

# Renováveis 100%

**Comparativa de custos**

Un sistema eléctrico renovável para a España peninsular e a súa viabilidade económica.

#### **Greenpeace Madrid**

San Bernardo, 107. 28015 Madrid  
Tel.: 91 444 14 00 - Fax: 91 447 15 98  
informacion@greenpeace.es

#### **Greenpeace Barcelona**

Ortigosa, 5 - 2º 1º. 08003 Barcelona  
Tel.: 93 310 13 00 Fax: 93 310 51 18

Documento resumen, elaborado por Alicia Cantero  
e José Luis García Ortega, a partir do informe  
"Renovábeis 100% Un sistema eléctrico renovábel para  
a España peninsular e a súa viabilidade económica".

Deseño e maquetación: Espacio de ideas  
Tradutor: Linguavox

**Este informe produciuse grazas ás achegas  
económicas dos socios de Greenpeace.**

**Greenpeace é unha organización independente política  
e economicamente que non recibe subvencións de  
empresas, nin gobernos nin partidos políticos.  
Faite socio en [www.greenpeace.es](http://www.greenpeace.es)**

Impreso en papel 100% reciclado despois do seu  
consumo e totalmente libre de cloro.

Abril 2007

# ÍNDICE

1. Presentación	5
2. Indicadores utilizados	6
3. Principais resultados	7
3.1. Ciclo combinado e nuclear	7
3.2. Custos por tecnoloxías renovábeis	9
Xeotérmica	10
Ondas	11
Biomasa	12
Eólica terrestre	13
Eólica mariña	14
Fotovoltaica integrada en edificios	15
Fotovoltaica con seguimento	16
Termosolar	17
3.3. Comparativa tecnoloxías. Síntese de resultados	18
3.4. Resultados por CC.AA.	21
4. Conclusións	29



# 1

## PRESENTACIÓN

O informe *“Renováveis 100%. Un sistema eléctrico renovável para a España peninsular e a súa viabilidade económica”* presenta unha ampla información de custos para as distintas tecnoloxías, renováveis e non renováveis, tanto no momento actual coma no horizonte 2050. A análise incorpora información detallada da estrutura de custos de cada tecnoloxía –incorporando os custos ambientais derivados do seu uso– e a evolución dos mesmos co volume de produción. Toda a información se presenta no ámbito provincial.

A análise de custos que presenta é moi relevante xa que permite por primeira vez comparar cos mesmos parámetros, tecnoloxías renováveis e non renováveis; e traza con hipóteses claras as tendencias de custos das diferentes tecnoloxías no horizonte 2050. Neste resumo preséntanse os principais resultados.

### ***Custará máis un sistema de xeración baseado en renováveis?***

O argumento dos custos é dos primeiros que se utiliza para rexeitar a opción das renováveis. As tecnoloxías renováveis aparentan ser máis caras, pero os argumentos utilizados non son axeitados para comparar as distintas opcións tecnolóxicas. Para desenvolver unha planificación enerxética que nos permita evolucionar cara o sostemento, as comparacións relevantes son as que se realizan asumindo que tódalas tecnoloxías –renováveis e non renováveis– acadaron a súa madurez industrial, e que tódolos custos asociados ó uso desta tecnoloxía están adecuadamente internalizados.

Neste documento amosámo-los principais resultados da análise de custos que compara as diferentes tecnoloxías cos mesmos parámetros, no momento actual e en 2050, horizonte no que de seguro tódalas tecnoloxías que decidamos incorporar ó noso sistema enerxético terán acadado xa a súa madurez industrial.

Toda a información se presenta en mapas, que nos permiten unha localización da calidade dos emprazamentos no ámbito provincial, cun escenario de situación actual e outro proxectado para 2050. Ademais, coa finalidade de realizar unha comparativa entre tecnoloxías, preséntanse conxuntamente os custos das distintas tecnoloxías consideradas no estudo.

Tamén indicamos para cada comunidade autónoma, no ámbito provincial, aquelas tecnoloxías que corresponden ás mellores categorías técnicas e ó custo da electricidade proxectado para cada unha delas no 2050.

**Este documento proporciónanos unha análise de custos suficientemente detallada para compara-las diferentes tecnoloxías cos mesmos parámetros.** Sen embargo, para defini-lo custo dun sistema de xeración, **non abonda con coñece-lo custo de cada unha das tecnoloxías por separado**, xa que este varía substancialmente segundo a combinación de tecnoloxías que se empreguen para facer fronte á demanda. **O documento “Renováveis 100%. Resumo de conclusións” trata desta cuestión.**

# 2

## INDICADORES UTILIZADOS

Os parámetros utilizados para desenvolver a análise de custos do estudo son os seguintes:

- **Custo normalizado da electricidade (LEC).** É o indicador principal, agrupa os custos de investimento e os de operación e mantemento ó longo do ciclo de vida da tecnoloxía. Exprésase en  $c\text{€/kWh}_e$  (custo do quilovatio hora eléctrico).
- **Xuro do diñeiro.**  $i = 8\%$ .
- **Taxa de inflación.**  $f = 2,6\%^1$ .
- **Custos de eliminación do  $\text{CO}_2$  ( $\text{CE}_{\text{CO}_2}$ ).** Exprésase en  $\text{€/Tm-CO}_2$ . (euro por tonelada de  $\text{CO}_2$ ).

Para calculalo tomouse como tecnoloxía de referencia unha central de ciclo combinado operando con gas natural<sup>2</sup>, con valores de 2003, cun custo da electricidade de  $4\text{ c€/kWh}_e$ . De xeito que se unha tecnoloxía amosa un valor positivo dos custos de eliminación de  $\text{CO}_2$ , significa que o custo da electricidade xerada con esta tecnoloxía é meirande que o xerado cunha central de ciclo combinado. Mentres que se presenta un valor negativo o custo da electricidade xerado con esta tecnoloxía sería menor.

Por exemplo, se unha tecnoloxía para o ano 2050 ten un  $\text{CE}_{\text{CO}_2} = -11\text{ €/Tm-CO}_2$ , significaría que o custo da electricidade con esta tecnoloxía sería menor có xerado coa tecnoloxía de referencia (ciclo combinado en 2003), e suporía un aforro de  $11\text{ €}$  por tonelada de  $\text{CO}_2$ .

Os valores deste parámetro non deben entenderse de forma absoluta senón relativa entre tecnoloxías.

[1] Este valor adoptouse ó principio do proxecto (2003). Dado o desenvolvemento posterior que tivo a taxa de inflación, modificouse a  $f = 3,5\%$ . No informe preséntanse resultados cos dous valores.

[2] Tomáronse como tecnoloxía de referencia as centrais de ciclo combinado, por seren a tecnoloxía que utiliza combustíbel fósil que menos  $\text{CO}_2$  emite.

# 3

## PRINCIPAIS RESULTADOS

### 3.1. Ciclo combinado e nuclear

#### Centrais térmicas e nucleares

En primeiro lugar, e coa finalidade de ter un patrón de comparación, presentámo-los principais resultados da análise de custos realizada para unha central térmica de ciclo combinado alimentada con gas natural e para unha central nuclear.

Estas tecnoloxías xa acadaron a súa madurez industrial polo que a evolución de custos que se agarda está condicionada a un incremento por: encarecemento e esgotamento de combustíbeis, redución do volume de produción (ó compartiren mercado con outras tecnoloxías) e internalización de custos ambientais.

No estudo non se consideraron as centrais térmicas de carbón, polas súas altas emisións e o baixo rendemento dos ciclos de potencia. Tampouco se consideraron as tecnoloxías de gasificación de carbón xa que os seus rendementos serán sempre moi inferiores ós dun ciclo combinado de gas, o que "a priori" compensaría as diferenzas do prezo do combustíbel. Ademais manterían unhas meirandes emisións específicas de CO<sub>2</sub>.

#### Térmicas ciclo combinado

Analizouse o custo da electricidade xerado por unha central de ciclo combinado que empregue gas natural coma combustíbel así coma a súa evolución no tempo.

O custo da electricidade xerada por este tipo de central estará condicionada por unha serie de factores relacionados con:

- **O custo do combustíbel:** agárdase un incremento do custo do combustíbel a medida que se vaian esgotando as reservas finitas do mesmo. Ademais este custo está sometido a importantes fluctuacións asociadas á situación sociopolítica do momento.
- **O modo de operación da central:** para conservar-lo custo de referencia (4 c€/kWh<sub>e</sub>) sería necesario poder operala moitas horas ó ano, é dicir, empregar factores de capacidade<sup>3</sup> elevados.
- **Custos de operación e mantemento:** dentro dos cales se inclúe a valoración de feitos externos coma os custos de emisión de CO<sub>2</sub>.

[3] Factor de capacidade: cociente entre a enerxía útil xerada e a máxima que se podería xerar operando á súa potencia máxima durante todo o ano.

## 3.1

Tendo en conta estes factores e aínda no caso de que tivera sentido propoñer un escenario no que a demanda eléctrica no 2050 se cubrira con **centrais de ciclo combinado** alimentadas con gas natural, os custos da electricidade xerada con esta tecnoloxía serían considerabelmente superiores ós que nos proporcionarían a grande maioría das tecnoloxías renovábeis. Os incrementos no custo dun combustíbel escaso sobre o que se aplicaría unha grande demanda, e a internalización dos impactos ambientais asociados ó uso deste combustíbel, conducirían a custos da electricidade proxectados para 2050 **por riba de 15 c€/kWh.**

### Nuclear

A tecnoloxía nuclear de fisión conta con múltiples argumentos que desaconsellan o seu uso desde o punto de vista do sostemento: Custos elevados ó incluíren os requisitos de seguridade, limitación de recursos enerxéticos, xestión de residuos, seguridade de operación, prevención de atentados, prevención de proliferación de armamento nuclear, limitación de transferencia tecnolóxica e dificultade de regulación. A tecnoloxía de fusión, deixando de lado os posíbeis problemas que teña asociados, no estará dispoñíbel como ferramenta útil no prazo do que dispoñemos para resolve-lo problema do cambio climático.

Se nos centramos exclusivamente na tecnoloxía de fisión, os custos da electricidade xerada por unha central nuclear estarán condicionados por unha serie de factores relacionados con:

- **Custos de investimento.** A pesar da grande incerteza asociada ós custos de investimento actuais para centrais nucleares, parece difícil que no 2050 permaneza por debaixo dos 3000 €/kW<sub>e</sub> cumprindo cos requisitos de seguridade esixíbeis.
- **Custos de operación e mantemento.** Existe moi pouca información relativa a tódolos conceptos incluídos neste factor. Da información dispoñíbel conclúese que estes custos non se poden situar por debaixo de 7 c€/kWh<sub>e</sub>. Cos ritmos de explotación actual estes custos son máis importantes do que o propio custo do combustíbel.
- **Modo de operación do sistema.** Nun sistema con elevada penetración de renovábeis sería necesario que as centrais funcionaran en modo regulación e non operando a máxima potencia, como o fan na actualidade. Aínda supoñendo que unha central nuclear puidera tecnicamente realizar esa regulación, o efecto final sería unha redución do factor de capacidade e, polo tanto, un incremento do custo.



