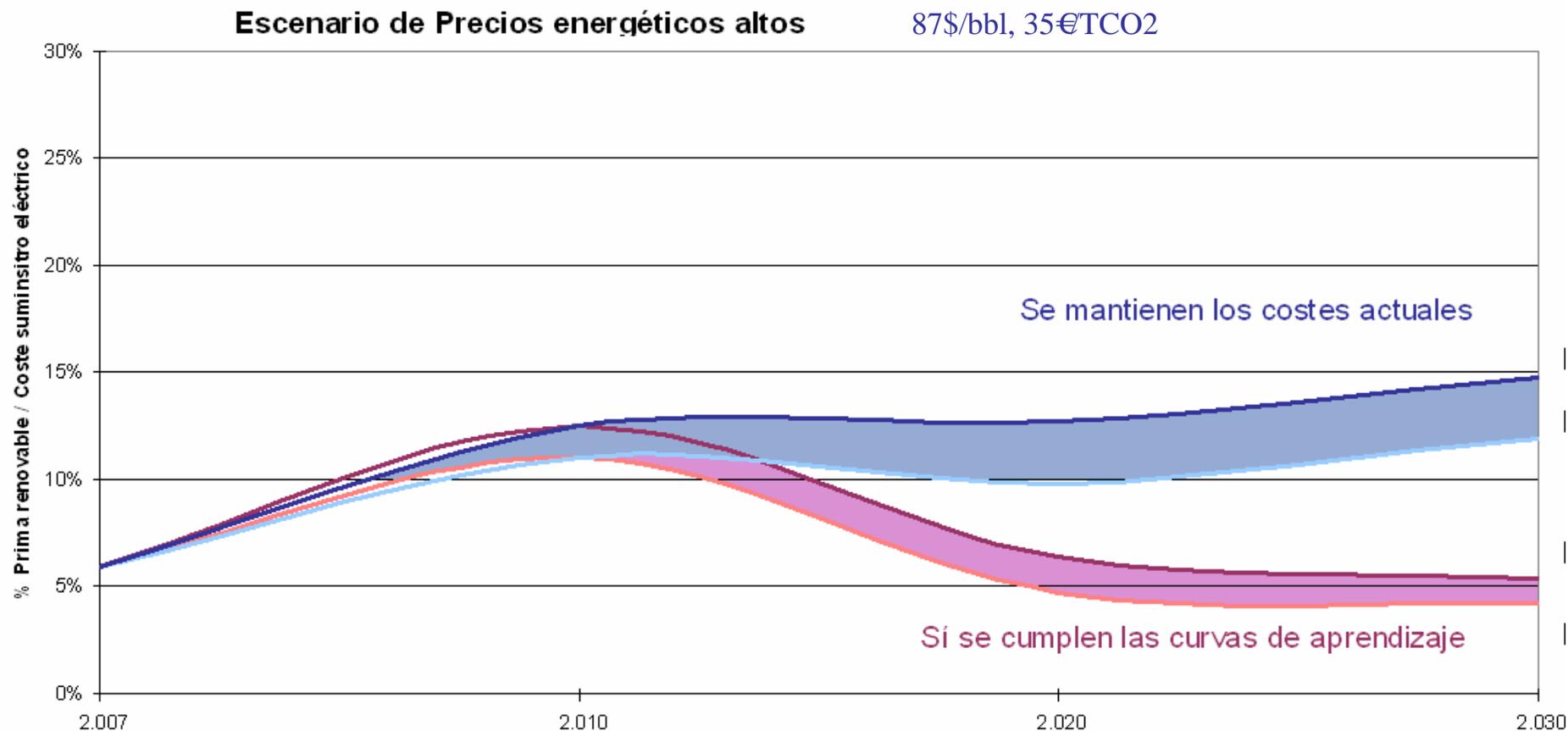
## Coste del régimen especial, año 2008

AÑO	OPCIÓN VENTA ENERGÍA	Tecnología	Energía Vendida (GWh)	Potencia Instalada (MW)	Retribución Total del R.Especial (Miles €)	Retribución Total del R.Especial (€/MWh)	Prima Equivalente (€/MWh)	
2008	Ventas a tarifa a través de distribuidora	Cogeneración	6.620	2.145	583.797	88	24	
		Solar	1.825	2.029	827.458	453	386	
		Eólica	1.822	892	124.449	68	9	
		Hidráulica	1.336	607	106.867	80	17	
		Biomasa	757	147	79.257	105	41	
		Residuos	495	111	28.387	57	0	
		Trat. Residuos	4.029	625	436.211	108	45	
	Total Ventas a tarifa			16.884	6.557	<b>2.186.427</b>	129	68
	Participación en Mercado de ofertas y vía Representante	Cogeneración	13.591	4.403	1.323.484	97	33	
		Solar	13	11	4.376	332	265	
		Eólica	29.083	14.242	2.950.466	101	42	
		Hidráulica	3.065	1.393	314.185	103	40	
		Biomasa	3.348	653	363.868	109	45	
		Residuos	2.361	528	214.387	91	27	
Total Participación en Mercado de			51.462	21.230	<b>5.170.766</b>	100	39	
<b>Total 2008</b>			<b>68.346</b>	<b>27.787</b>	<b>7.357.193</b>	<b>108</b>	<b>46</b>	

