



Renovables
100%
Catalunya

GREENPEACE

greenpeace.es

Barcelona, 20 de maig de 2008

GREENPEACE

www.greenpeace.es

Projecte “Revolució Energètica”

Potencial de les Renovables a Catalunya

Comparativa de costos

Exemple de mix 100% renovable per Catalunya

Conclusions

Propostes de Greenpeace

GREENPEACE

www.greenpeace.es

Projecte “Revolució Energètica”

Qüestions a respondre:

- És possible evitar un canvi climàtic perillós? Hi som a temps?
- És possible substituir les energies brutes per energies netes? I en un país concret, com Espanya? Quanta energia de la consumida a Espanya podria provenir de fonts renovables?
- Hi hauria energia disponible a tothora (dia i nit, hivern i estiu) i a tot arreu (camp i ciutat, indústria si edificis d'habitatges i comercials) en què es demanda? Què passa quan no hi ha sol o no bufa el vent?
- Quantes centrals renovables farien falta i com caldria utilitzar-les? On serien?
- Costaria més un sistema basat en renovables?

Metodologia

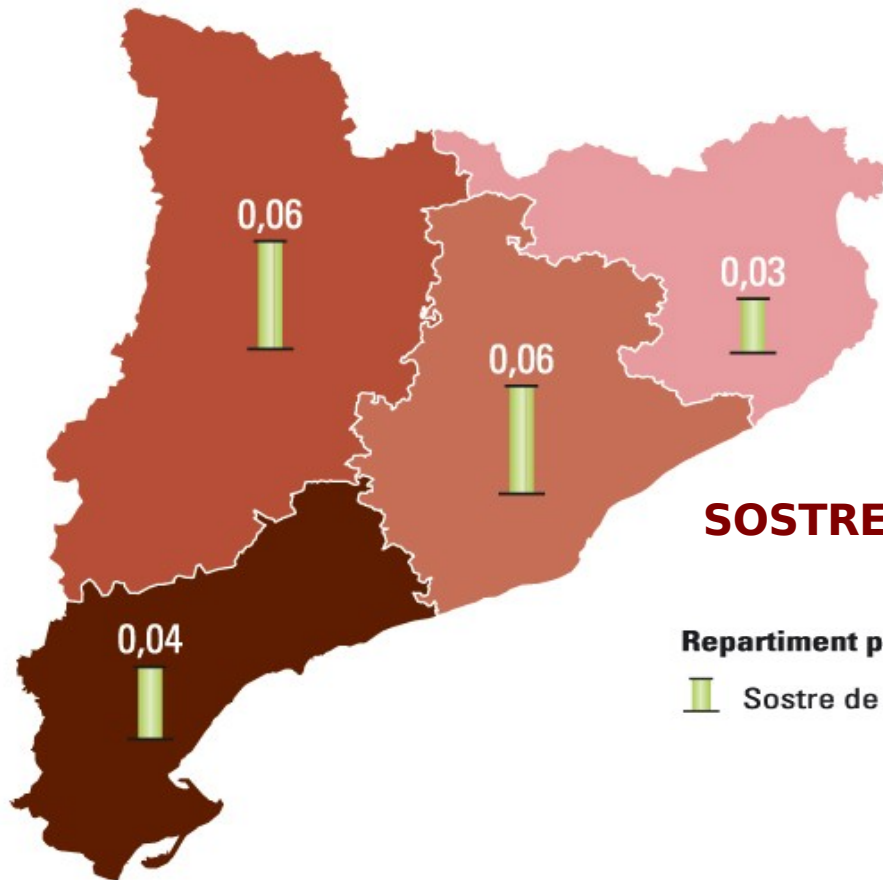
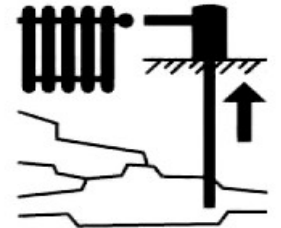
1. Anàlisi de sostres de potència y generació
2. Anàlisi de costos
3. Anàlisi temporal
4. Anàlisi sistema generació elèctrica

Potencial de les Renovables a Catalunya

- **Escenaris de població i demanda energètica 2050.**
- **Tecnologies renovables:** situació i actuacions 2050.
- **Restriccions ambientals, socials i tecnològiques** sobre zones geogràfiques i tipus de sòl disponibles.
- **Màxima contribució de cadascuna:** sostres de potència i de generació.
- **Demanda elèctrica per a Catalunya el 2050: 53,78 TWh/any**
- **Demanda energia final per a Catalunya el 2050: 257,25 TWh/any**


Potencial de les Renovables a Catalunya

GEOTÈRMICA



SOSTRE DE POTÈNCIA I DE GENERACIÓ ELÈCTRICA

Repartiment per províncies de sostre de potència

 Sostre de potència (GW)

TOTAL

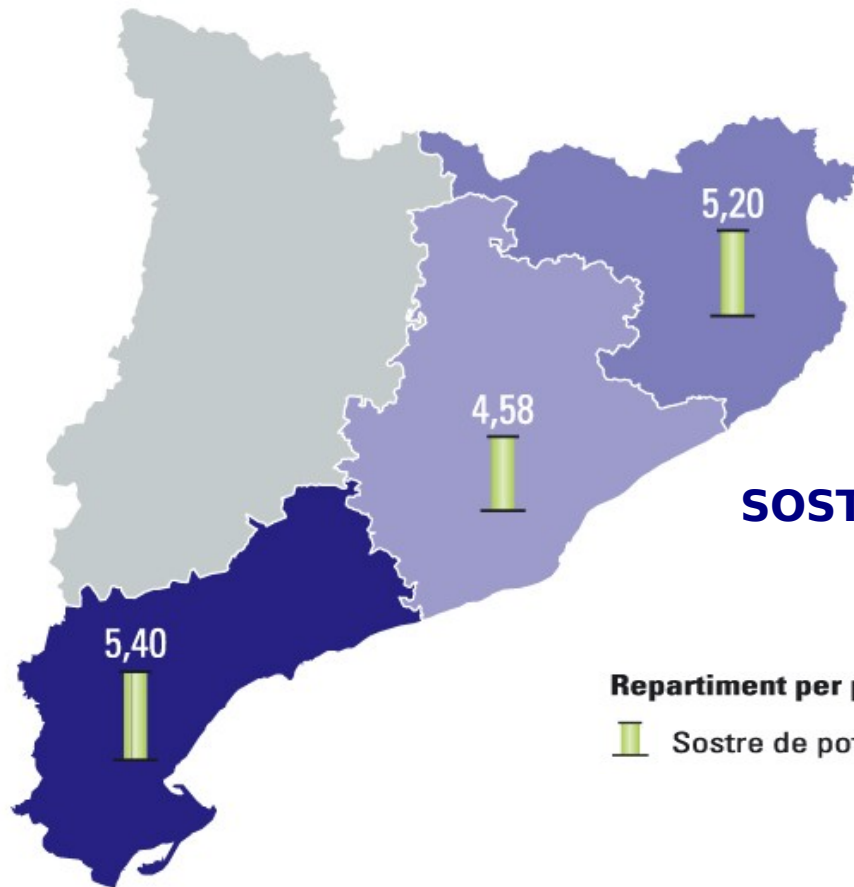
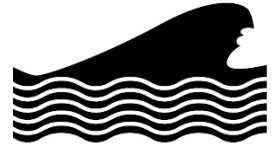
Sostre de potència = 0,18 GW • Sostre de generació elèctrica = 1,4 TWh/a
% de la demanda elèctrica per al 2050 que cobriria aquesta tecnologia = 2,60%
% de la demanda energètica per al 2050 que cobriria aquesta tecnologia = 0,54%