## 3.1

## 3.2

- **Prezo do combustíbel.** Dado que se trata dun combustíbel escaso, no caso dunha elevada implementación nuclear, o combustíbel nuclear iría incrementando o seu custo a medida que crecera a demanda.
- **O xuro do préstamo.** Os elevados prazos de construción e a incerteza asociados conducirían a préstamos con tipos de xuro elevados.

Tendo en conta estes factores, e a pesar da grande incerteza que leva asociada esta tecnoloxía, poderíamos agardar que conducira a un custo da **electricidade nuclear para 2050 da orde dos 20 c€/kWh**, considerabelmente superior ós custos da electricidade con moitas tecnoloxías renovábeis neste horizonte.

### 3.2. Custos por tecnoloxías renovábeis

Presentámo-la información de custos das distintas tecnoloxías renovábeis en mapas de datos no ámbito provincial. As tecnoloxías consideradas son as que se describen no primeiro informe do proxecto “Renovábeis 2050. Un informe sobre o potencial das enerxías renovábeis na España peninsular”.

Para cada tecnoloxía preséntanse dous escenarios, un coa estrutura de custos actuais e outro no 2050, e en cada un deles amósanse os valores medios para cada provincia<sup>4</sup> do custo da electricidade e do custo da eliminación do CO<sub>2</sub>.

As actuacións enerxéticas nas que se basean estes mapas son as do modo de operación actual das centrais, polo tanto, á súa máxima potencia.



[4] Adoptouse un único ficheiro climático para cada provincia, podendo existir dentro dunha provincia lugares con mellores ou peores características cō valor medio adoptado. Así, pode acontecer que unha provincia que dispón dos mellores lugares para unha tecnoloxía, non figure no mapa na mellor categoría, xa que se toma como valor representativo o medio da provincia.



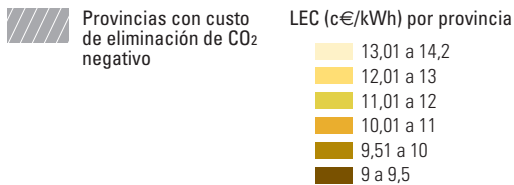
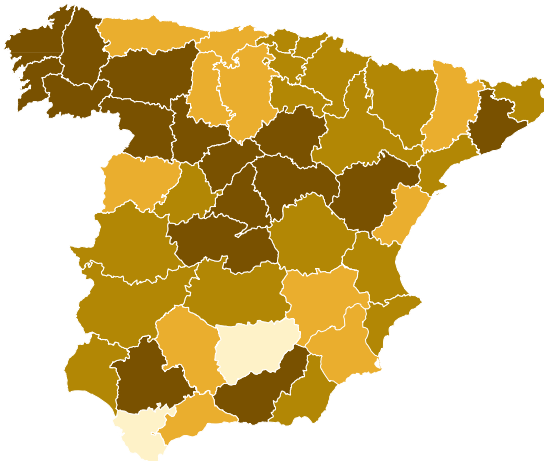
## XEOTÉRMICA

Na tecnoloxía xeotérmica de rocha seca os custos diferéncianse en dous compoñentes: de perforación e superficiais. Para o desenvolvemento dos cálculos dos custos de perforación asúmese que, coa tecnoloxía actual, os bos lugares xeotérmicos ós que se pode acceder son escasos.

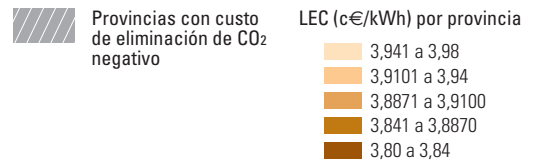
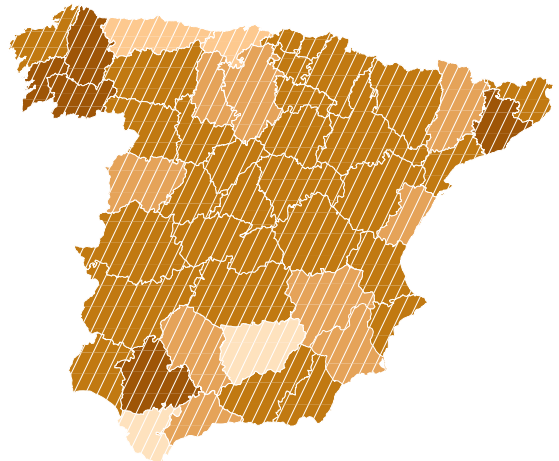
Para o ano 2050 o desenvolvemento de novas técnicas de trade permitirán explotar a un custo razoábel tódolos lugares, aínda que sexan de baixo gradiente térmico.

**Xeotérmica.** Distribución provincial do custo da electricidade (LEC) e de eliminación do CO<sub>2</sub>. ( $i = 8\%$ ,  $f = 2,6\%$  e  $N = 40$  anos)

### Custos actuais



### Custos en 2050



▶▶ Baixo a estrutura de custos actual, o custo medio da electricidade oscila, nas distintas provincias, entre 9,03 c€/kWh<sub>e</sub> e 14,20 c€/kWh<sub>e</sub>. Estes custos superan ós dunha central de ciclo combinado en 2003, polo que tódolos valores do custo de eliminación de CO<sub>2</sub> son positivos.

Baixo a estrutura de custos proxectada para o ano 2050, o custo medio da electricidade oscila entre 0,381 e 0,396 c€/kWh<sub>e</sub>, polo que o custo de eliminación do CO<sub>2</sub> presenta un valor negativo en tódalas

provincias. A redución do custo de perforación, conduce para 2050 a unha distribución provincial moi homoxénea dos custos da electricidade. Estes custos, en tódalas provincias, son significativamente inferiores ós de calquera escenario con nuclear e térmica para o ano 2050.

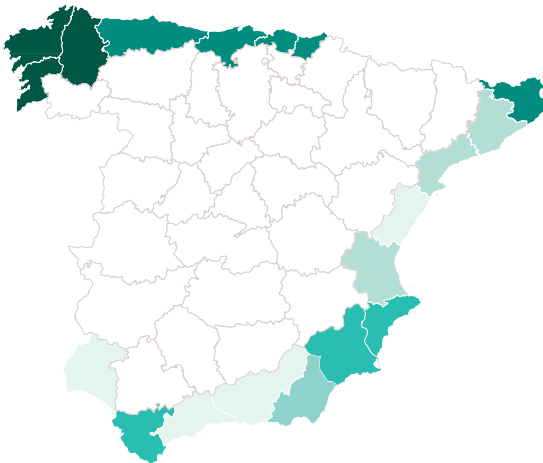


## ONDAS

A tecnoloxía das ondas está no seu inicio de aplicacións comerciais, o que introduce certa dificultade á hora de avaliar os seus custos. A falta de madurez comercial desta tecnoloxía conduce a unha valoración do seu potencial significativamente menor do que cabería agardar para 2050, polo que se avaliaron os custos en 2050 tendo en conta dous escenarios: un supoñendo que a tecnoloxía acadara a súa madurez e outro no que se considera que a tecnoloxía continúa na mesma fase de inmadurez comercial. Os datos que se presentan nos mapas asumen en 2050 unha mellora nos factores de capacidade con respecto á tecnoloxía actual.

**Ondas.** Distribución provincial do custo da electricidade (LEC) e de eliminación do CO<sub>2</sub>. ( $i = 8\%$ ,  $f = 2,6\%$  e  $N = 20$  anos)

### Custos actuais

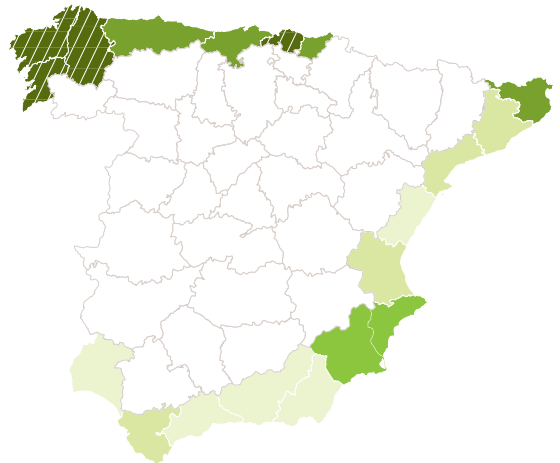


Provincias con custo de eliminación de CO<sub>2</sub> negativo

LEC (c€/kWh) por provincia

166,7 a 200,2
133,3 a 166,6
100,0 a 133,2
66,7 a 99,9
25,1 a 66,6
18,5 a 25

### Custos en 2050



Provincias con custo de eliminación de CO<sub>2</sub> negativo

LEC (c€/kWh) por provincia

13,01 a 16,00
8,01 a 13
5,51 a 8
4,01 a 5,5
3,2 a 4



A tecnoloxía das ondas, coa estrutura de custos actual, proporciónanos custos medios da electricidade que oscilan entre 18,99 c€/kWh e 187,58 c€/kWh para as diferentes provincias.

No ano 2050, proporciónanos custos da electricidade con valores medios entre 3,34 c€/kWh e 15,36 c€/kWh. Como vemos, estes custos están por debaixo dos proxectados nun escenario con nuclear ou térmica na maioría de provincias, resultando moi inferiores nas provincias de mellor recurso de

ondada, como A Coruña, Lugo ou Pontevedra. Nestas provincias, en 2050, acadaríanse tamén custos de eliminación de CO<sub>2</sub> negativos.