PREVISIÓN DEL AÑO 2008					
	Ventas de energía (GWh)	Coste Total (M€)	Precio Mercado cent€/kWh revisado	Importe de la Prima Equivalente (M€)	% S/ Ingresos totales
Previsión cierre 2008	68.346	7.357	65,81	2.859	9,4%

# El régimen jurídico y económico

## Coste del régimen especial



### 3. La rentabilidad de las renovables

- La medida de la rentabilidad
- Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) vs. Coste del Capital (WACC)
- La Metodología CNE

# La rentabilidad de las renovables

## La medida de la rentabilidad

### 1. Plazo de recuperación (pay-back)

$$P=I/Q$$

*Periodo de tiempo en que tarda en recuperarse la inversión inicial (I) con los flujos de caja anuales (Q).*

- La vida útil debe ser mayor que P
- Criterio de liquidez: Dar preferencia a inversiones de menor P
- Pero, no tiene en cuenta el momento en que se genera Q: Se suman u.m. de diversos años (heterogéneas) y se compara con la inversión

# La rentabilidad de las renovables

## La medida de la rentabilidad

### 2. Flujo de caja (cash-flow) total, por unidad monetaria comprometida

$$r' = (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n) / I$$

*El coeficiente  $r'$  es la cantidad de u.m. que la inversión genera por cada u.m. invertida*

- $r'$  debe ser superior a 1
- Pero, no tiene en cuenta el momento en que se genera Q: Se suman u.m. de diversos años (heterogéneas) y se compara con la inversión
- Tampoco considera la vida útil (se pueden obtener igual  $r'$  para 1 o 10 años)

# La rentabilidad de las renovables

## La medida de la rentabilidad

### 2. Flujo de caja (cash-flow) medio anual, por unidad monetaria comprometida

$$Q = (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n) / n \qquad r'' = Q / I$$

*El coeficiente  $r''$  es la cantidad de u.m. que la inversión genera cada año la inversión por cada u.m. invertida*

- $r''$  cuanto mayor, mejor
- Pero, no tiene en cuenta el momento en que se genera Q: Se suman u.m. de diversos años (heterogéneas) y se compara con la inversión
- Tiende a dar preferencia a las menores vidas útiles

# La rentabilidad de las renovables

## La medida de la rentabilidad

### 3. Valor Actual Neto (VAN)

$$VA = Q1/(1+k) + Q2/(1+k)^2 + \dots + Qn/(1+k)^n$$

$$VAN = VA - I$$

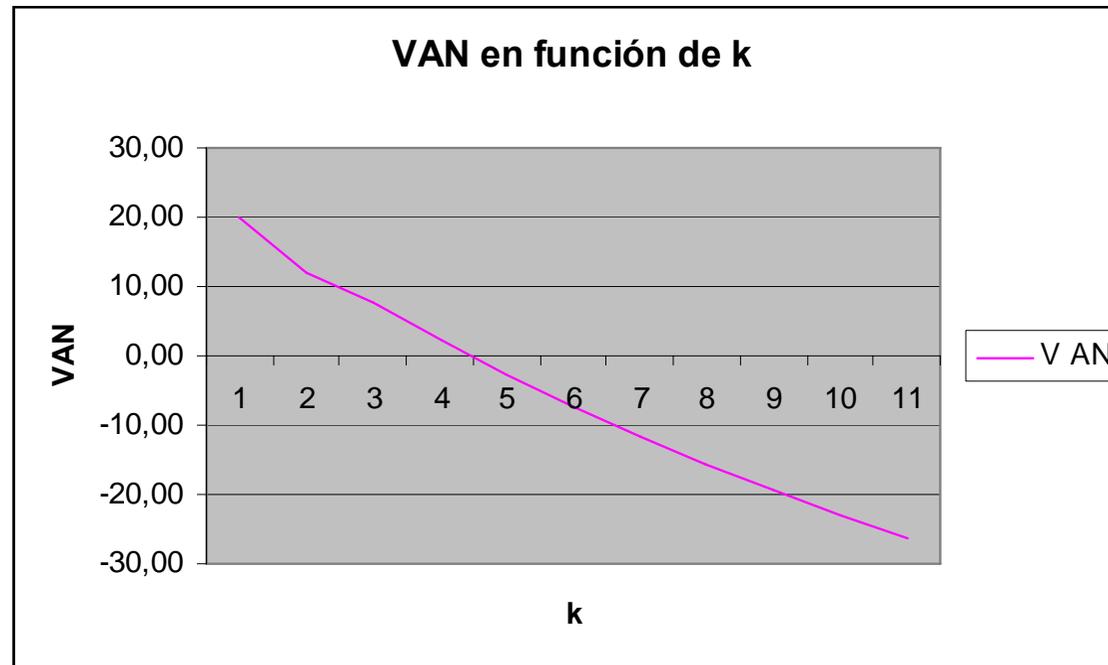
*Diferencia entre el valor actual (VA) y la inversión inicial (I), siendo k la rentabilidad mínima anual exigida por el inversor (tasa de descuento)*