GREENPEACE

www.greenpeace.es

Potencial de les Renovables a Catalunya

ONES



SOSTRE DE POTÈNCIA I DE GENERACIÓ ELÈCTRICA

Repartiment per províncies de sostre de potència

■ Sostre de potència (GW)

TOTAL

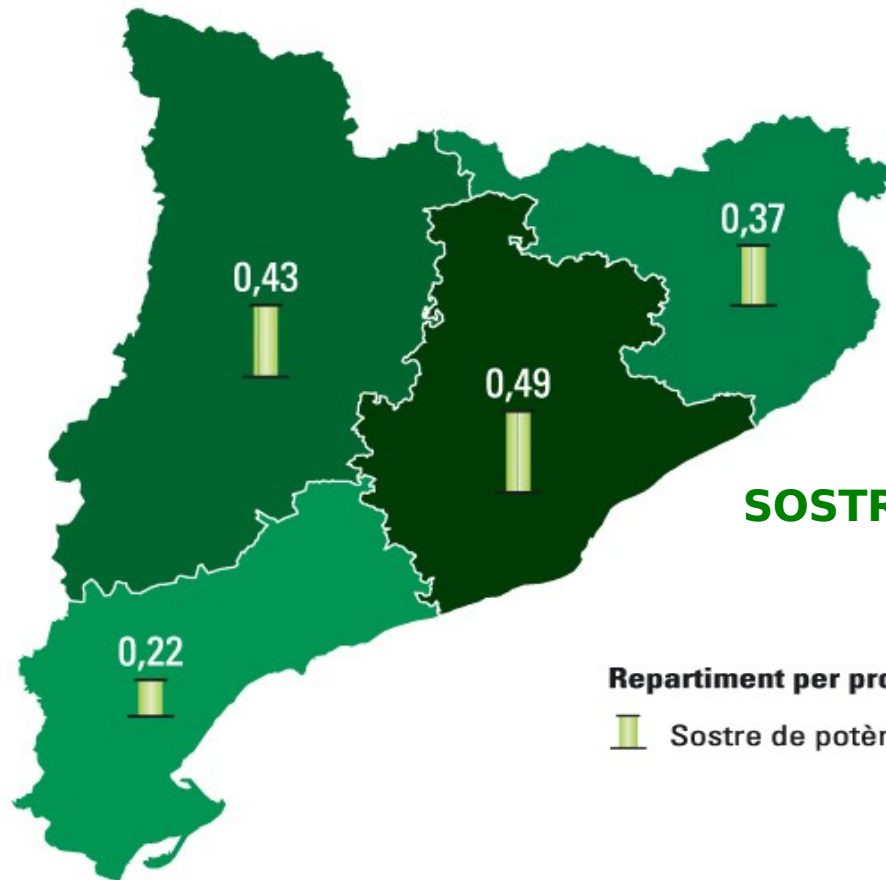
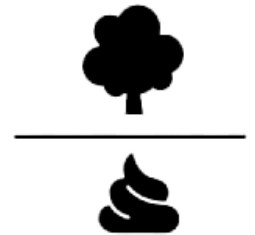
Sostre de potència = 15,18 GW • Sostre de generació elèctrica = 6,87 TWh/a
% de la demanda elèctrica per al 2050 que cobriria aquesta tecnologia = 12,77%
% de la demanda energètica per al 2050 que cobriria aquesta tecnologia = 2,67%

GREENPEACE

www.greenpeace.es


Potencial de les Renovables a Catalunya

BIOMASSA



SOSTRE DE POTÈNCIA I DE GENERACIÓ ELÈCTRICA

Repartiment per províncies de sostre de potència

 Sostre de potència (GW)

TOTAL

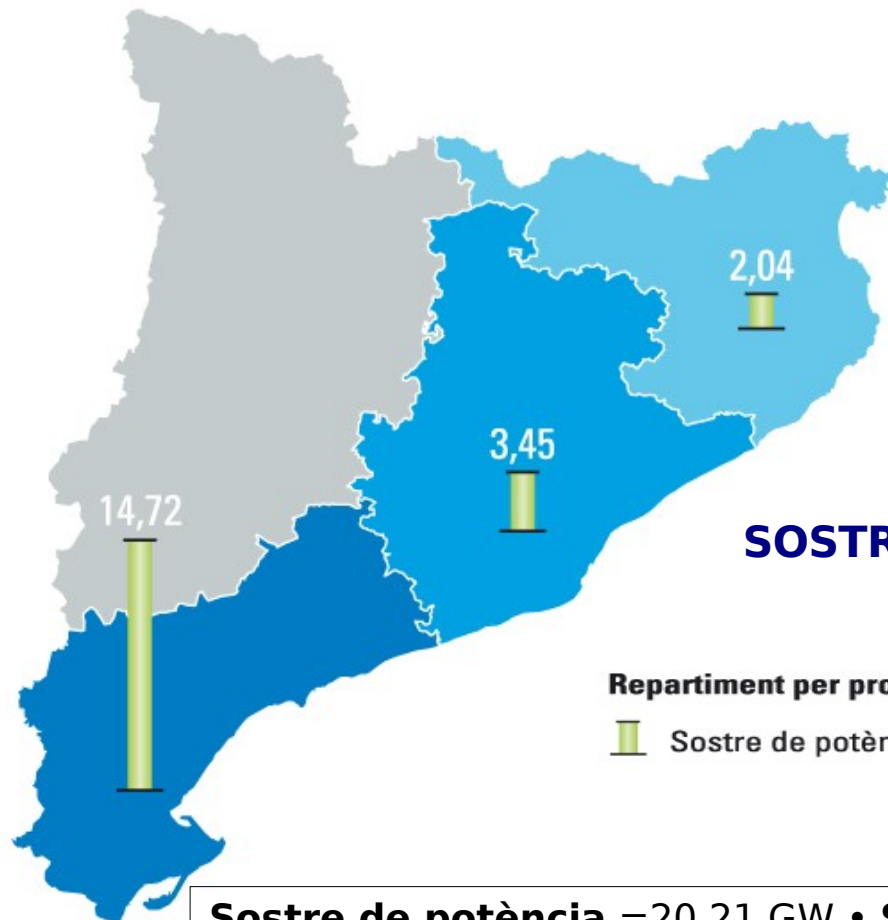
Sostre de potència = 1,52 GW • Sostre de generació elèctrica = 10,88 TWh/a
% de la demanda elèctrica per al 2050 que cobriria aquesta tecnologia = 20,23%
% de la demanda energètica per al 2050 que cobriria aquesta tecnologia = 4,23%

GREENPEACE

www.greenpeace.es


Potencial de les Renovables a Catalunya

EÒLICA MARINA



SOSTRE DE POTÈNCIA I DE GENERACIÓ ELÈCTRICA

Repartiment per províncies de sostre de potència

 Sostre de potència (GW)

TOTAL

Sostre de potència = 20,21 GW • Sostre de generació elèctrica = 11,75 TWh/a
% de la demanda elèctrica per al 2050 que cobriria aquesta tecnologia = 21,85%
% de la demanda energètica per al 2050 que cobriria aquesta tecnologia = 4,57%