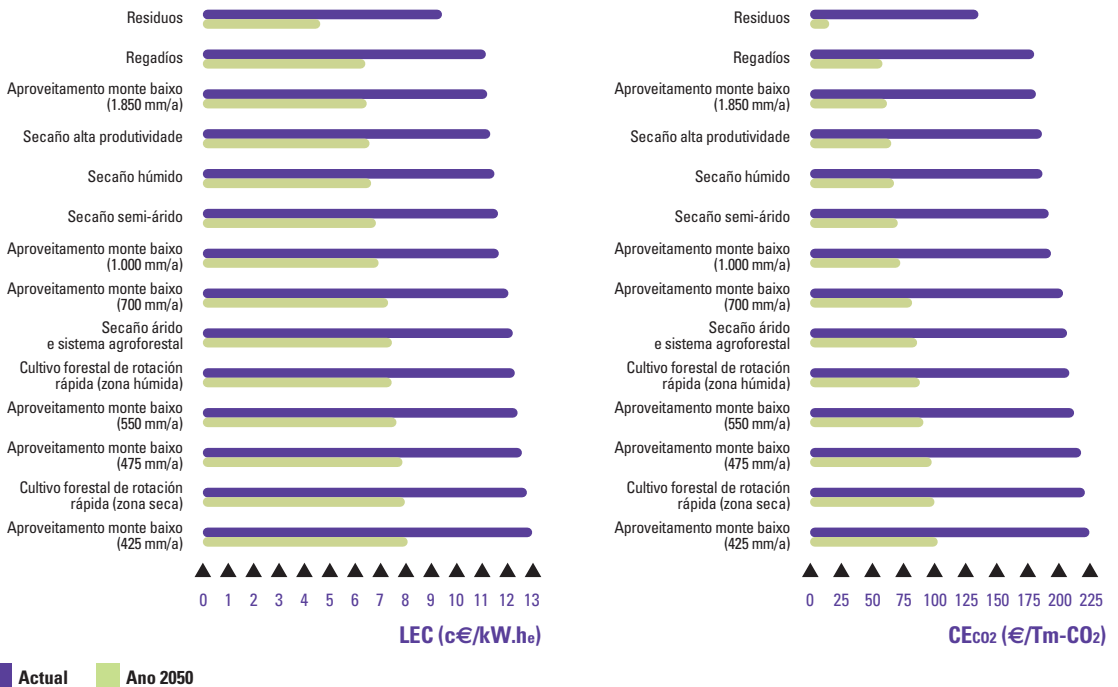
No suposto de que se considere que en 2050 a tecnoloxía das ondas se atope na súa fase actual, os custos da electricidade acadarían valores entre 5,6 c€/kWh e 50 c€/kWh. Neste caso, só os lugares atlánticos proporcionarían á tecnoloxía das ondas custos competitivos.



## BIOMASA

A estrutura de custos da biomasa ten tres compoñentes diferenciados que se han desenvolver de xeito distinto: Inversión (turbina de gas, gasificador e silo de biomasa), custos de operación e mantemento, e custos asociados ó combustible (residual, cultivos enerxéticos, cultivos forestais de rotación rápida e monte baixo). Débese destaca-lo efecto que ten o combustible empregado no custo da electricidade procedente da biomasa. Por iso, o custo da tecnoloxía non vén determinado pola súa situación xeográfica senón polo tipo de combustible empregado. Nas seguintes gráficas presentámo-lo custo actual e en 2050, da electricidade xerada con biomasa segundo o tipo de combustible que se empregue. Preséntanse os mesmos datos para os custos de emisión de CO<sub>2</sub>.

**Biomasa.** Custo da electricidade (LEC) e da eliminación de CO<sub>2</sub> (CE<sub>CO2</sub>) coa tecnoloxía de biomasa<sup>5</sup> segundo o tipo de combustible. (*i* = 8%, *f* = 3,5%)



Como vemos no gráfico coa estrutura de custos actual, o custo de electricidade varía desde 9,38 c€/kW<sub>h</sub> a 12,84 c€/kW<sub>h</sub> segundo o tipo de combustible. Para o ano 2050 prodúcese unha redución do custo da electricidade asociada á súa madurez industrial, e o custo da electricidade encóntrase comprendido entre 4,60 e 8,06 c€/kW<sub>h</sub>. Os custos de eliminación de CO<sub>2</sub> presentan valores positivos, ó presentar tódolos casos os custos da electricidade con valores superiores ó de referencia (central de ciclo combinado con custos 2003).

O combustible de menor custo corresponde ós residuos, mentres que o aproveitamento do monte baixo e os cultivos forestais de rotación rápida (zona seca) son os de maior custo. Os custos para o ano 2050, son significativamente inferiores ós dun escenario con térmica ou nuclear para o ano 2050.

[5] Asíumese que o gas de gasóxeno empregado xerárase independentemente para cada fonte de biomasa, ademais considérase unha taxa de inflación neta efectiva (incremental) nula actuando sobre os biocombustíbeis.

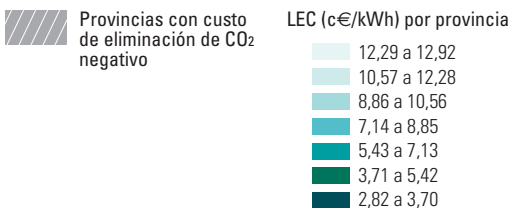
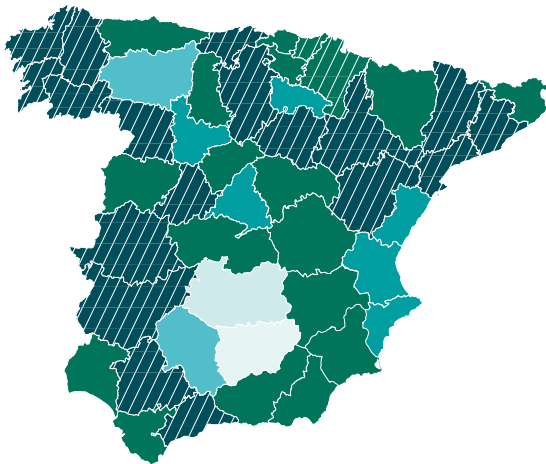


## EÓLICA TERRESTRE

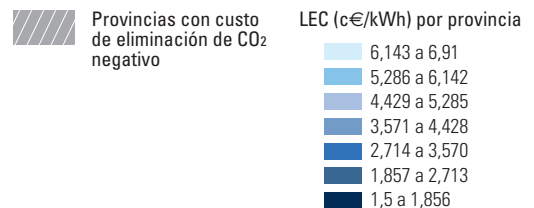
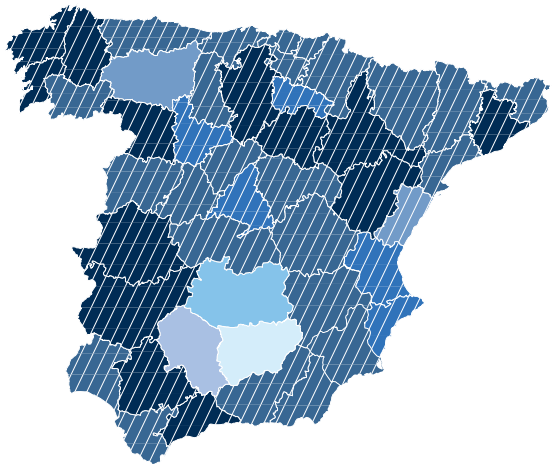
A distancia entre máquinas e o potencial eólico dun lugar, teñen un importante efecto sobre o custo da electricidade xerada con esta tecnoloxía. Na análise de custos diferenciouse entre eólica terrestre en terreo chan e accidentado, pola maior dificultade de instalación que presenta en terreo accidentado e o emprego de máquinas de menor tamaño. En ámbolos dous casos e debido á madurez coa que conta esta tecnoloxía na actualidade, os custos poden evolucionar situándose no seu período de madurez industrial a carón do ano 2025. A continuación preséntanse os datos para os lugares en terreo chan.

**Eólica terrestre.** Distribución provincial do custo da electricidade (LEC) e de eliminación do CO<sub>2</sub>. ( $i = 8\%$ ,  $f = 2,6\%$  e  $N = 20$  anos)

**Custos actuais**



**Custos en 2050**



Como podemos observar nestas figuras, xa na actualidade, pero especialmente no ano 2050, encontramos moitos lugares con custos da electricidade eólica significativamente por debaixo dos proxectados para térmicas e nuclear no 2050. En terreo chan, os custos da electricidade eólica oscilan, coa estrutura de custos actuais, entre valores mínimos de 2,82 c€/kWh<sub>e</sub> e máximos 12,92 c€/kWh<sub>e</sub>, acadando nalgúns casos custos de eliminación de CO<sub>2</sub> incluso negativos, é dicir, inferiores ó custo actual dunha central de ciclo combinado. Para o ano 2050, tódolos lugares chans peninsulares proporcionan custos con valores entre 1,51

c€/kWh<sub>e</sub> y 6,90 c€/kWh<sub>e</sub>. Os mellores corresponden a Zamora, Zaragoza, Málaga e Pontevedra. Existen numerosas zonas con valores de custo de eliminación de CO<sub>2</sub> negativos. En terreo accidentado, os custos da electricidade eólica oscilan entre 2,99 c€/kWh<sub>e</sub> e 13,67 c€/kWh<sub>e</sub>. Para o ano 2050, tódolos lugares accidentados peninsulares proporcionan custos entre 1,77 c€/kWh<sub>e</sub> y 8,09 c€/kWh<sub>e</sub>.

Estes resultados son un reflexo directo da boa situación actual da tecnoloxía eólica, tendo recorrido xa boa parte da súa curva de aprendizaxe.



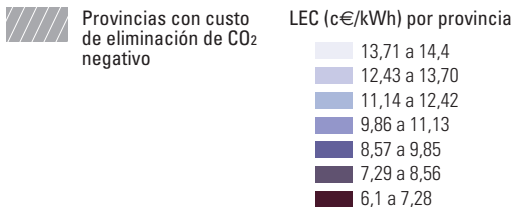
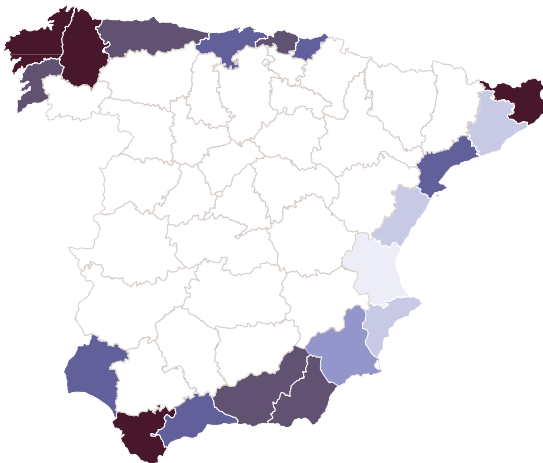
## EÓLICA MARIÑA

Do mesmo xeito que para a eólica terrestre, a distancia entre máquinas e o lugar teñen un importante efecto sobre o custo da electricidade xerada con esta tecnoloxía.