- $k = i + g + i.g$  (i= rentabilidad real, g= inflación, i.g=prima de riesgo de la inflación)
- k debe ser mayor que el coste del capital (de la financiación)
- k debe contener, además, una prima de riesgo
- $VAN > 0$  aconseja llevar a cabo la inversión

# La rentabilidad de las renovables

## La medida de la rentabilidad

### 4. Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)



- Al aumentar k, el VAN disminuye
- TIR = k para el que el VAN es igual a cero

# La rentabilidad de las renovables

## La Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) v.s Coste del Capital (WACC)

**Financiación de los proyectos sobre energías renovables -> “project finance”.**

Apalancamiento financiero entre el 55% y el 90% de la inversión, con un periodo de recuperación del préstamo de 10 años, una comisión de apertura del 1,5% a pagar en el primer año y un coste medio de la deuda igual al Euribor a seis meses mas 1,50%.

### TIR (Tasa Interna de Rentabilidad) de los proyectos sobre energías renovables: tasa interna de rentabilidad de los flujos de caja libres y después de impuestos

- Amortización y Vida económica del proyecto
- Subvenciones
- Coste de abandono y Valor residual del emplazamiento
- Impuesto de sociedades
- Horas de utilización
- Costes de explotación (combustible, de operación y mantenimiento, seguros, cánones -por el uso del terreno o de un caudal- y otros)
- Ingresos de explotación (ventas de energía eléctrica)
- Otros ingresos de explotación (ventas de energía en concepto de autoconsumo eléctrico en la industria asociada, ventas de energía térmica a esa misma industria, ventas de subproductos -orujo, residuo seco, fertilizante, etc- e ingresos en conceptos de cánones por el tratamiento de residuos

# La rentabilidad de las renovables

## La Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) v.s Coste del Capital (WACC)

- **La metodología WACC (*Weighted Average Cost of Capital*) es ampliamente aplicada para estimar el coste de capital**
  - ▶ *El WACC representa la tasa de descuento que una empresa aplicaría a la hora de evaluar sus inversiones*
  - ▶ *Si la rentabilidad que ofrece un proyecto a los proveedores de capital (deuda y fondos propios) es inferior que el WACC, éstos no estarán dispuestos a dotar los fondos necesarios - el WACC representa el **coste de oportunidad promedio de los proveedores de capital***
  - ▶ *Permitir una remuneración de las inversiones con una rentabilidad mayor al WACC implica que la empresa podrá acometer el proyecto con rentabilidad.*

# La rentabilidad de las renovables

## La Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) v.s Coste del Capital (WACC)

$$\text{WACC}_{\text{nominal post-tax}} = \frac{D}{D+E} \cdot (R_D)_{\text{pre-tax nominal}} \cdot (1-T) + \frac{E}{D+E} \cdot (R_E)_{\text{post-tax nominal}}$$

*Apalancamiento o "Gearing"*      *Coste de la deuda antes de impuestos*      *Ajuste impuestos*      *Coste de los fondos propios después de impuestos*

# La rentabilidad de las renovables

## La Metodología de la CNE

---

$$\text{Retribución} = A + B + C \quad (\text{c€/kWh})$$

a) Retribución de la Opción a tarifa =  $A+B = (\text{Tarifa})$

b) Retribución de la Opción de mercado:  $(A+B)+C = (\text{Tarifa})+\text{Incentivo} =$   
 $= (\text{Precio del mercado} + \text{Prima})+\text{Incentivo}$

El parámetro A es el **coste de producción reconocido** o **ingreso necesario** para que la inversión del proyecto tipo obtenga una ***tasa interna de rentabilidad de los flujos de caja libres y después de impuestos (TIR)***.

A partir de información de cada tecnología tipo relativa a la inversión y a los costes e ingresos de explotación de las instalaciones reales puestas en marcha durante el periodo regulatorio anterior.