Potencial de les Renovables a Catalunya

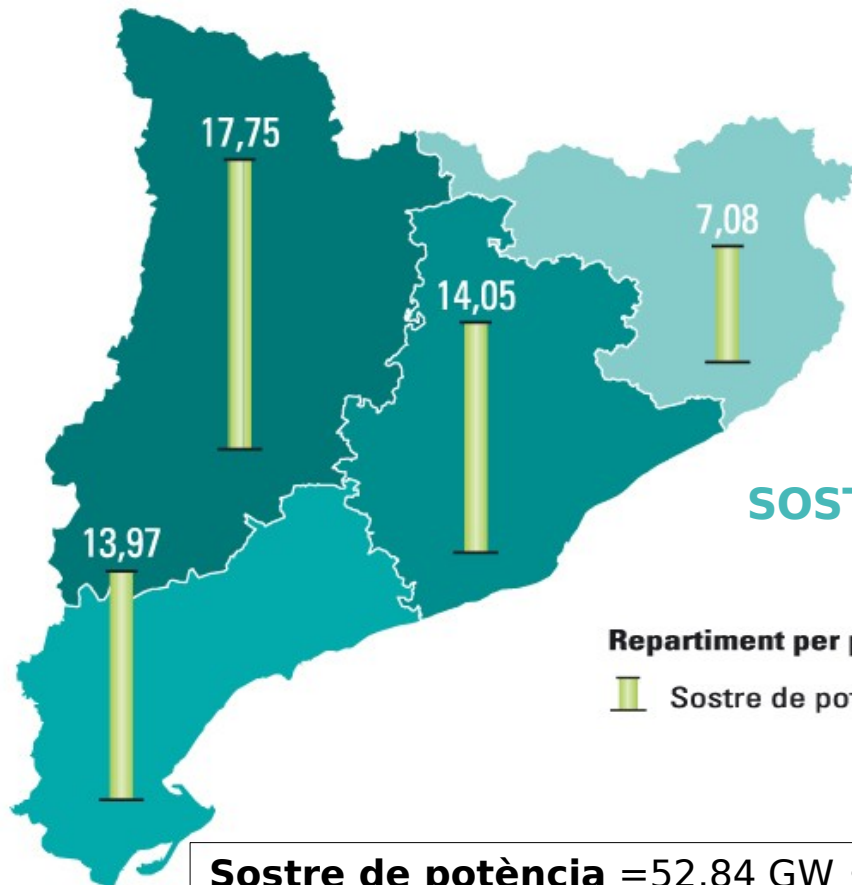
EÒLICA TERRESTRE



SOSTRE DE POTÈNCIA I DE GENERACIÓ ELÈCTRICA

Repartiment per províncies de sostre de potència

 Sostre de potència (GW)



TOTAL

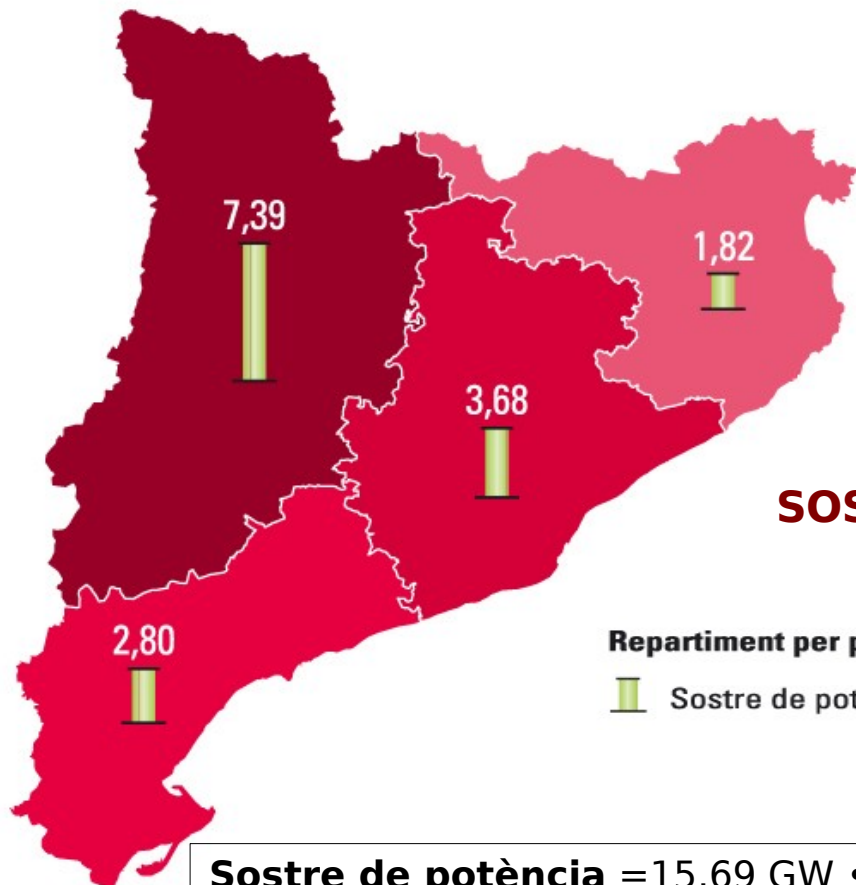
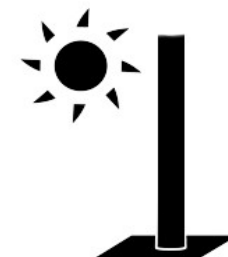
Sostre de potència = 52,84 GW • Sostre de generació elèctrica = 143,8 TWh/a
% de la demanda elèctrica per al 2050 que cobriria aquesta tecnologia = 257,4%
% de la demanda energètica per al 2050 que cobriria aquesta tecnologia = 55,9%

GREENPEACE

www.greenpeace.es

Potencial de les Renovables a Catalunya

XEMENEIA SOLAR



SOSTRE DE POTÈNCIA I DE GENERACIÓ ELÈCTRICA

Repartiment per províncies de sostre de potència

 Sostre de potència (GW)

TOTAL

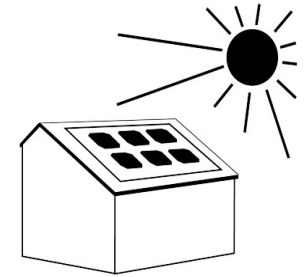
Sostre de potència = 15,69 GW • Sostre de generació elèctrica = 40,8 TWh/a
% de la demanda elèctrica per al 2050 que cobriria aquesta tecnologia = 75,86%
% de la demanda energètica per al 2050 que cobriria aquesta tecnologia = 15,86%