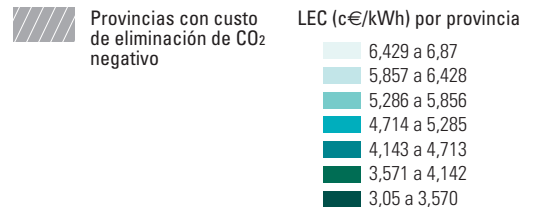
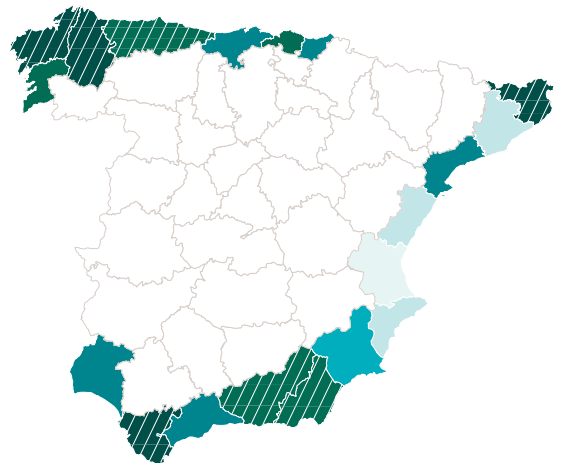
Para a evolución dos custos asúmense os valores das taxas de crecemento da potencia mundial instalada e das taxas de progreso.

**Eólica mariña.** Distribución provincial do custo da electricidade (LEC) e de eliminación do CO<sub>2</sub>. ( $i = 8\%$ ,  $f = 2,6\%$  e  $N = 20$  anos)

**Custos actuais**



**Custos en 2050**



Os custos actuais da electricidade xerada con eólica mariña oscilan entre un valor medio mínimo de 6,14 c€/kWh<sub>e</sub> e máximo de 14,39 c€/kWh<sub>e</sub>. Estes custos superan ós dunha central de ciclo combinado en 2003, polo que tódolos valores do custo de eliminación de CO<sub>2</sub> son positivos.

Para o ano 2050, tódolos lugares peninsulares proporcionan custos entre un valor medio mínimo de 3,05 c€/kWh<sub>e</sub> e máximo de 6,86 c€/kWh<sub>e</sub>.

Esos custos son significativamente inferiores ós proxectados para térmica e nuclear en 2050. Os custos de eliminación de CO<sub>2</sub> en 2050 acadan valores negativos en provincias de mellor recurso<sup>6</sup> como A Coruña, Xirona, Cádiz ou Almería.

[6] Nesta segunda fase do estudo, ó dispor de datos sobre as series temporais do recurso eólico mariño, modifícase a distribución xeográfica de xeración eólica mariña con respecto ós datos presentados en Renovábeis 2050, aínda que se conserva o potencial total.



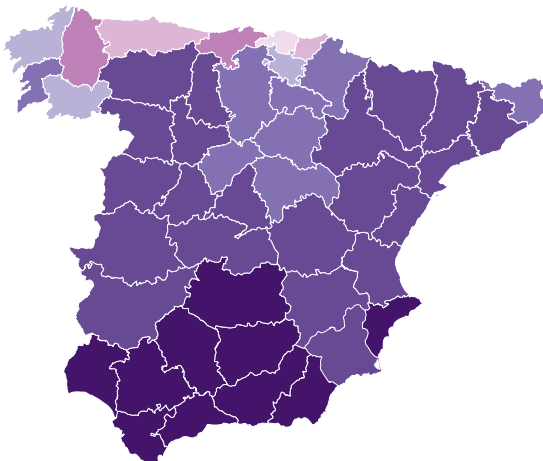
## FOTOVOLTAICA INTEGRADA EN EDIFICIOS

Para a tecnoloxía fotovoltaica as prestacións económicas quedan determinadas pola dispoñibilidade de recurso solar, a orientación e os custos de investimento dos equipos.

O estudo considera instalacións integradas en cubertas e fachadas con diferentes orientacións (S, E, W, SE, SW) polo que para un mesmo lugar encontramos unha variación moi grande de factores de capacidade. En el mapa representámo-los custos da fotovoltaica integrada en cuberta.

**Fotovoltaica integrada.** Distribución provincial do custo da electricidade (LEC) e de eliminación do CO<sub>2</sub>. ( $i = 8\%$ ,  $f = 2,6\%$  e  $N = 40$  anos)

**Custos actuais**

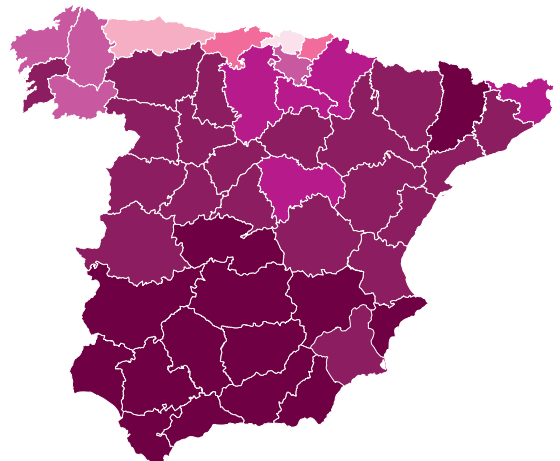


Provincias con custo de eliminación de CO<sub>2</sub> negativo

LEC (c€/kWh) por provincia

Light pink	97,14 a 103,4
Light pink	89,29 a 97,13
Light pink	81,43 a 89,28
Light blue	73,57 a 81,42
Blue	65,71 a 73,56
Dark blue	57,86 a 65,70
Dark purple	53 a 57,85

**Custos en 2050**



Provincias con custo de eliminación de CO<sub>2</sub> negativo

LEC (c€/kWh) por provincia

Light pink	19,43 a 20,13
Light pink	17,86 a 19,42
Light pink	16,29 a 17,85
Light blue	14,71 a 16,28
Blue	13,14 a 14,70
Dark blue	11,57 a 13,13
Dark purple	10,32 a 11,56



Para o caso de fotovoltaica integrada en cuberta, os custos da electricidade oscilan, coa estrutura de custos actuais, entre valores mínimos de 53 c€/kWh<sub>e</sub> e máximos de 103,4 c€/kWh<sub>e</sub>. En 2050 os custos encontraríanse entre un valor mínimo de 10,33 c€/kWh<sub>e</sub> e máximo 20,12 c€/kWh<sub>e</sub>, polo que bastantes lugares peninsulares terían custos inferiores ós das térmicas e nuclear para o ano 2050. Cádiz, Sevilla, Almería e Granada son as provincias máis favorábeis. Como podemos ver, pódese agardar que os custos da electricidade fotovoltaica experimenten unha gran redución para

o ano 2050, aínda que seguirán a ser relativamente elevados respecto a outras opcións tecnolóxicas en bastantes lugares da Península, especialmente no caso das orientacións máis desfavorábeis.

Se consideramos tódalas orientacións posíbeis da fotovoltaica integrada na edificación, os custos actuais segundo orientación e provincia oscilan entre 53 e 245,8 c€/kWh<sub>e</sub>, reducíndose para o ano 2050 ata quedar comprendidos entre 10,3 e 47,9 c€/kWh<sub>e</sub>.



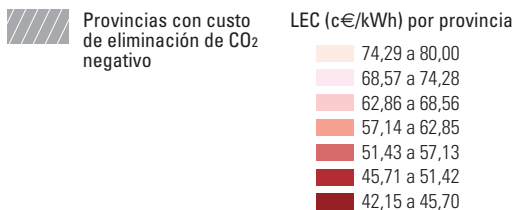
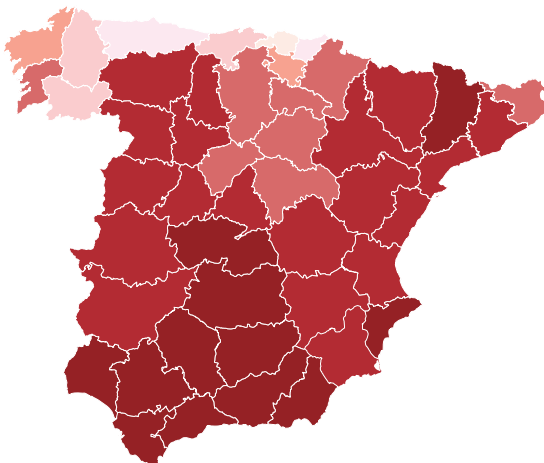
## FOTOVOLTAICA CON SEGUIMIENTO

Do mesmo xeito que na fotovoltaica integrada, para a fotovoltaica con seguimento as prestacións económicas quedan determinadas pola dispoñibilidade de recurso solar, a orientación do campo solar e os custos de investimento dos equipos.

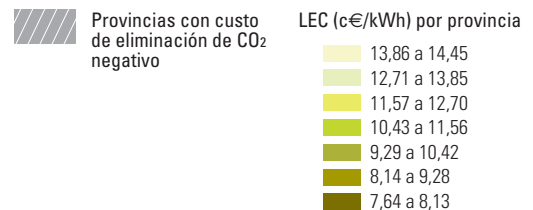
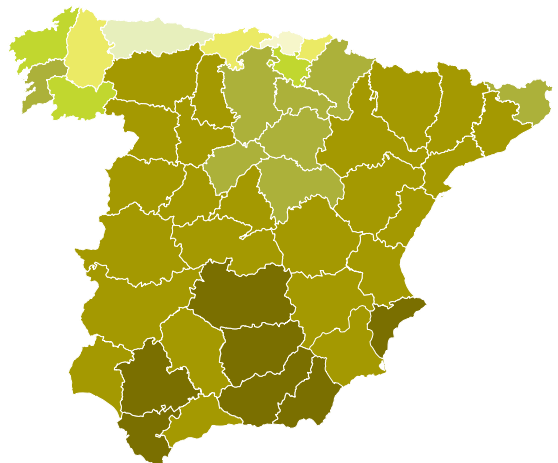
Neste caso considerouse un incremento dun 25% do custo de investimento con respecto á fotovoltaica integrada.

**Fotovoltaica con seguimento.** Distribución provincial do custo da electricidade (LEC) e de eliminación do CO<sub>2</sub>.  
( $i = 8\%$ ,  $f = 2,6\%$  e  $N = 40$  anos)

### Custos actuais



### Custos en 2050



► O caso máis favorábel da solar fotovoltaica preséntao a fotovoltaica con seguimento. Como vemos nos mapas, o custo actual da electricidade comprende valores entre 42,2 e 79,6 c€/kWh, segundo a provincia considerada. En 2050 pasará a estar comprendido entre 7,6 e 14,4 c€/kWh, por debaixo do custo proxectado para nuclear e térmica en bastantes lugares peninsulares. As provincias máis favorábeis son Cádiz, Sevilla, Cidade Real e Granada.