# La rentabilidad de las renovables

## La Metodología de la CNE

### El parámetro A :

1. **TIR del proyecto** ( $>WACC$ )
2. **Vida económica del proyecto:** 15 años (fotov.20, hidro.25)
3. **Impuesto de sociedades** (30% sobre el beneficio bruto anual y deducción del 10%)
4. **Subvenciones** (a la inversión o a la explotación)
5. **No se considera coste de abandono, ni valor residual del emplazamiento**
6. **Costes de explotación:** costes de combustible, de operación y mantenimiento, seguros, cánones (por el uso del terreno o de un caudal), costes de la financiación y otros.
7. **Otros ingresos de explotación:** derivados de las ventas de energía eléctrica y térmica (cogeneración), las ventas de subproductos (orujo, residuo seco, etc) y los ingresos en conceptos de cánones por el tratamiento de residuos.

# La rentabilidad de las renovables



## La Metodología de la CNE. Recogida de datos

**VERSIÓN 1 CIRCULAR 3/2005, de 12 de octubre, de la Comisión Nacional de Energía, sobre petición de información de inversiones, costes, ingresos y otros parámetros de las instalaciones de producción de electricidad en régimen especial.  
FORMULARIO DE INFORMACIÓN**

DATOS DE LA INSTALACIÓN	FASE 1	FASE 2	FASE 3
Nombre			
Titular			
Código Instalación CNE			
Código Registro Autonómico			
Código Registro MITyC			
Fecha de puesta en marcha			
Real Decreto al que está acogida	▼	▼	▼
Grupo y Subgrupo del Real Decreto	▼	▼	▼
Potencia eléctrica de cada una de las ampliaciones que forman la instalación (kW)			
Potencia unitaria media de los generadores (kW)			
Instalación nueva/existente o modificación sustancial en el año de la información	▼	▼	▼
Tipo de modificación sustancial	▼	▼	▼
Tipo de tecnología	▼	▼	▼
Combustible principal consumido	▼	▼	▼
Combustible auxiliar consumido	▼	▼	▼
Vida útil estimada (años)			

# La rentabilidad de las renovables

## La Metodología de la CNE. Recogida de datos

DATOS DE LA INVERSIÓN	FASE 1	FASE 2	FASE 3
TOTAL INVERSIÓN	0,00	0,00	0,00
Equipos principales (€)			
Obra civil (€)			
Conexión a la red eléctrica (€)			
Conexión a la red de gas (€)			
Otros (a especificar) (€)			
Inversión inmaterial (€)			
Vida económica (Nº de años de amortización contable)			
Subvenciones recibidas a la inversión (€)			
Origen de la Subvención	▼	▼	▼
Fecha de Inicio de la Obra Civil (dd/mm/aaaa)			
DATOS DE LA FINANCIACIÓN	FASE 1	FASE 2	FASE 3
Porcentaje de financiación frente a inversión total (%)			
Tipo de interés medio anual de la financiación (%)			
Subvención al tipo de interés	▼	▼	▼
Exenciones fiscales (%)			

# La rentabilidad de las renovables

## La Metodología de la CNE. Recogida de datos

PARÁMETROS TÉCNICOS	DATOS REFERENTES AL TOTAL DE LA INSTALACIÓN
Año al que corresponde la información	2007
Fecha inicial de explotación (dd/mm/aaaa)	
Fecha final de explotación (dd/mm/aaaa)	
Potencia total de la instalación (kW)	0
Disponibilidad (%)	
Horas de funcionamiento (horas)	
Energía Primaria consumida (Q) (kWh)	0
Energía Eléctrica bruta producida (E) (kWh)	
Energía Térmica útil cedida (V) (kWh)	
Consumo específico eléctrico del alternador más motor o turbina gas o caldera/turbina vapor (Te PCI/kWh)	
Rendimiento eléctrico equivalente (%)	0
Rendimiento global de la instalación (%)	0
Consumos eléctricos auxiliares en la instalación (kWh)	
Ventas de energía eléctrica a la industria asociada (plantas de cogeneración) (kWh)	
Energía Eléctrica facturada (ventas al sistema eléctrico) (kWh)	
Cantidad de combustible principal consumido (t,kl, miles m3)	
PCI (poder calorífico inferior medio del combustible principal) (te/t,kl, miles m3)	
Cantidad de combustible auxiliar consumido (t,kl, miles m3)	
PCI (poder calorífico inferior medio del combustible auxiliar) (te/t,kl, miles m3)	
Cantidad de residuo tratado (sólo grupos d1, d2, d3) (m3)	
Propiedad de las Instalaciones de evacuación de energía eléctrica (propia, compartida, cedida)	
Nivel de Tensión del punto de conexión a la red (kV)	