GREENPEACE

www.greenpeace.es

Potencial de les Renovables a Catalunya

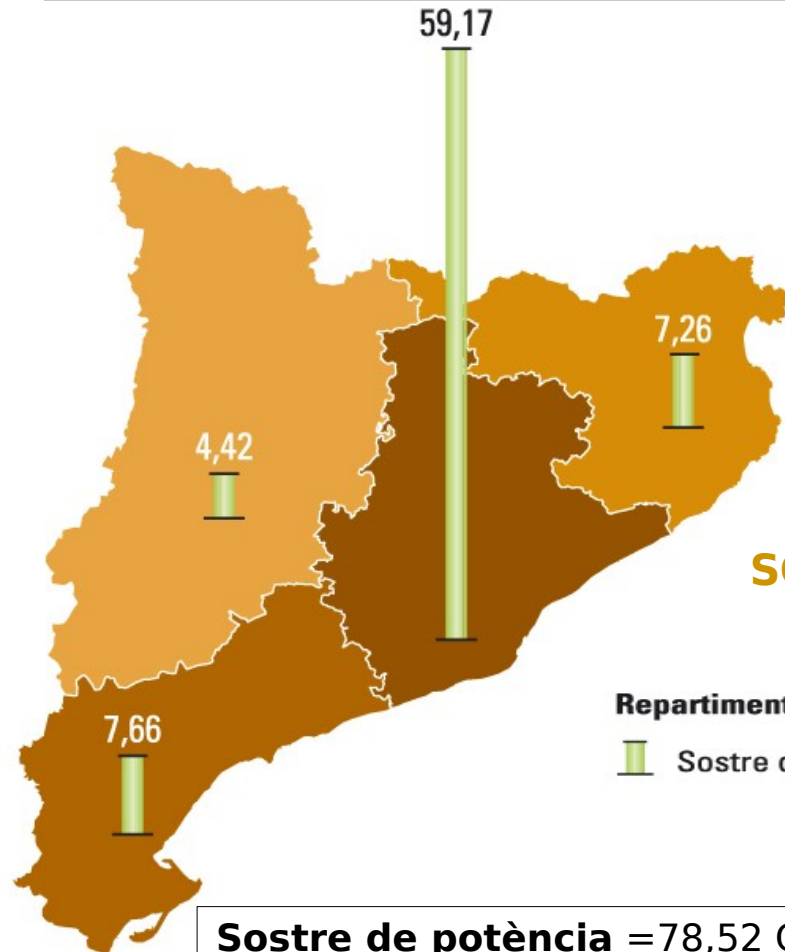
FV INTEGRADA EN EDIFICIS



SOSTRE DE POTÈNCIA I DE GENERACIÓ ELÈCTRICA

Repartiment per províncies de sostre de potència

 Sostre de potència (GW)



TOTAL

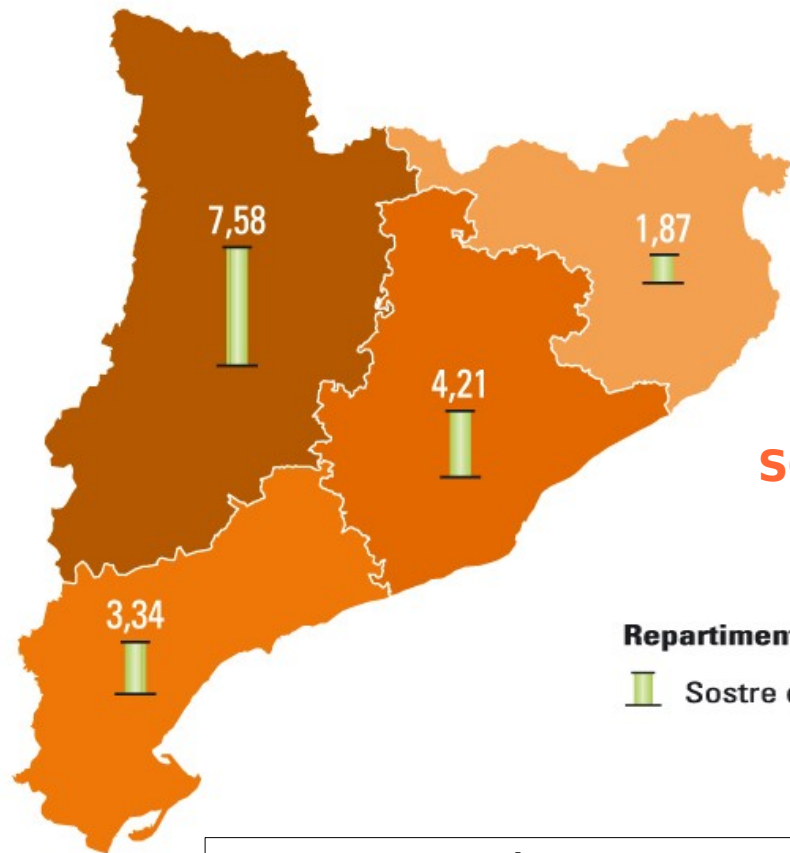
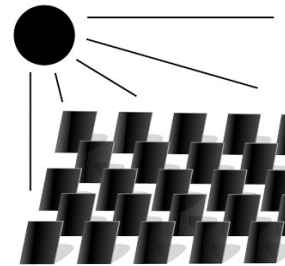
Sostre de potència = 78,52 GW • Sostre de generació elèctrica = 89,7 TWh/a
% de la demanda elèctrica per al 2050 que cobriria aquesta tecnologia = 166,8%
% de la demanda energètica per al 2050 que cobriria aquesta tecnologia = 34,9%

GREENPEACE

www.greenpeace.es


Potencial de les Renovables a Catalunya

FV AMB SEGUIMENTS



SOSTRE DE POTÈNCIA I DE GENERACIÓ ELÈCTRICA

Repartiment per províncies de sostre de potència

 Sostre de potència (GW)

TOTAL

Sostre de potència = 17,01 GW • Sostre de generació elèctrica = 37,2 TWh/a
% de la demanda elèctrica per al 2050 que cobriria aquesta tecnologia = 69,17%
% de la demanda energètica per al 2050 que cobriria aquesta tecnologia = 14,46%