Como podemos ver, os custos da electricidade xerada con esta tecnoloxía experimentarán unha gran redución para o ano 2050, se ben seguirán a ser relativamente elevados respecto a outras tecnoloxías en bastantes lugares da Península.





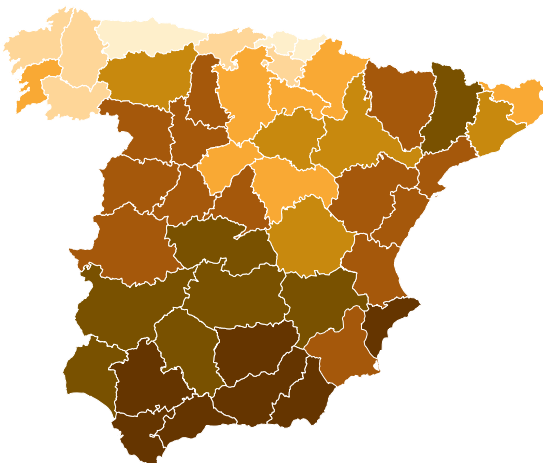
## TERMOSOLAR

No caso da electricidade termosolar, a evolución de custos está asociada ó volume de produción, ademais de outros factores como: tamaño, criterio de dimensionado, capacidade de almacenamento e evolución tecnolóxica, permitindo acceder a ciclos de potencia de maiores prestacións.

No caso deste estudo, os factores empregados son os expostos en “Renovábeis 2050” considerando unha central de colectores cilindro-parabólicos con orientación Norte-Sur.

**Termosolar.** Distribución provincial do custo da electricidade (LEC) e de eliminación do CO<sub>2</sub>. ( $i = 8\%$ ,  $f = 2,6\%$  e  $N = 30$  anos)

### Custos actuais

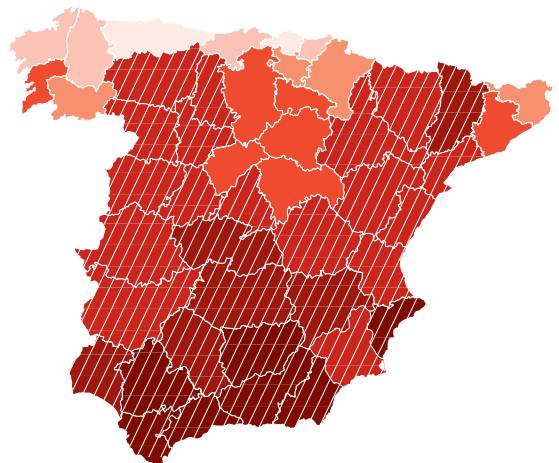


Provincias con custo de eliminación de CO<sub>2</sub> negativo

LEC (c€/kWh) por provincia

23,01 a 28,00
19,01 a 23,00
17,01 a 19,00
15,51 a 17,00
14,51 a 15,50
13,51 a 14,50
12,51 a 13,50
11,92 a 12,50

### Custos en 2050



Provincias con custo de eliminación de CO<sub>2</sub> negativo

LEC (c€/kWh) por provincia

7,01 a 8,14
5,51 a 7,00
4,51 a 5,50
4,01 a 4,50
3,51 a 4,00
3,26 a 3,50
3,06 a 3,25

Como podemos ver, baixo a estrutura de custos actual, o custo da electricidade oscila nas distintas provincias entre 11,93 e 27,96 c€/kWh. O custo de eliminación de CO<sub>2</sub> ten valores positivos para tódalas provincias.

Baixo a estrutura de custos proxectada para o ano 2050, o custo da electricidade redúcese significativamente situándose en valores entre 3,07 e 8,13 c€/kWh. Estes custos son moi inferiores ós proxectados para térmica e nuclear en 2050.

O valor negativo do custo de eliminación de CO<sub>2</sub> nunhas provincias reflicte o feito de que o custo de electricidade con termosolar acada valores inferiores ó de referencia (valor dun ciclo combinado no ano 2003).

As mellores situacións corresponden ás CC.AA. de Andalucía e Castela-A Mancha.

# 3.3

## 3.3. Comparativa tecnoloxías. Síntese de resultados

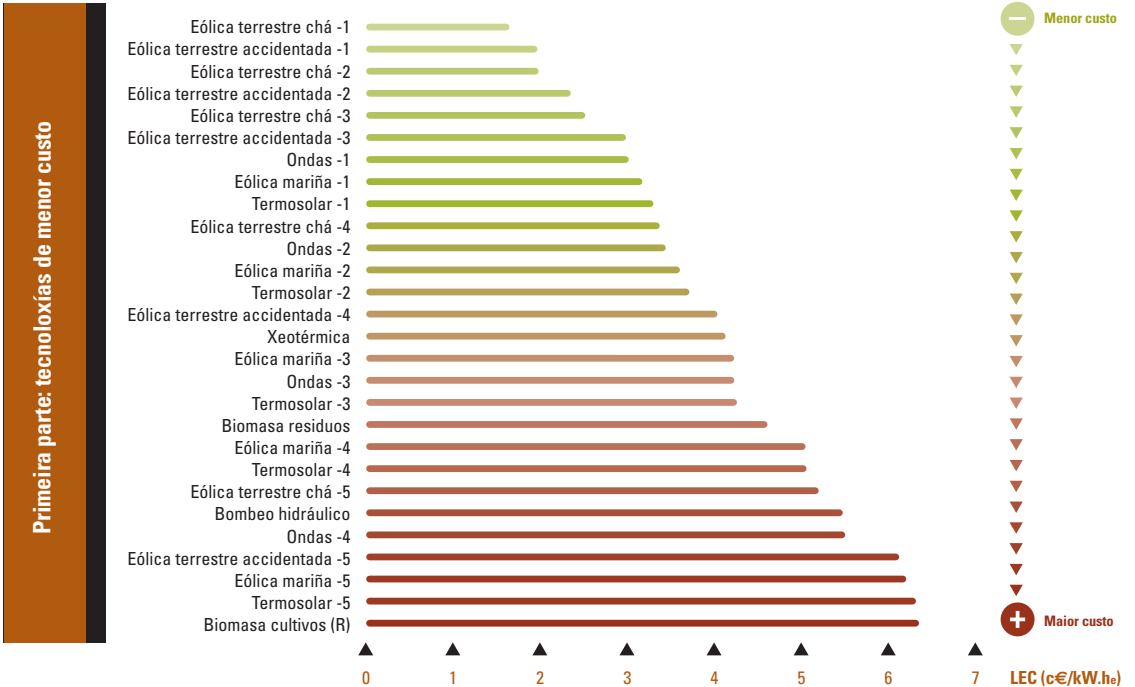
Neste apartado imos presentar conxuntamente os principais resultados dos custos proxectados para 2050 das distintas tecnoloxías consideradas no estudo.

Cada unha das tecnoloxías agrupouse nun máximo de 5 categorías, que se obteñen ó unificar en intervalos iguais os custos da electricidade das provin-

cias. O potencial total da tecnoloxía, no ámbito peninsular, queda repartido en 5 categorías, sendo 1 a de mellores actuacións e 5 a de peores. Cada unha das categorías dentro dunha tecnoloxía pode considerarse como unha tecnoloxía distinta desde o punto de vista dos modelos de expansión da xeración ou despacho óptimo.

Nas seguintes figuras amosamos graficamente, en orde ascendente, o custo da electricidade para o ano 2050, de cada unha das categorías.

1

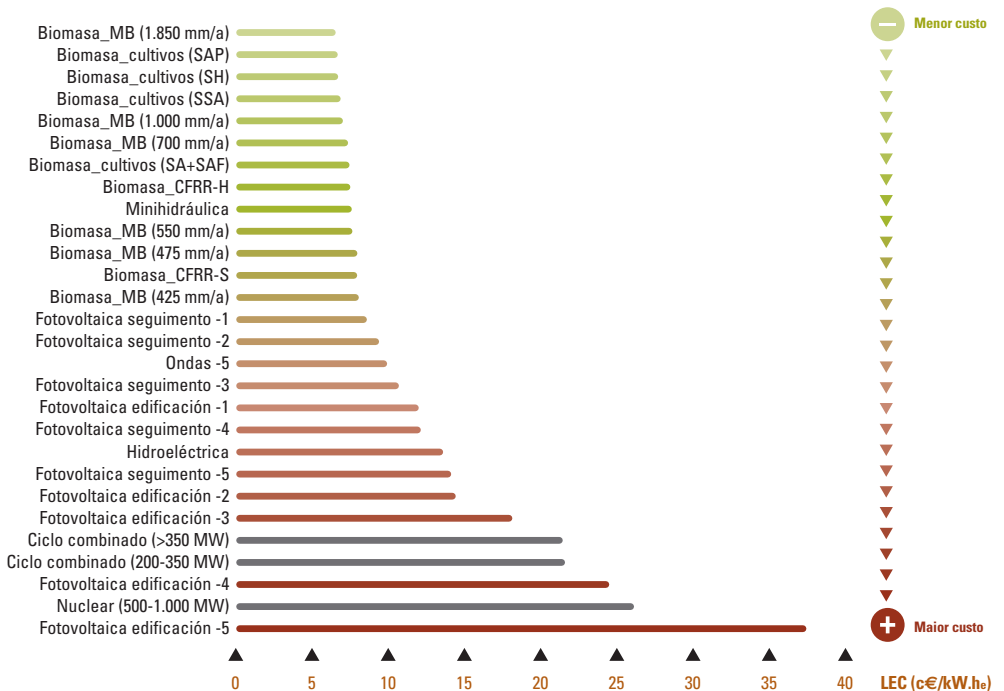


R- Regadíos. MB- Aproveitamento monte baixo. SAP- Secaño alta produtividade. SH- Secaño húmido. SSA- Secaño semiárido  
 SA+SAF- Secaño árido e sistema agroforestal. CFRR-H- Cultivo forestal de rotación rápida (zona húmida)  
 CFRR-S- Cultivo forestal de rotación rápida (zona seca)

## 3.3

## 2

## Segunda parte: tecnoloxías de maior custo



Como vemos nas figuras, dentro das categorías de menor custo pódese apreciar que en 2050, tanto para a eólica en terreo chan e accidentado, non só as categorías con mellor situación (que corresponderían ó 1), senón tamén a 2, 3 e 4 terían un custo da electricidade menor ou igual có valor de referencia 4c€/kWh<sub>e</sub>; é dicir, có dunha central térmica coa estrutura de custos de 2003. As categorías 1 e 2 correspondentes á termosolar entrarían tamén dentro deste intervalo, do mesmo xeito que eólica mariña e a tecnoloxía das ondas, no suposto que se considere que esta tecnoloxía acadou a súa madurez industrial no 2050.