# La rentabilidad de las renovables

## La Metodología de la CNE. Recogida de datos

COSTES DE EXPLOTACIÓN		DATOS REFERENTES AL TOTAL DE LA INSTALACIÓN	
TOTAL COSTES DE EXPLOTACIÓN	0		
Operación y mantenimiento (€)			
Nº de años en garantía			
Combustible (€)			
Compras de electricidad a la distribuidora o en el mercado de producción (€)			
Canon (Arrendamientos, Concesiones) (€)			
Otros costes, Seguros, servicios externos... (€)			
OTROS INGRESOS DE EXPLOTACIÓN		DATOS REFERENTES AL TOTAL DE LA INSTALACIÓN	
TOTAL INGRESOS DE EXPLOTACIÓN DISTINTOS A LA FACTURACIÓN DE ELECTRICIDAD	0		
Subvenciones en la operación (€)			
Venta de energía térmica (€)			
Venta de energía eléctrica a industria (€)			
Ingreso por tratamiento de residuos (€)			
Venta de subproductos (especificar) (€)			
Otros (especificar) (€)			
OBSERVACIONES			
Se indicará cualquier información que resulte de interés, información que sirva de aclaración sobre la información remitida, incidencias registradas en la explotación, etc.			

# La rentabilidad de las renovables

## La Metodología de la CNE

$$\text{Retribución} = A + B + C \quad (\text{c€/kWh})$$

a) Retribución de la Opción a tarifa =  $A+B$  = (Tarifa)

b) Retribución de la Opción de mercado:  $(A+B)+C$  = (Tarifa)+Incentivo =  
= (Precio del mercado + Prima)+Incentivo

El parámetro B es el **ingreso adicional** que debe añadirse al coste de producción A, con el fin de alcanzar el **objetivo de planificación**, lo que incrementa la TIR del proyecto.

Se determina para cada tecnología como un valor proporcional de la diferencia entre:

- La cantidad objetivo de potencia instalada establecida en la planificación.
- La cantidad tendencial de la potencia instalada actual.

El parámetro C es el **ingreso adicional** que pretende incentivar la mejora de la incidencia de una tecnología en la **gestión técnica del sistema** en los aspectos en los que no existe una remuneración explícita<sup>[1]</sup> y por la **participación en el mercado**.

[1] El servicio de control de tensión y otros servicios complementarios se retribuyen externamente.

## 4. Ejemplos

- Eólica
- Minihidráulica
- Cogeneración
- Fotovoltaica

# Ejemplos de rentabilidad de las renovables

Base de partida RD 661/2007

<b>WACC (Sector energético) = 6,21%</b>			
TIR venta a Tarifa		7% - 8%	
TIR venta en Mercado		7% - 8%	
	Suelo Mercado	5%-6%	
	Techo Mercado	9%-10%	

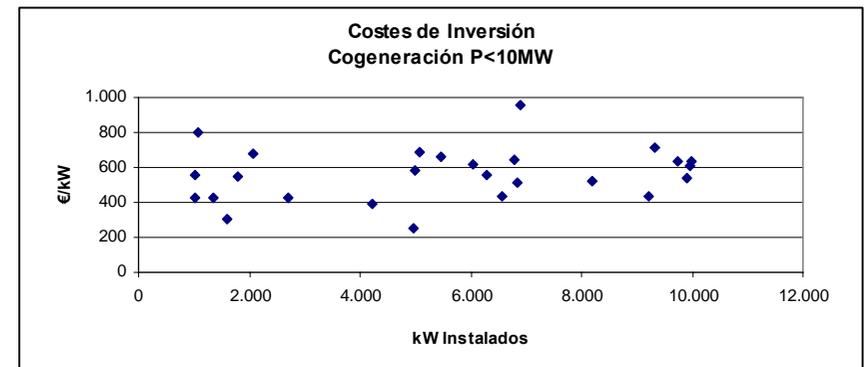
# Ejemplos de rentabilidad de las renovables

## Cogeneración. Informe al RD 661/2007

FICHA TIPO COGENERACIÓN – CNE P<10 MW - 26 Instalaciones (25 con gas natural y 1 con gasoil)	
Inversión Total Planta €/kW	560
Costes de Explotación cent€/kWh	1,270
Ingresos por venta de vapor cent€/kWh	2,55
Precio del gas natural cent€/kWh	2,35
Horas de funcionamiento Equivalente – Media de las instalaciones de potencia inferior a 10 MW en el periodo 1998-2000, periodo anterior al incremento del precio del gas natural Ver cuadro Informe Mensual de las ventas del régimen especial- CNE	3.500
Años de vida del proyecto	15 años
Complemento de Energía Reactiva La mayoría de las plantas fotovoltaicas no cobran complemento por energía reactiva	0,234
Pago por desvíos (cent€/kWh) Opción tarifa/mercado: Desvíos agrupados: 10% Coste del desvío: 30% Mercado Diario (5,57 cent€/kWh)	0,167
Cobro por garantía de potencia cent€/kWh	0,48
Fiscalidad	35%
Desgravación fiscal y subvenciones	0%

### Hipótesis Generales

IPC	3%
Actualización anual de la tarifa regulada, primas, bandas y complementos	IPC-1
Actualización anual de los costes de explotación	IPC-1
Precio de Mercado Diario cent€/kWh	5,57