GREENPEACE

www.greenpeace.es

Potencial de les Renovables a Catalunya

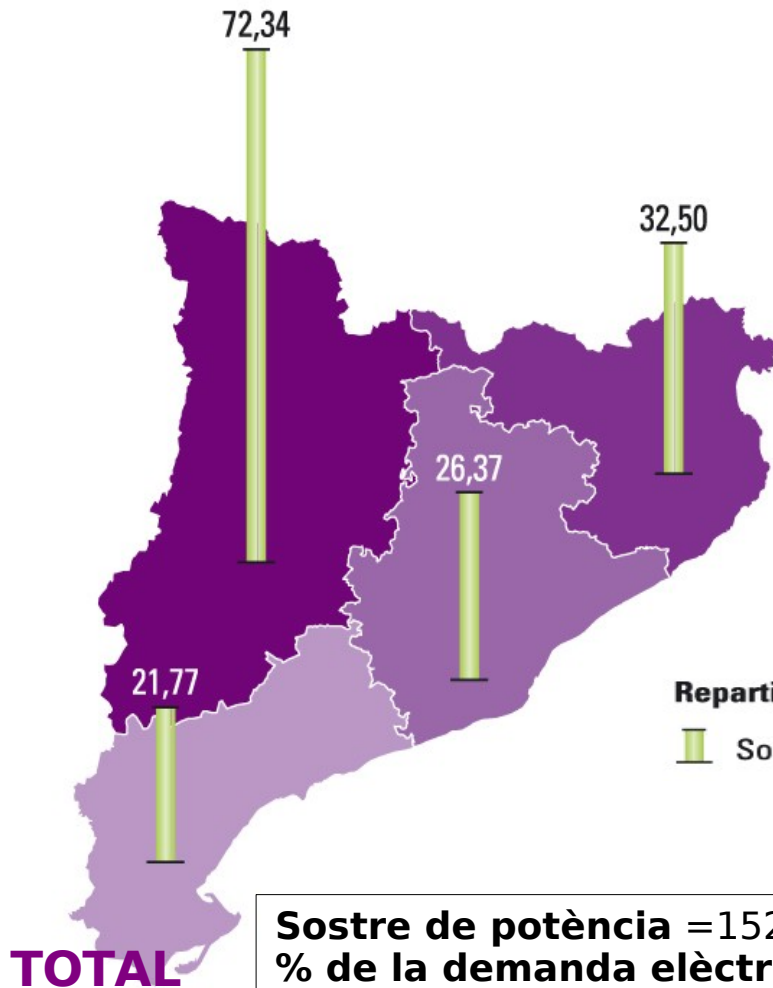
SOLAR TERMOELÈCTRICA



SOSTRE DE POTÈNCIA I DE GENERACIÓ ELÈCTRICA

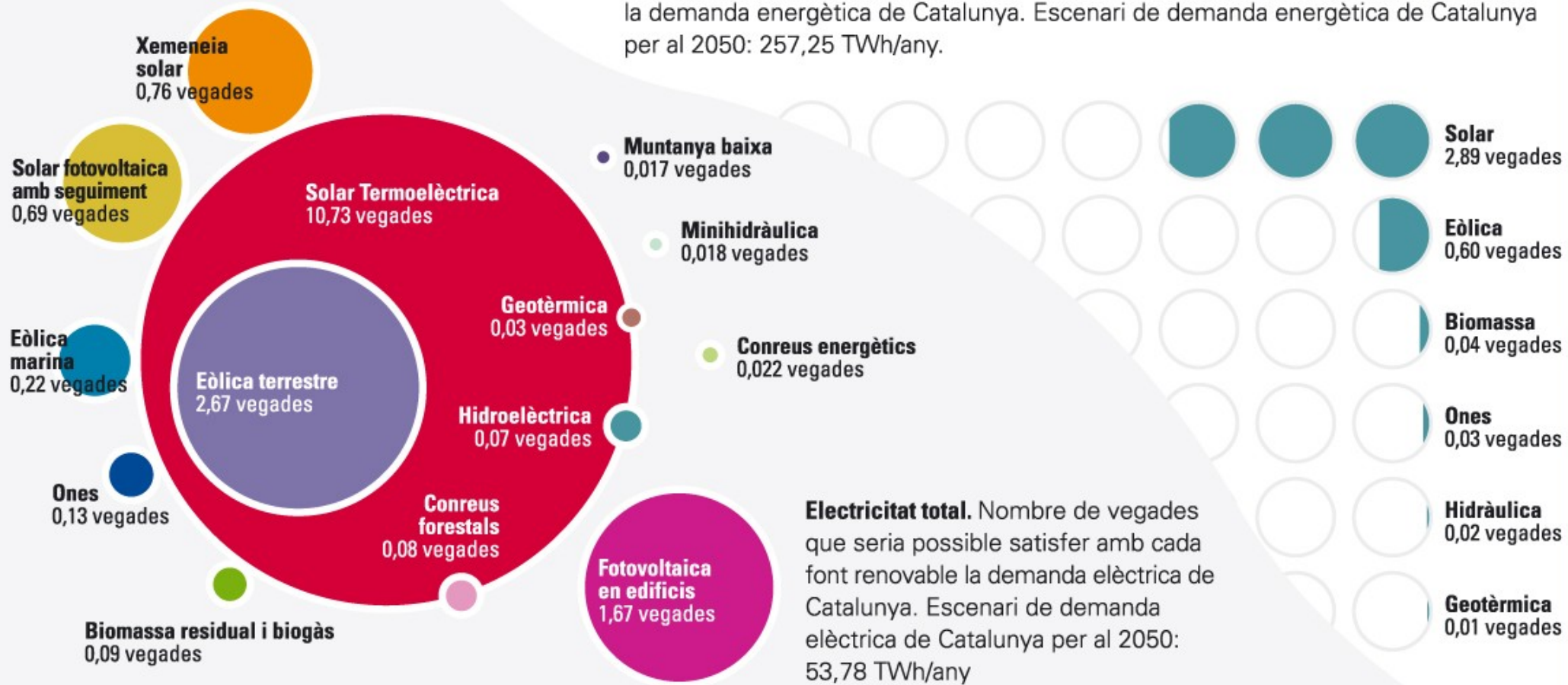
Repartiment per províncies de sostre de potència

 Sostre de potència (GW)



Sostre de potència = 152,98 GW • Sostre de generació elèctrica = 577 TWh/a
% de la demanda elèctrica per al 2050 que cobriria aquesta tecnologia = 1072,89%
% de la demanda energètica per al 2050 que cobriria aquesta tecnologia = 224,30%

Potencial de les Renovables a Catalunya



Potencial de les Renovables a Catalunya

- **Catalunya disposa de recursos renovables** suficients per poder generar una quantitat d'electricitat superior a 17 vegades la demanda d'electricitat projectada el 2050 i gairebé **quatre vegades la demanda d'energia total**.
- **L'energia solar és la més abundant** i podria abastir **gairebé tres vegades la demanda energètica total** l'any 2050. El potencial de generació de la **solar termoelèctrica** suposa **62,45% del total renovable**.
- El potencial de l'**energia eòlica** permetria cobrir gairebé tres vegades la demanda elèctrica de Catalunya.
- L'**energia eòlica marina, la de les ones, la geotèrmica de roca seca o les xemeneies solars**, posseeixen elevats potencials de generació d'energia.

Metodologia

Comparació tecnologies diferents amb els mateixos paràmetre, avui i el 2050

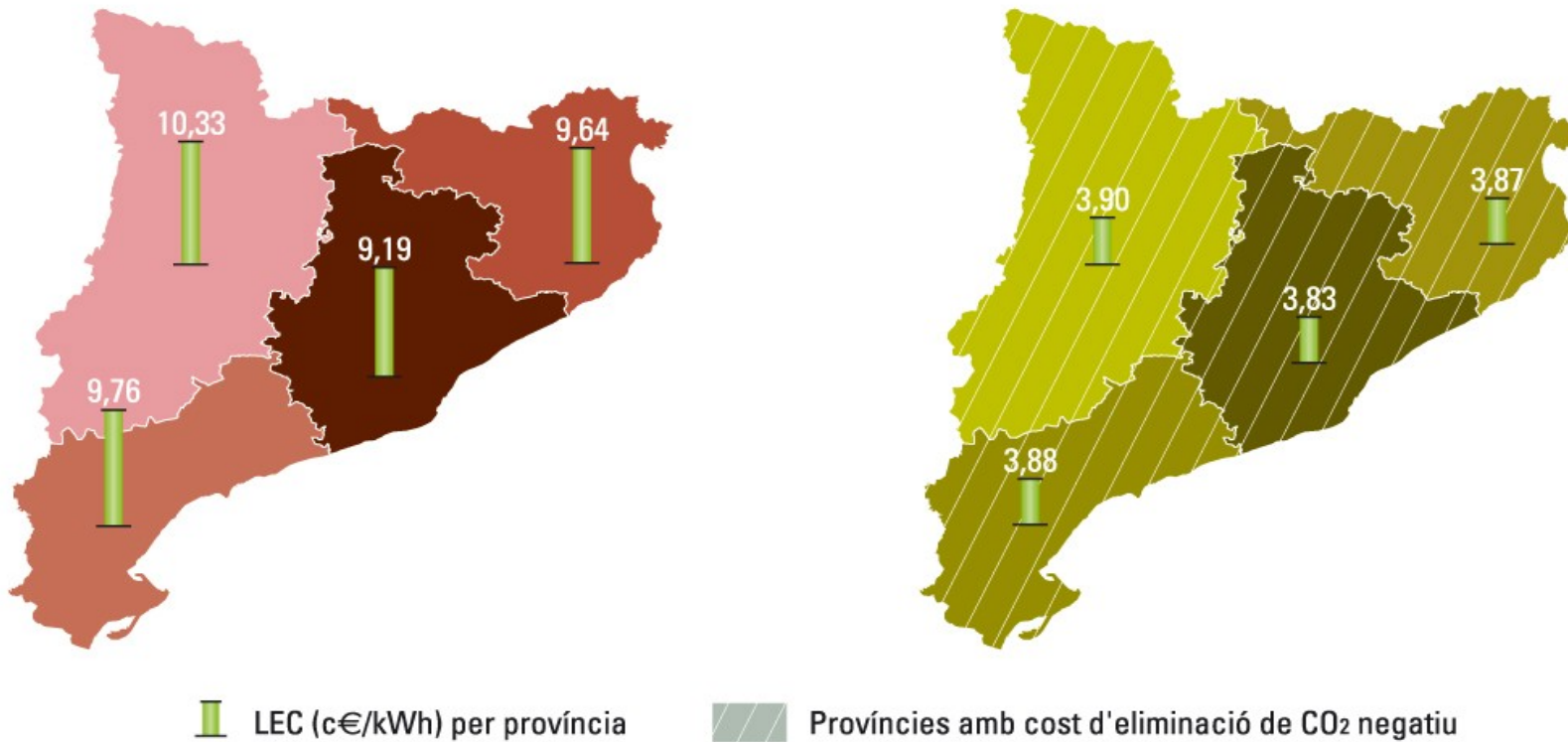
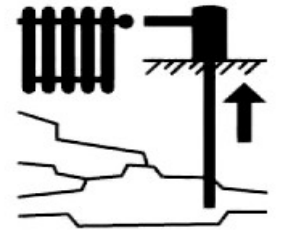
- Havent assolit maduresa industrial
- Tots els costos internalitzats