A xeotérmica agrúpase unicamente nunha categoría, cun custo da electricidade de 4,12 c€/kWh<sub>e</sub>, xa

que se asume que para 2050 teranse desenvolvido novas técnicas que uniformen o seu custo. Danse tamén uns custos semellantes para a categoría 3 de eólica mariña, ondas e termoeléctrica (4,20; 4,23; 4,25 c€/kWh<sub>e</sub> respectivamente).

Dentro da tecnoloxía da biomasa, a que utiliza os residuos como combustíbel, é a que tería un custo da electricidade menor: 4,60 c€/kWh<sub>e</sub>. O custo da electricidade con outros combustíbeis (cultivo enerxético, cultivo forestal e monte baixo) estaría comprendido entre 6,35 c€/kWh<sub>e</sub> e 8,06 c€/kWh<sub>e</sub>.

O custo da electricidade das categorías 4 de eólica mariña, termoeléctrica e ondas estaría comprendido entre 5 e 6 c€/kWh<sub>e</sub>.

## 3.3

Neste mesmo intervalo encontraríase a categoría 5 de eólica terrestre en terreo chan e o bombeo hidráulico. A minihidráulica tería un custo da electricidade de 7,52 c€/kWh<sub>e</sub>.

O custo da electricidade das categorías 5 de eólica mariña e termoeléctrica situaríase entre 6 e 7 c€/kWh<sub>e</sub>. Neste mesmo intervalo encontraríase a categoría 5 de eólica terrestre en terreo accidentado.

Dentro das tecnoloxías renovábeis de maior custo encontrámo-la biomasa, a minihidráulica, hidroeléctrica e a fotovoltaica.

Como pode apreciarse, as tecnoloxías de ciclo combinado e nuclear aparecen nos derradeiros lugares –máis de 21c€/kWh<sub>e</sub><sup>7</sup> para ciclo combinado e case 26 c€/kWh<sub>e</sub><sup>8</sup> para nuclear– con custos superiores a tódalas categorías de tódalas tecnoloxías renovábeis, a excepción das últimas categorías da fotovoltaica integrada en edificación –que corresponden ás peores orientacións dos peores lugares peninsulares.

Na seguinte táboa amósanse os custos de investimento e mantemento, actuais e en 2050, de tódalas tecnoloxías analizadas.

	Custos medios de investimento (actual) €/kW <sub>e</sub>	Custos de operación e mantemento (actual) c€/kWh <sub>e</sub>	Custos medios de investimento (2050) €/kW <sub>e</sub>	Custos de operación e mantemento (2050) c€/kWh <sub>e</sub>
Xeotérmica	entre 7.774 e 3.888 segundo a categoría	4	1.729	1,50
Ondas	3.600	entre 24,14 e 4,68 segundo a categoría	825	entre 2,64 e 0,82 segundo a categoría
Biomasa	6.223	0,80	2.503	0,42
Eólica terrestre (terreo chan)	880	entre 1,32 e 0,43 segundo a categoría	481	entre 0,88 e 0,28 segundo a categoría
Eólica terrestre (terreo accidentado)	950	entre 1,77 e 0,57 segundo a categoría	520	entre 1,32 e 0,43 segundo a categoría
Eólica mariña	1.600	entre 3,23 e 1,66 segundo a categoría	864	entre 1,35 e 0,69 segundo a categoría
Fotovoltaica integrada	8.114	entre 14,20 e 4,53 segundo a categoría	962	entre 11,84 e 3,78 segundo a categoría
Fotovoltaica con seguimento	10.123	entre 4,74 e 2,87 segundo a categoría	1.200	entre 3,95 e 2,39 segundo a categoría
Termosolar	4.439	2,80	1.373	0,40
Minihidráulica	2.500	2,42	1.800	1,74
Nuclear (500 – 1.000 MW)	2.200	0,94	3.200	8,94
Ciclo combinado (200 – 350 MW)	520	0,35	520	3,35
Ciclo combinado (> 350 MW)	422	0,29	422	3,29

[7] Neste caso en particular considérase un custo actual do combustíbel de 2,3 c€/kWh<sub>FCI</sub>, inflacionado cun 2,5% de media por riba da inflación xeral ata o 2050, que conduce a un custo de combustíbel en 2050 de 6,82 c€/kWh<sub>FCI</sub> e cun incremento en custos de O&M debido a motivos medioambientais de 3 c€/kWh<sub>e</sub>. O custo da electricidade xerada con ciclo combinado que aparecen nas conclusións (15 c€/kWh<sub>e</sub>) corresponde á media das predicións que se realizaron.

[8] Neste caso considérase un custo actual do combustíbel de 0,55 c€/kWh<sub>FCI</sub>, inflacionado cun 3% de media por riba da inflación xeral ata o 2050, que conduce a un custo de combustíbel en 2050 de 2,02 c€/kWh<sub>FCI</sub>, e cun incremento en custos de O&M debido a motivos medioambientais de 8 c€/kWh<sub>e</sub>. O custo da electricidade xerada con nuclear que aparece no resto do documento (20 kWh<sub>e</sub>) corresponde á media das predicións que se realizaron.

# 3.4

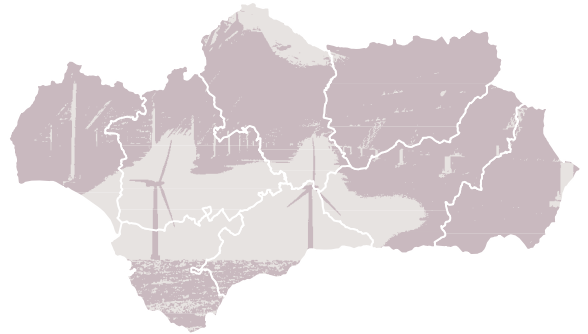
## ANDALUCÍA

As mellores categorías técnicas de Andalucía corresponderían ás tecnoloxías solares, onde tódalas provincias contan coa mellor categoría (categoría 1) en termosolar e fotovoltaica.

### 3.4. Resultados por CC.AA.

A continuación amosamos para cada comunidade autónoma, no ámbito provincial, as mellores categorías técnicas das tecnoloxías cuxo custo depende do lugar<sup>9</sup>, así coma o custo da electricidade proxectado para cada unha delas en 2050.

Estes resultados son interesantes para apreciar a distribución espacial dos recursos de enerxía renovábel, así como para servir de guía ó desenvolvemento da promoción e apoio ás distintas tecnoloxías renovábeis no ámbito provincial.



[9] Non se amosa biomasa, xa que a variación do custo depende do tipo de combustible. Tampouco xeotérmica, xa que no horizonte 2050 o seu desenvolvemento técnico permitirá unha distribución provincial homoxénea dos custos de electricidade. Respecto á minihidráulica no proxecto non se considerou un gran aumento con respecto á potencia actual, en calquera caso non se pode atribuír un custo provincial xa que depende dos lugares concretos.

▶▶ Os custos da electricidade proxectados para 2050 sitúanse en 3,29 c€/kWh<sub>e</sub> para termosolar, 8,45 c€/kWh<sub>e</sub> para fotovoltaica con seguimento e 11,86 c€/kWh<sub>e</sub> para fotovoltaica integrada en cuberta de edificios

Os custos máis baixos da electricidade están asociados á eólica terrestre, e algunhas provincias como Málaga e Sevilla contan coa mellor categoría técnica desta tecnoloxía, cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 1,67 c€/kWh<sub>e</sub> para eólica en terreo chan e 1,97 c€/kWh<sub>e</sub> en terreo accidentado. Para eólica mariña en Cádiz sitúase a mellor categoría técnica cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 3,18 c€/kWh<sub>e</sub>.

## ARAGÓN

As mellores categorías técnicas de Aragón corresponderían á eólica.

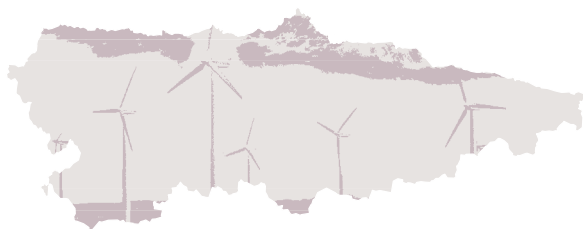


▶▶ En Teruel e Zaragoza sitúase a mellor categoría técnica de eólica terrestre (categoría 1), cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 1,67 c€/kWh<sub>e</sub> para eólica en terreo chan e 1,97 c€/kWh<sub>e</sub> en terreo accidentado.

Respecto ás tecnoloxías solares, tódalas provincias de Aragón se sitúan na segunda categoría técnica para solar termoeléctrica e fotovoltaica con seguimento, cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 3,70 c€/kWh<sub>e</sub> para termosolar e 9,38 c€/kWh<sub>e</sub> para fotovoltaica con seguimento. A Huesca e Teruel corresponde a mellor categoría en fotovoltaica integrada en cuberta cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 11,86 c€/kWh<sub>e</sub>.

## ASTURIAS

A tecnoloxía de menor custo correspondería á eólica terrestre.



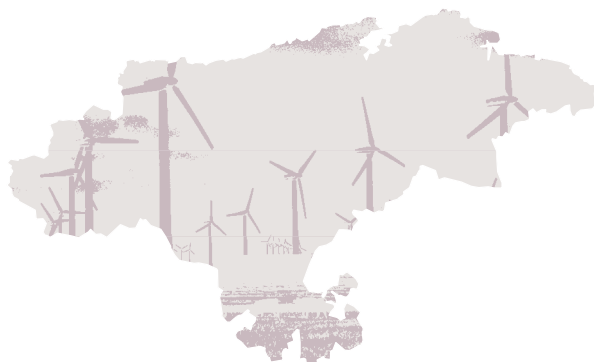
▶▶ En Asturias a tecnoloxía de menor custo correspondería á eólica terrestre (categoría 2), cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 2,01 c€/kWh<sub>e</sub> para eólica en terreo chan e 2,37 c€/kWh<sub>e</sub> en terreo accidentado.

Para eólica mariña o custo da electricidade proxectado para 2050 situaríase en 4,20 c€/kWh<sub>e</sub> correspondente á terceira categoría desta tecnoloxía.

A tecnoloxía das ondas tería un custo da electricidade proxectado para 2050 de 3,45c€/kWh<sub>e</sub> correspondente á segunda categoría desta tecnoloxía.