# Ejemplos de rentabilidad de las renovables

## Cogeneración. Informe al RD 661/2007

<b>RENTABILIDAD COGENERACIÓN P&lt;10MW</b>			
	Retribución 1-10 años cent€/kWh	Retribución 11-resto años cent€/kWh	TIR
<b>REGULACIÓN VIGENTE RD 436/04</b>			
Tarifa Regulada	6,25	3,91	<0
Mercado	9,17	7,61	14,8%
Prima	2,34	-	
Incentivo = 10% TMR equiv.	0,78	1,56	
<b>PROPUESTA DE RD</b>			
Tarifa Regulada	7,72	6,41	7,0%
Mercado= tarifa Regulada (se considera como ingreso adicional la G.Potencia)	7,72	6,41	7,0%
Prima	2,00	0,69	

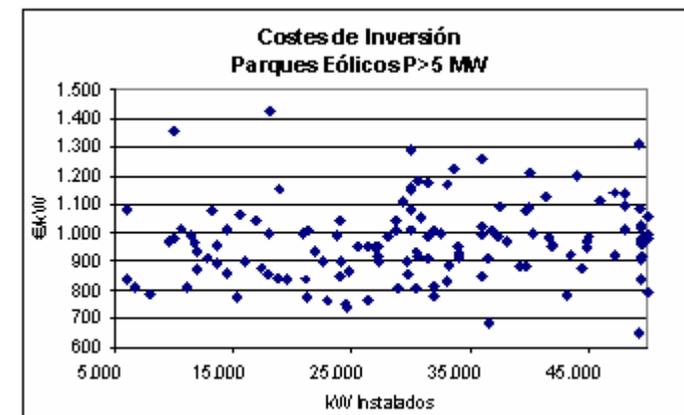
# Ejemplos de rentabilidad de las renovables

## Eólica. Informe al RD 661/2007

FICHA TIPO ENERGÍA EÓLICA – CNE P>5 MW 137 Instalaciones, 173 fases	
Inversión Total Planta €/kW	968
Costes de Explotación cent€/kWh (2 primeros años en periodo de garantía)	1,221
Horas de funcionamiento Equivalente Se han calculado a partir de las horas de funcionamiento de las instalaciones puestas en marcha durante los años 2004 y 2005, corregidas con un factor del 4% y 29% respectivamente, con el fin de filtrar el efecto de los periodos de pruebas o de ajustes registrados al comienzo de la puesta en servicio de estas instalaciones (ver cuadro Informe Mensual de las ventas del régimen especial- CNE). Este mismo factor de corrección se ha aplicado en la producción de los dos primeros años del proyecto tipo analizado.	2.300
Años de vida del proyecto	15 años
Complemento de Energía Reactiva Se ha considerado el complemento que actualmente está recibiendo los parques en la opción de mercado, es decir un 3% de la actual TMR (Ver cuadro Informe Mensual de las ventas del régimen especial- CNE- Complemento de energía reactiva medio de las instalaciones que participan en el mercado de producción). Se ha elegido esta opción con el fin considerar la situación en la que la instalación se encuentra en un régimen de funcionamiento normal. (3%TMR 2006*(1+2%)) (cent€/kWh)	0,234
Pago por desvíos (cent€/kWh Opción tarifa/mercado: Desvíos agrupados: 20% Coste del desvío: 30% Mercado Diario (5,57 cent€/kWh) El desvío medio resultante de las instalaciones que han participado en el mercado en 2005, han sido del 20% considerando el desvío neto de cada agente vendedor.	0,334
Fiscalidad	35%
Desgravación fiscal y subvenciones	0%

### Hipótesis Generales

IPC	3%
Actualización anual de la tarifa regulada, primas, bandas y complementos	IPC-1
Actualización anual de los costes de explotación	IPC-1
Precio de Mercado Diario cent€/kWh	5,57