Comparació tecnologies individualment no és prou per conèixer el cost del sistema

- Cal analitzar com combinar-les (mix)

Comparativa de costos

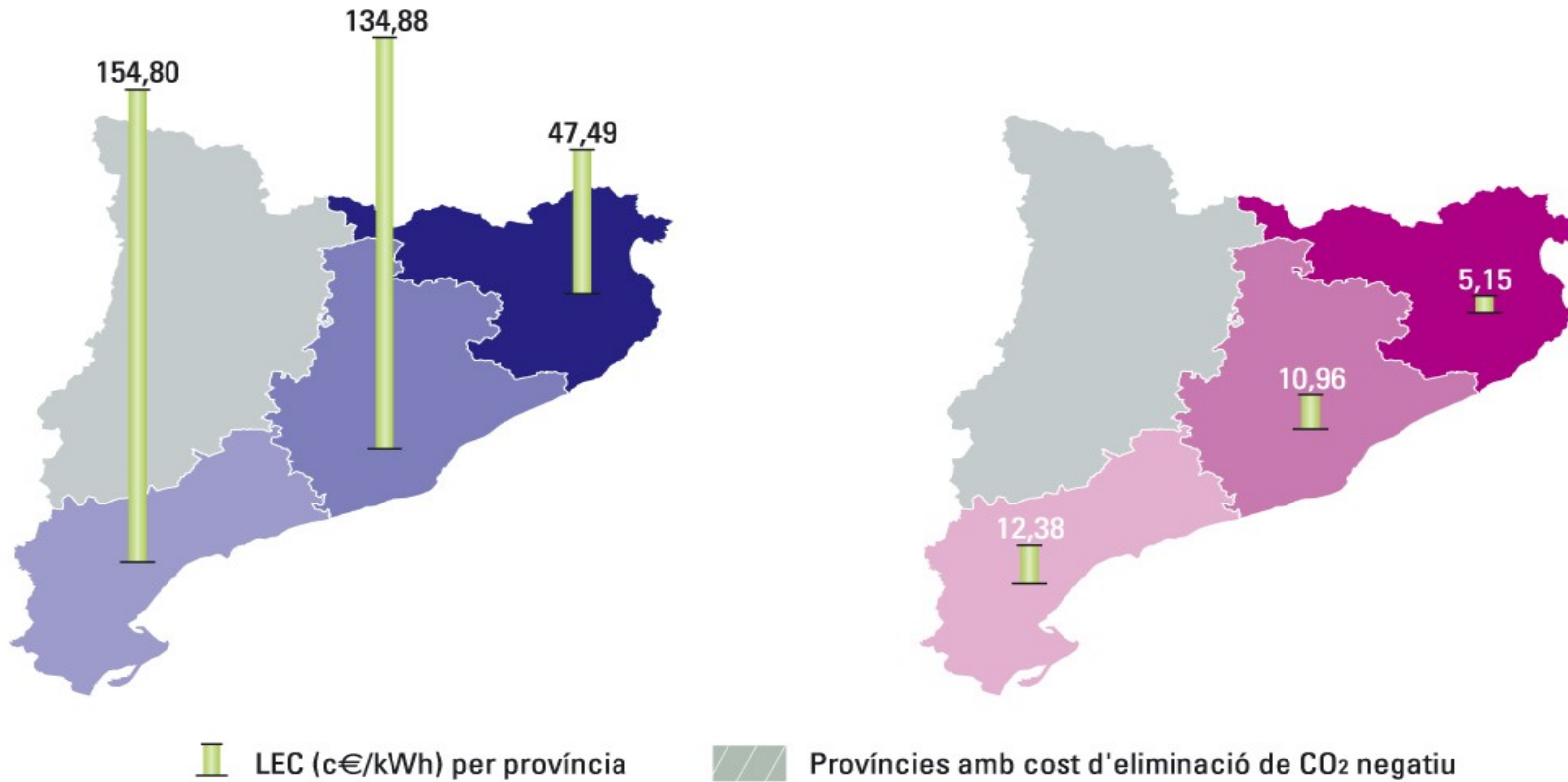
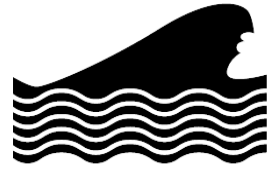
GEOTÉRMICA



DISTRIBUCIÓ PROVINCIAL DEL COST DE L'ELECTRICITAT I D'ELIMINACIÓ DE CO2.
(i = 8%, f = 2,6% y N = 40 anys)