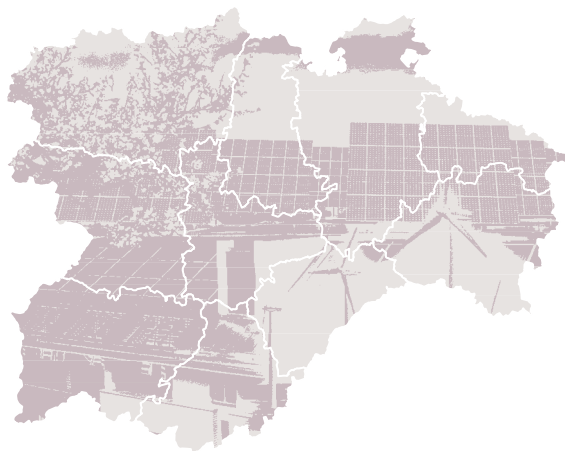
## CANTABRIA

A tecnoloxía de menor custo correspondería á eólica terrestre.



## CASTELA E LEÓN

A mellor categoría técnica desta comunidade correspondería á eólica.



▶▶ En Cantabria a tecnoloxía de menor custo correspondería á eólica terrestre (categoría 2), cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 2,01 c€/kWh<sub>e</sub> para eólica en terreo chan e 2,37 c€/kWh<sub>e</sub> en terreo accidentado.

A tecnoloxía das ondas tería un custo proxectado para 2050 de 4,23 c€/kWh<sub>e</sub> correspondente á terceira categoría desta tecnoloxía.

Nesta comunidade para eólica mariña o custo da electricidade proxectado para 2050 situaríase en 4,20 c€/kWh<sub>e</sub> correspondente á terceira categoría desta tecnoloxía.

▶▶ En Soria e Zamora sitúase a mellor categoría técnica de eólica terrestre (categoría 1), cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 1,67 c€/kWh<sub>e</sub> para eólica en terreo chan e 1,97 c€/kWh<sub>e</sub> en terreo accidentado. En Ávila, Burgos e Salamanca o custo da eólica (categoría 2) en 2050 sería 2,01 c€/kWh<sub>e</sub> para eólica en terreo chan e 2,37 c€/kWh<sub>e</sub> en terreo accidentado.

Con respecto ás tecnoloxías solares, en Ávila, León, Palencia, Salamanca, Valladolid e Zamora situase a segunda categoría técnica de solar termoeléctrica cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 3,70 c€/kWh<sub>e</sub>. A mellor categoría para fotovoltaica con seguimento situaríase en Salamanca cun custo da electricidade en 2050 de 8,45 c€/kWh<sub>e</sub>. Ávila, Palencia, Salamanca e Zamora contan coa mellor categoría en fotovoltaica integrada en cuberta cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 11,86 c€/kWh<sub>e</sub>.

## CASTELA-A MANCHA

As mellores categorías técnicas de Castela-A Mancha corresponderían ó recurso solar.



## CATALUÑA

As mellores categorías técnicas desta comunidade corresponderían ó recurso solar.



▶▶ En Albacete, Cidade Real e Toledo sitúase a mellor categoría técnica (categoría 1) en solar termoeléctrica cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 3,29 c€/kWh<sub>e</sub>. Nestas mesmas provincias sitúase tamén a primeira categoría en fotovoltaica con seguimento cun custo da electricidade en 2050 de 8,45 c€/kWh<sub>e</sub>.

Albacete, Cidade Real, Cuenca e Toledo sitúanse na primeira categoría de fotovoltaica en edificación en cuberta, cun custo da electricidade en 2050 de 11,86 c€/kWh<sub>e</sub>.

As tecnoloxías de menor custo corresponderían á eólica terrestre. En Albacete sitúase a mellor (categoría 2), cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 2,01 c€/kWh<sub>e</sub> para eólica en terreo chan e 2,37 c€/kWh<sub>e</sub> en terreo accidentado.

▶▶ En Lleida sitúase a mellor categoría técnica en solar termoeléctrica (categoría 1) cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 3,29 c€/kWh<sub>e</sub>. Nesta mesma provincia sitúase tamén a primeira categoría en fotovoltaica con seguimento cun custo da electricidade en 2050 de 8,45 c€/kWh<sub>e</sub>. Lleida e Tarragona contan coa mellor categoría en fotovoltaica integrada en edificación en cuberta cun custo da electricidade en 2050 de 11,86 c€/kWh<sub>e</sub>.

As tecnoloxías de menor custo corresponden á eólica terrestre. En Barcelona, Lleida e Tarragona sitúanse as mellores categorías da comunidade (categoría 2), cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 2,01 c€/kWh<sub>e</sub> para eólica en terreo chan e 2,37 c€/kWh<sub>e</sub> en terreo accidentado. Para eólica mariña a mellor categoría técnica sitúase en Xirona cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 3,18 c€/kWh<sub>e</sub>.



## COMUNIDADE VALENCIANA

As mellores categorías técnicas desta comunidade corresponderían ó recurso solar.



## ESTREMADURA

Estremadura conta coas mellores categorías técnicas tanto no recurso eólico coma no solar.



▶▶ As de menor custo corresponderían á eólica, onde tanto Badaxoz coma Cáceres contan coa mellor categoría de eólica terrestre (categoría 1), cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 1,67 c€/kWh<sub>e</sub> para eólica en terreo chan e 1,97 c€/kWh<sub>e</sub> en terreo accidentado.

Respecto ó recurso solar, en Badaxoz sitúase a mellor categoría tecnolóxica en solar termoeléctrica (categoría 1) cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 3,29 c€/kWh<sub>e</sub>. En Cáceres (categoría 2) o custo da electricidade proxectado para esta tecnoloxía sería de 3,70 c€/kWh<sub>e</sub>.

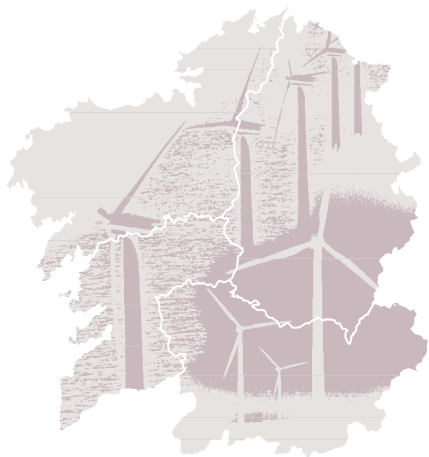
En ámbalas dúas provincias sitúase a primeira categoría de fotovoltaica edificación cuberta cun custo da electricidade en 2050 de 11,86 c€/kWh<sub>e</sub>. E en Badaxoz sitúase a mellor categoría en fotovoltaica con seguimento (categoría 1) cun custo da electricidade en 2050 de 8,45 c€/kWh<sub>e</sub>.

▶▶ En Alacante sitúase a mellor categoría técnica en solar termoeléctrica (categoría 1) cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 3,29 c€/kWh<sub>e</sub>. En Castellón e Valencia (categoría 2) o custo da electricidade proxectado para esta tecnoloxía sería de 3,70 c€/kWh<sub>e</sub>.

En Alacante sitúase a mellor categoría técnica en fotovoltaica con seguimento (categoría 1) cun custo da electricidade en 2050 de 8,45 c€/kWh<sub>e</sub>. E en tódalas provincias da comunidade valenciana se sitúa a mellor categoría de fotovoltaica en edificación en cuberta, cun custo da electricidade en 2050 de 11,86 c€/kWh<sub>e</sub>.

## GALICIA

**Galicia conta coas mellores categorías técnicas da eólica (mariña e terrestre) e da tecnoloxía das ondas.**

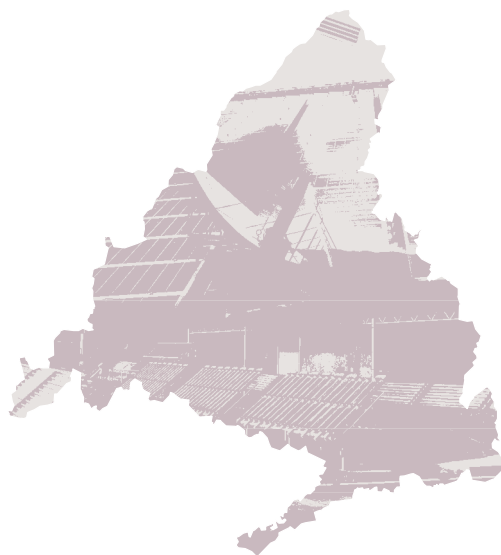


▶▶ As tecnoloxías de menor custo corresponden á eólica terrestre. En A Coruña, Lugo e Pontevedra sitúase a mellor categoría técnica de eólica terrestre (categoría 1), cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 1,67 c€/kWh<sub>e</sub> para eólica en terreo chan e 1,97 c€/kWh<sub>e</sub> en terreo accidentado. En Ourense (categoría 2) o custo desta tecnoloxía en 2050 sería 2,01 c€/kWh<sub>e</sub> en terreo chan e 2,37 c€/kWh<sub>e</sub> en terreo accidentado. En A Coruña e Lugo sitúase a mellor categoría técnica en tecnoloxía de ondas (categoría 1) cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 3,03 c€/kWh<sub>e</sub>. Para eólica mariña en A Coruña e Lugo sitúase a mellor categoría técnica (categoría 1) cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 3,18 c€/kWh<sub>e</sub>.

Respecto ó recurso solar en Pontevedra sitúanse as mellores categorías da comunidade, cun custo da electricidade para termoeléctrica (categoría 2) proxectado para 2050 de 3,70 c€/kWh<sub>e</sub>, para fotovoltaica en edificación en cuberta (categoría 2) de 14,29 c€/kWh<sub>e</sub> e para fotovoltaica con seguimento (categoría 2) cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 9,38 c€/kWh<sub>e</sub>.

## MADRID

**As mellores categorías técnicas da Comunidade de Madrid virían representadas polo recurso solar.**

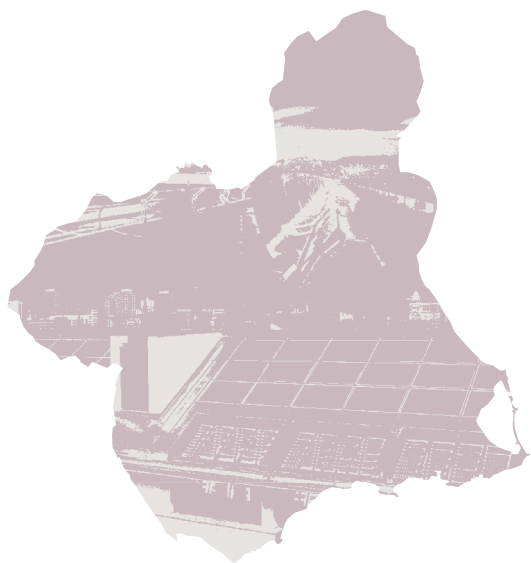


▶▶ O custo da electricidade proxectado para 2050 para solar termoeléctrica (categoría 2) sería de 3,70 c€/kWh<sub>e</sub>, para fotovoltaica integrada en edificación en cuberta (categoría 2) sería de 14,29 c€/kWh<sub>e</sub>, e para fotovoltaica con seguimento (categoría 2) o custo da electricidade proxectado para 2050 sería de 9,38 c€/kWh<sub>e</sub>.