# Ejemplos de rentabilidad de las renovables

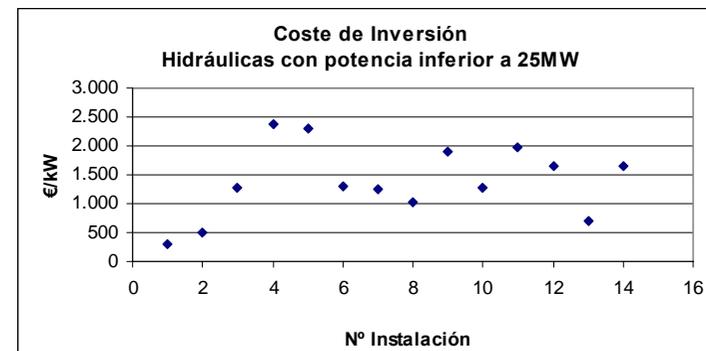
## Eólica. Informe al RD 661/2007

<b>RENTABILIDAD ENERGÍA EÓLICA Proyecto Tipo – CNE P &gt;5 MW</b>			
<b>AÑO 2007</b>	<b>Retribución 1-5 años cent€/kWh</b>	<b>Retribución 6-15 años cent€/kWh</b>	<b>TIR</b>
<b>REGULACIÓN VIGENTE RD 436/04</b>			
Tarifa Regulada con Huecos de Tensión	7,03	6,64	8,2%
Mercado con Huecos de Tensión	9,96	9,96	14,6%
Prima	3,12	3,12	
Incentivo = 10% TMR equiv.	0,78	0,78	
<b>PROPUESTA DE RD</b>			
Tarifa Regulada = Mercado	7,31	6,62	8,2%
Prima	1,74	1,05	
Mercado Banda Superior	8,470	7,780	10,7%
Mercado Banda Inferior	6,77	6,08	6,9%

# Ejemplos de rentabilidad de las renovables

## Minihidráulica. Informe al RD 661/2007

<b>FICHA TIPO ENERGÍA HIDRÁULICA – CNE P&lt;10 MW</b> <b>15 Instalaciones</b> <b>(3 instalaciones correspondientes a modificaciones de la planta no han sido consideradas)</b>	
Inversión Total Planta €/kW	1.425
Costes de Explotación cent€/kWh	1,369
Horas de funcionamiento Equivalente Se han calculado a partir de las horas de funcionamiento de las instalaciones con potencia superior a 10MW y menor a 25 MW. Se han descartado las instalaciones puestas en marcha antes de 1998 por tratarse de instalaciones diseñadas con un tamaño de potencia muy ajustado al caudal existente, criterio que actualmente no se sigue en las instalaciones de gran tamaño (ver cuadro Informe Mensual de las ventas del régimen especial- CNE).	3.200
Años de vida del proyecto	25 años
Complemento de Energía Reactiva Se ha considerado el complemento que actualmente está recibiendo las instalaciones hidráulicas, es decir un 3% de la actual TMR (Ver cuadro Informe Mensual de las ventas del régimen especial- CNE-). (3%TMR 2006*(1+2%)) (cent€/kWh)	0,234
Pago por desvíos (cent€/kWh) Opción tarifa/mercado: Desvíos agrupados: 20% Coste del desvío: 30% Mercado Diario (5,57 cent€/kWh)	0,334
Fiscalidad	35%
Desgravación fiscal y subvenciones	0%



# Ejemplos de rentabilidad de las renovables

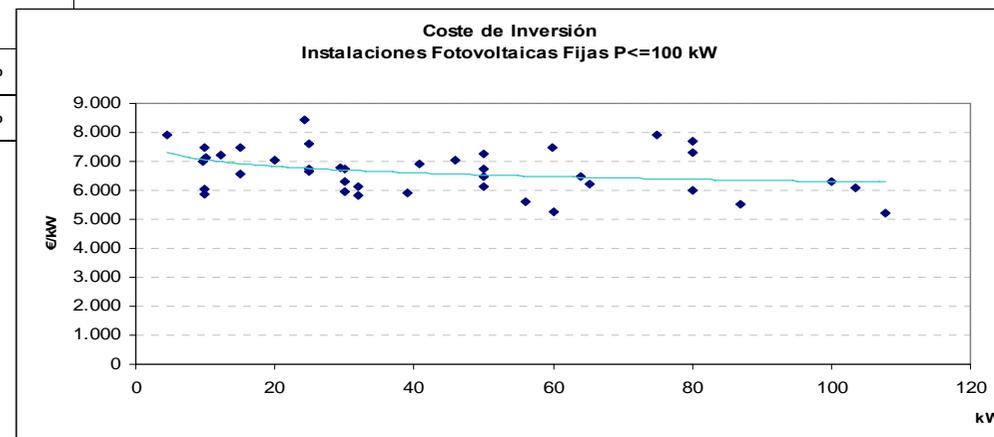
## Minihidráulica. Informe al RD 661/2007

<b>RENTABILIDAD ENERGÍA HIDRAÚLICA Proyecto Tipo – CNE P &lt;10 MW</b>			
<b>AÑO 2007</b>	<b>Retribución 1-15 años cent€/kWh</b>	<b>Retribución resto años cent€/kWh</b>	<b>TIR</b>
<b>REGULACIÓN VIGENTE RD 436/04</b>			
Tarifa Regulada	7,03	6,25	9,7%
Mercado	9,96	9,96	14,8%
Prima	3,12	3,12	
Incentivo = 10% TMR equiv.	0,78	0,78	
<b>PROPUESTA DE RD</b>			
Tarifa Regulada = Mercado	6,89	6,13	9,5%
Prima	1,32	0,56	
Mercado Banda Superior	8,520	8,520	12,4%
Mercado Banda Inferior	5,75	5,75	7,2%