Comparativa de costos

ONES



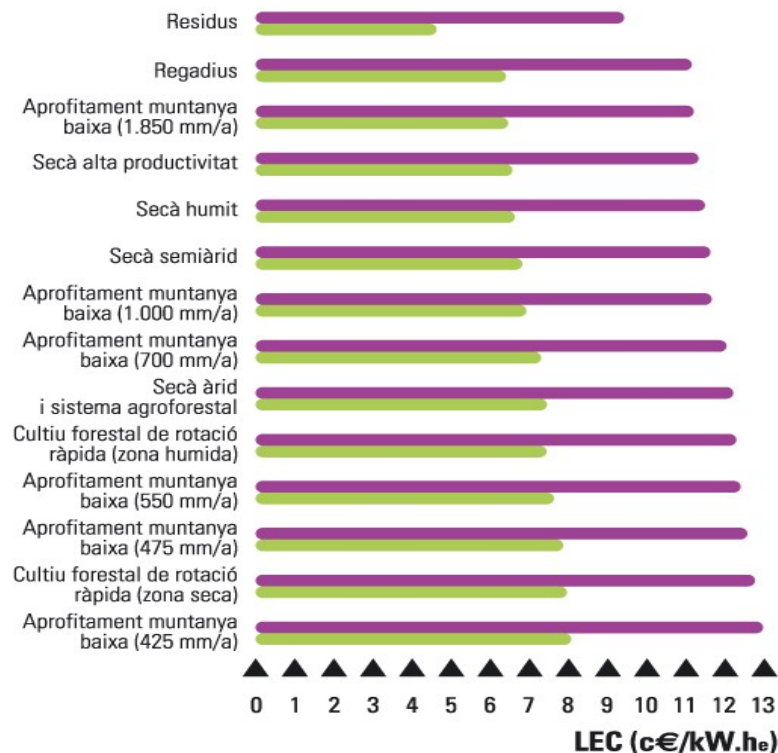
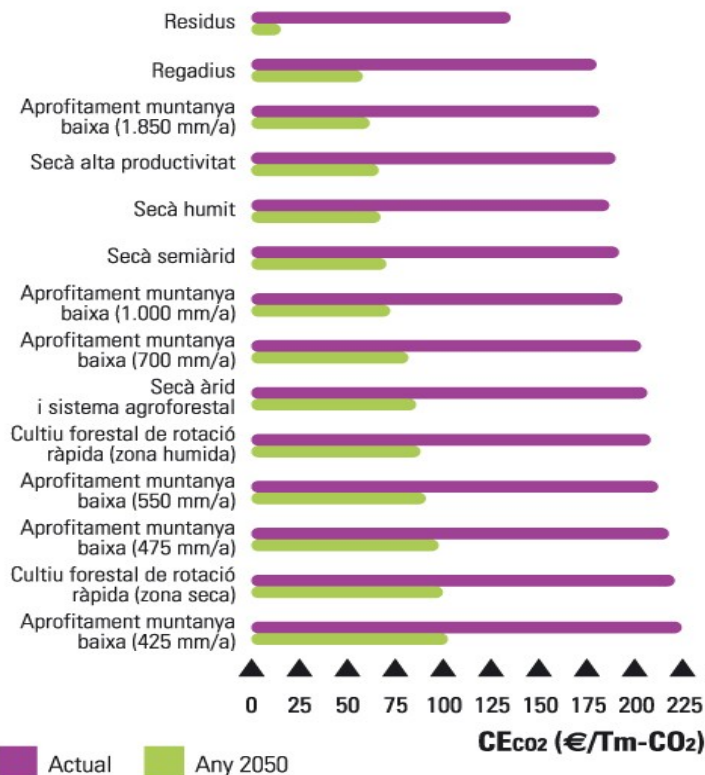
DISTRIBUCIÓ PROVINCIAL DEL COST DE L'ELECTRICITAT I D'ELIMINACIÓ DE CO₂.
($i = 8\%$, $f = 2,6\%$ y $N = 20$ anys)

GREENPEACE

www.greenpeace.es

Comparativa de costos

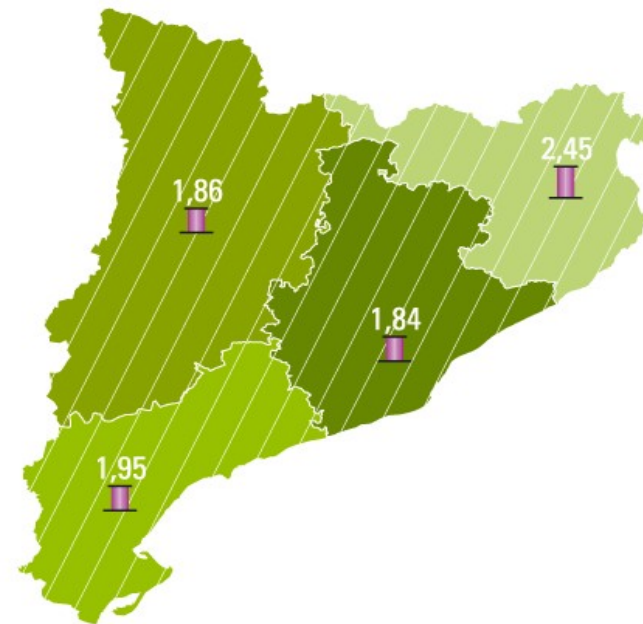
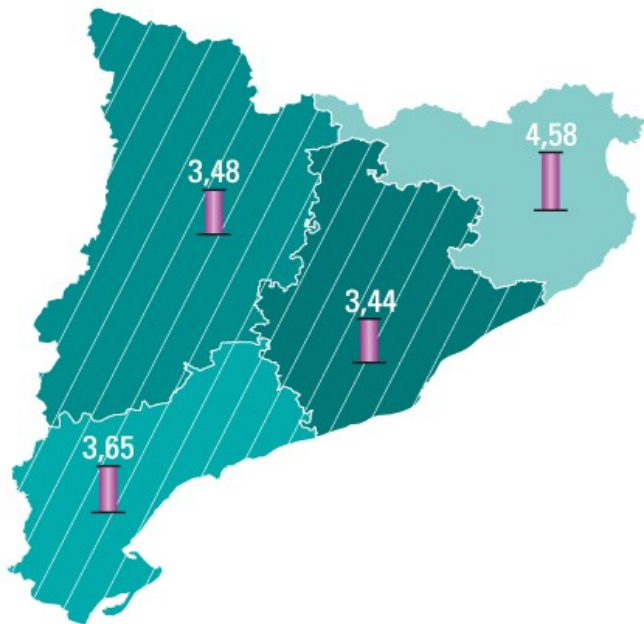
BIOMASSA



DISTRIBUCIÓ PROVINCIAL DEL COST DE L'ELECTRICITAT I D'ELIMINACIÓ DE CO₂. (SEGONS EL TIPUS DE COMBUSTIBLE) EN EL MOMENT ACTUAL I PER A L'ANY 2050 (i = 8%, f = 3,5%)