Unha das tecnoloxías de menor custo correspondería á eólica terrestre, aínda que a caracterización técnica sería baixa (categoría 4). O custo da electricidade proxectado para 2050 sería de 3,40 c€/kWh<sub>e</sub> para eólica en terreo chan e 4,00 c€/kWh<sub>e</sub> en terreo accidentado.

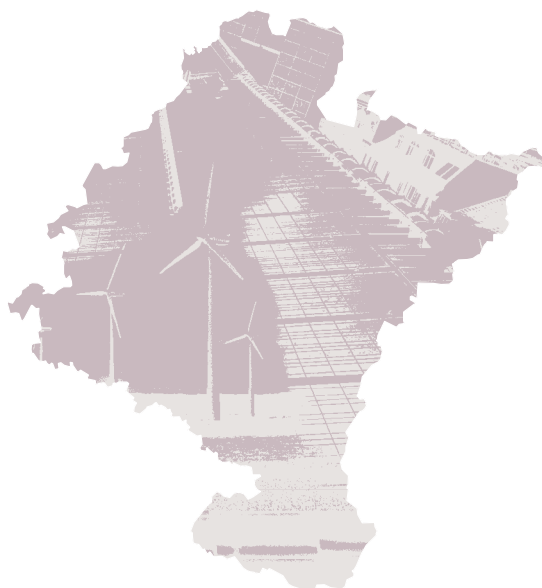
## MURCIA

As mellores categorías técnicas da Rexión de Murcia virían representadas polo recurso solar.



## NAVARRA

A tecnoloxía de menor custo na Comunidade Foral de Navarra correspondería á eólica terrestre.



▶▶ O custo da electricidade proxectado para 2050 para solar termoeléctrica (categoría 2) sería de 3,70 c€/kWh<sub>e</sub>; para fotovoltaica integrada en edificación en cuberta (categoría 2) sería de 14,29 c€/kWh<sub>e</sub>, e para fotovoltaica con seguimento (categoría 2) o custo da electricidade proxectado para 2050 sería de 9,38 c€/kWh<sub>e</sub>.

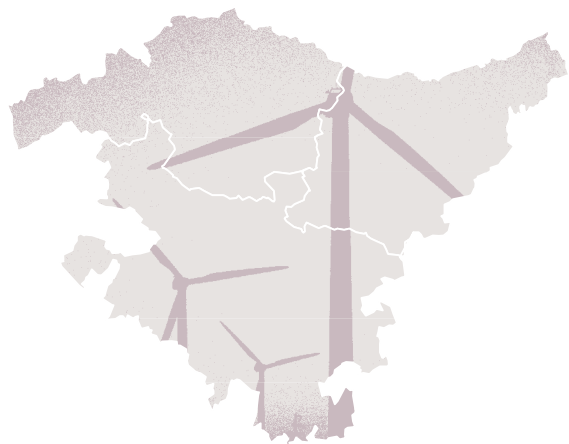
A tecnoloxía de menor custo correspondería á eólica terrestre, coa categoría 3 da caracterización técnica. O custo da electricidade proxectado para 2050 procedente de eólica terrestre en terreo chan sería de 2,53 c€/kWh<sub>e</sub> e 2,98 c€/kWh<sub>e</sub> en terreo accidentado. Para eólica mariña (categoría 4) o custo da electricidade proxectado para 2050 sería de 5,01 c€/kWh<sub>e</sub>.

▶▶ A tecnoloxía de menor custo na Comunidade Foral de Navarra correspondería á eólica terrestre (categoría 2), cuxo custo da electricidade proxectado para 2050 de 2,01 c€/kWh<sub>e</sub> para eólica en terreo chan e 2,37 c€/kWh<sub>e</sub> en terreo accidentado.

Respecto ás tecnoloxías solares, o mellor recurso tecnolóxico teno en fotovoltaica integrada en edificación en cuberta (categoría 2) cuxo custo da electricidade proxectado para 2050 sería de 14,29 c€/kWh<sub>e</sub>.

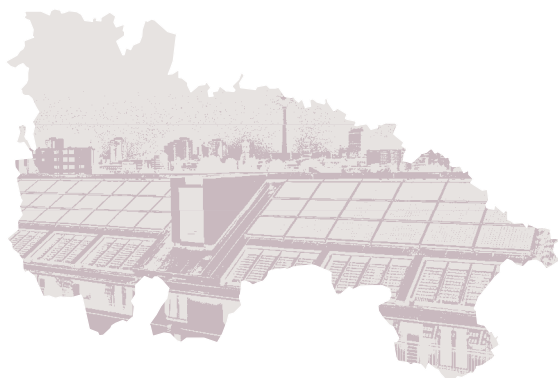
## PAÍS VASCO

A tecnoloxía de menor custo na Comunidade Autónoma Vasca correspondería á eólica terrestre.



## A RIOXA

A tecnoloxía de menor custo na Rioxa correspondería á eólica terrestre (categoría 4).



▶▶ En Guipúscoa o custo da electricidade proxectado para 2050 sería de 2,01 c€/kWh<sub>e</sub> para eólica en terreo chan e 2,37 c€/kWh<sub>e</sub> en terreo accidentado (categoría 2). En Áraba e Biscaia o custo da electricidade proxectado para 2050 é de 2,53 c€/kWh<sub>e</sub> para eólica en terreo chan e 2,98 c€/kWh<sub>e</sub> en terreo accidentado (categoría 3).

En Guipúscoa e Biscaia para eólica mariña (categoría 3) o custo da electricidade proxectado para 2050 sería de 4,20 c€/kWh<sub>e</sub>. En Biscaia para a tecnoloxía das ondas (categoría 3) o custo da electricidade proxectado para 2050 sería de 4,23 c€/kWh<sub>e</sub>.

▶▶ Nesta comunidade o custo da electricidade proxectado para 2050 sería de 3,40 c€/kWh<sub>e</sub> para eólica en terreo chan e 4 c€/kWh<sub>e</sub> en terreo accidentado.

Respecto ó recurso solar a mellor categoría técnica correspondería á solar fotovoltaica integrada en cuberta (categoría 2) cun custo da electricidade proxectado para 2050 de 14,29 c€/kWh<sub>e</sub>. Nas outras tecnoloxías solares o custo da electricidade proxectado para 2050 para solar termoeléctrica (categoría 3) sería de 4,25 c€/kWh<sub>e</sub>, e para fotovoltaica con seguimento (categoría 3) o custo da electricidade proxectado sería de 10,53 c€/kWh<sub>e</sub>.

## 3.5

### 3.5. Conclusións

- **As tecnoloxías de menor custo no horizonte do 2050 serán as renovábeis.** Practicamente a totalidade delas ó acadar o seu período de madurez industrial, poderán proporcionar electricidade a un custo inferior, e en moitos casos moi inferior, ó proxectado para nuclear e térmica de ciclo combinado.
- A eólica terrestre encóntrase entre as tecnoloxías de menor custo, para tódolos lugares peninsulares os custos da electricidade xerada en 2050 situaríanse entre un mínimo de 1,51 c€/kWh<sub>e</sub> e un máximo de 8,09 c€/kWh<sub>e</sub>.
- Dentro das tecnoloxías solares, a tecnoloxía máis competitiva sería a solar termoeléctrica, cuxos custos da electricidade proxectados para 2050 se situarían entre un mínimo de 3,07 c€/kWh<sub>e</sub> e un custo máximo de 8,13 c€/kWh<sub>e</sub> nos peores lugares.
- Os custos de electricidade proxectados para as centrais de ciclo combinado alimentadas con gas natural, situaríanse por riba de 15 c€/kWh<sub>e</sub>. Tan só os peores emprazamentos da solar fotovoltaica en edificación estarían por riba destes custos.
- Para a enerxía nuclear, e a pesar da grande incerteza sobre custos que ten asociada, pódese agardar un custo da electricidade proxectado para 2050 da orde dos 20 c€/kWh<sub>e</sub>, considerabelmente superior ós custos da electricidade coas tecnoloxías renovábeis no 2050.
- O sistema enerxético actual, é insostíbel e non internaliza tódolos seus custos. A progresiva internalización deles conducirános a un notábel incremento do custo da electricidade xerada polas tecnoloxías sucias. Reconvertere-lo sistema enerxético cara o sostemento requirirá un esforzo económico, especialmente no proceso de evolución das tecnoloxías renovábeis cara a madurez industrial. Este esforzo económico é un investimento que nos conducirá a un sistema sostíbel, con custos da electricidade moi inferiores incluso ós actuais.

# PROXECTO REVOLUCIÓN ENERXÉTICA

Greenpeace encargou a un equipo do Instituto de Investigación Tecnolóxica da Universidade Pontificia Comillas, encabezado polo Dr. Xavier García Casals, un estudo técnico cuxo obxectivo era investigar se as renovábeis son suficientes para cubri-la demanda enerxética da sociedade. Esta cuestión é clave para saber se necesitamos desenvolver outras fontes de enerxía que cubran as supostas limitacións das renovábeis, ou pola contra, verificar que é posíbel evitar un cambio climático perigoso mediante a substitución completa dos combustíbeis fósiles por enerxías renovábeis.

En novembro de 2005, presentáronse os resultados da primeira parte do proxecto baixo o título “Renovábeis 2050. Un informe sobre o potencial das enerxías renovábeis na España peninsular” onde se concluíu que a capacidade de xeración de electricidade con fontes renovábeis equivale a máis de 56 veces a demanda de electricidade da España peninsular proxectada en 2050, e a máis de 10 veces a demanda de enerxía final total. Quedaba así demostrado que con renovábeis se pode dispoñer de enerxía en cantidade máis que suficiente, pero faltaba demostrar se sería económica e tecnicamente viábel facer funcionar todo o sistema eléctrico só con renovábeis para satisfacer-la demanda proxectada.

En 2007 o informe “Renovábeis 100%. Un sistema eléctrico renovábel para a España peninsular e a súa viabilidade económica” ofrece os resultados da segunda fase do estudo onde se cuantifica e avalía tecnicamente a viabilidade dun escenario baseado en enerxías renovábeis para o sistema de xeración eléctrica peninsular. **As análises demostran a viabilidade técnica e económica dun sistema baseado ó 100% en renovábeis.**





**GREENPEACE**