# Ejemplos de rentabilidad de las renovables

## Fotovoltaica fija. Informe al RD 1578/2008

FICHA TIPO FOTOVOLTAICA – CNE P≤100 kW – INSTALACIÓN FIJA	
41 Instalaciones	
Inversión Total Planta €/kW	6.667
Costes de Explotación cent€/kWh	4,14514
Horas de funcionamiento Equivalente	1.358
Se han calculado a partir de las horas de funcionamiento de las instalaciones sin seguimiento desde 2001	
Años de vida del proyecto	25 años
Complemento de Energía Reactiva	0
La mayoría de las plantas fotovoltaicas no cobran complemento por energía reactiva	
Pago por desvíos (cent€/kWh)	0
No tienen obligación de enviar programa por ser su potencia inferior a 5 MW	
Fiscalidad	0%
Desgravación fiscal y subvenciones	0%



# Ejemplos de rentabilidad de las renovables

## Fotovoltaica fija. Informe al RD 1578/2008

RENTABILIDAD ENERGÍA FOTOVOLTAICA Proyecto Tipo – CNE P <=100 kW		
Fija		
AÑO 2008	Retribución 1-25 años cent€/kWh	TIR
<b>REGULACIÓN VIGENTE RD 661/2007</b>		
Tarifa Regulada	44,04	8%
<b>PROPUESTA DE RD FV</b>		
Tarifa Regulada =	31	4,5%
<b>PROPUESTA CNE</b>		
Tarifa Regulada =	39,9413	7%

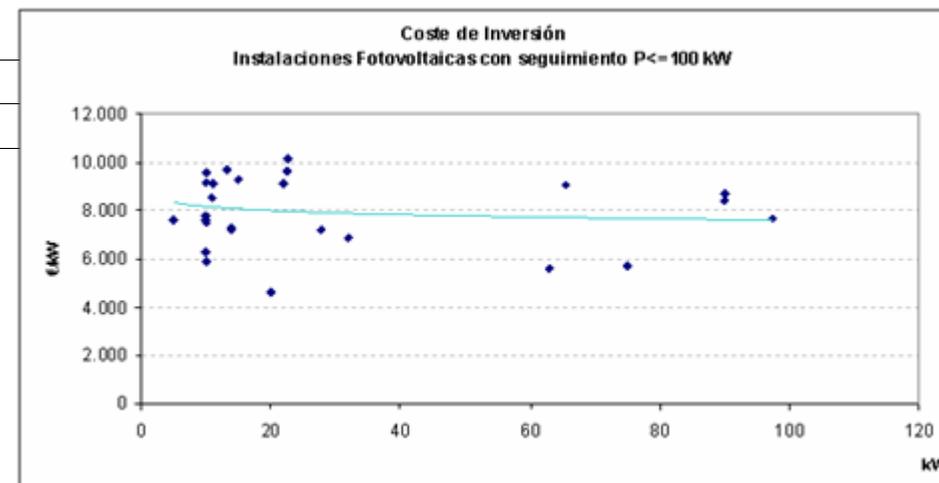
# Ejemplos de rentabilidad de las renovables

## Fotovoltaica seguimiento. Informe al RD 1578/2008

### FICHA TIPO FOTOVOLTAICA – CNE P≤100 kW – INSTALACIÓN CON SEGUIMIENTO

#### 34 Instalaciones

Inversión Total Planta €/kW	7.851
Costes de Explotación cent€/kWh	5,0013
Horas de funcionamiento Equivalente	1.974
Se han calculado a partir de las horas de funcionamiento de las instalaciones sin seguimiento desde 2001	
Años de vida del proyecto	25 años
Complemento de Energía Reactiva	0
La mayoría de las plantas fotovoltaicas no cobran complemento por energía reactiva	
Pago por desvíos (cent€/kWh)	0
No tienen obligación de enviar programa por ser su potencia inferior a 5 MW	
Fiscalidad	0%
Desgravación fiscal y subvenciones	0%



# Ejemplos de rentabilidad de las renovables

## Fotovoltaica seguimiento. Informe al RD 1578/2008

<b>RENTABILIDAD ENERGÍA FOTOVOLTAICA Proyecto Tipo – CNE P &lt;=100 kW con seguimiento</b>		
<b>AÑO 2008</b>	<b>Retribución 1-25 años cent€/kWh</b>	<b>TIR</b>
<b>REGULACIÓN VIGENTE RD 661/2007</b>		
Tarifa Regulada	44,04	10,2%
<b>PROPUESTA DE RD FV</b>		
Tarifa Regulada =	31	6%
<b>PROPUESTA CNE</b>		
Tarifa Regulada =	33,93	7%

The logo for CNE (Comisión Nacional de Energía) is a dark green square with the letters 'CNE' in white, serif font.

**Fin de la presentación**

**[www.cne.es](http://www.cne.es)**

**Información Estadística sobre las Ventas  
de Energía del Régimen Especial**