Comparativa de costos

EÒLICA TERRESTRE



LEC (c€/kWh) per província

Províncies amb cost d'eliminació de CO2 negatiu

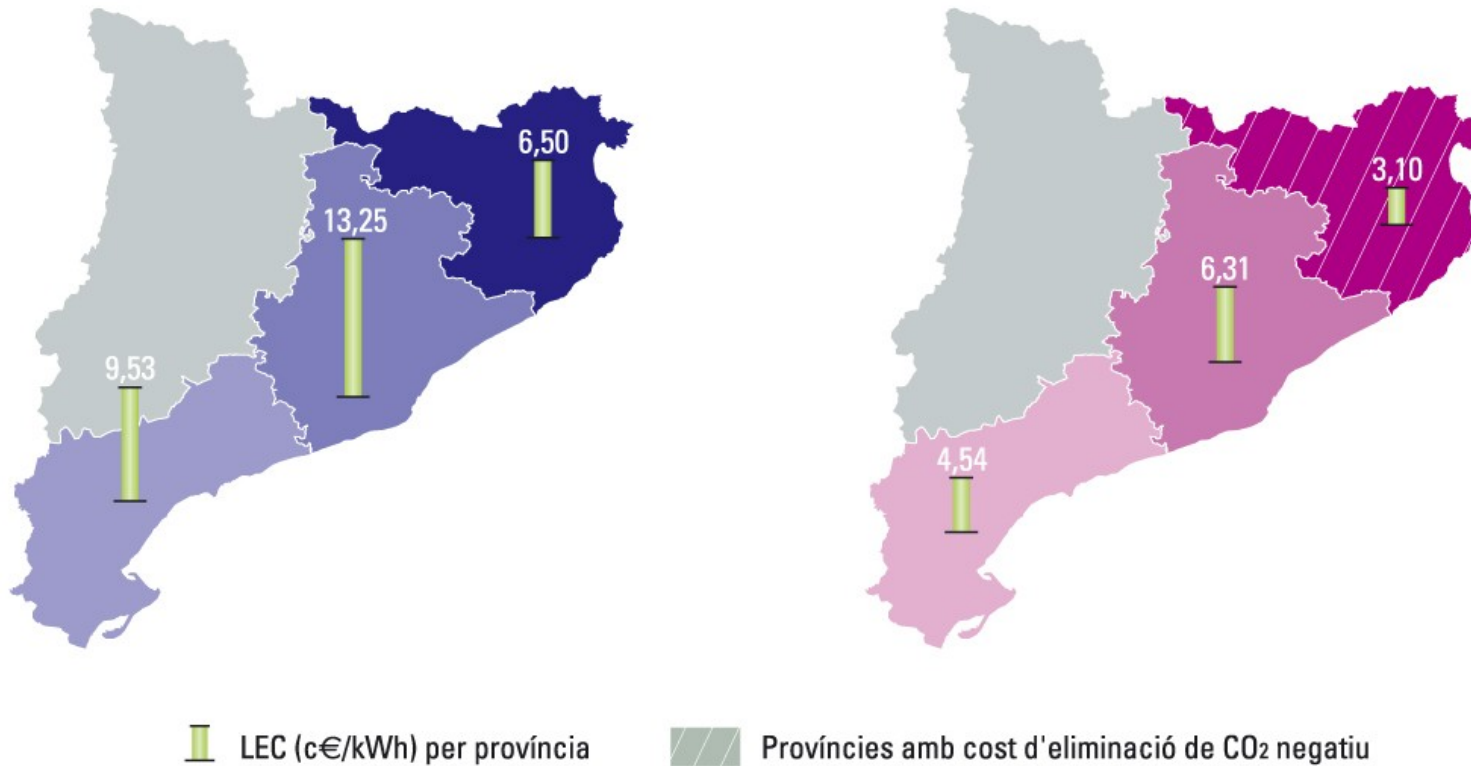
DISTRIBUCIÓ PROVINCIAL DEL COST DE L'ELECTRICITAT I D'ELIMINACIÓ DE CO2.
(i = 8%, f = 2,6% y N = 20 anys)

GREENPEACE

www.greenpeace.es

Comparativa de costos

EÒLICA MARINA



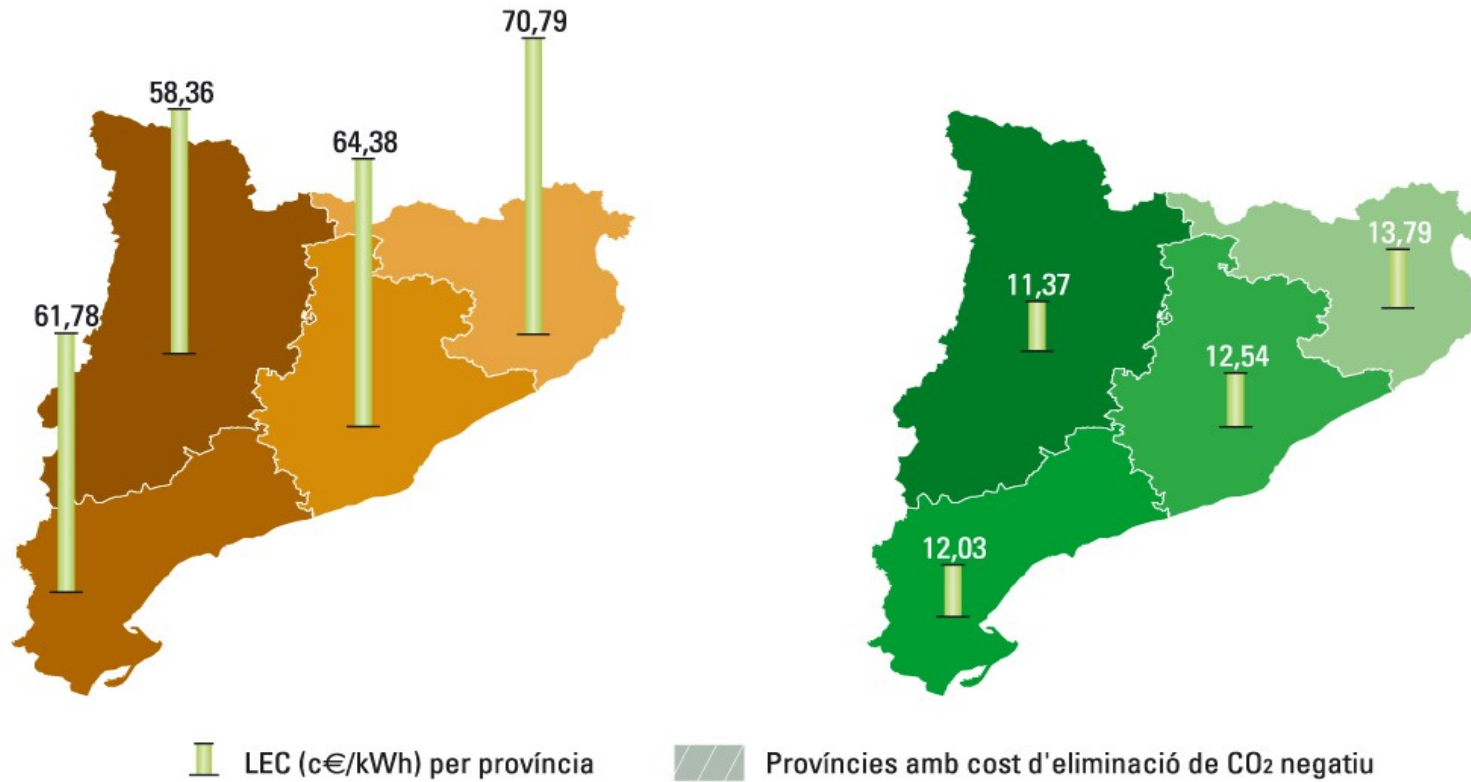
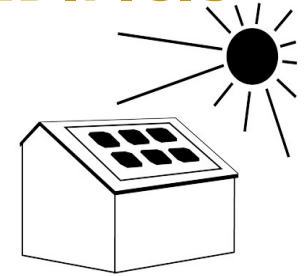
DISTRIBUCIÓ PROVINCIAL DEL COST DE L'ELECTRICITAT I D'ELIMINACIÓ DE CO2.
(i = 8%, f = 2,6% y N = 20 anys)

GREENPEACE

www.greenpeace.es

Comparativa de costos

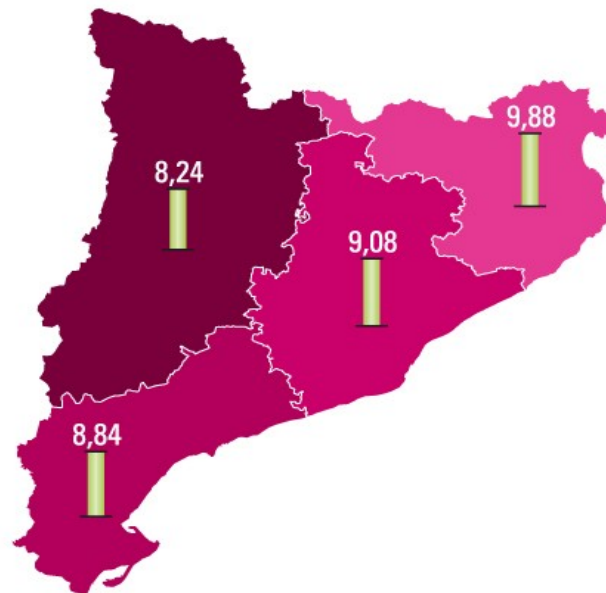
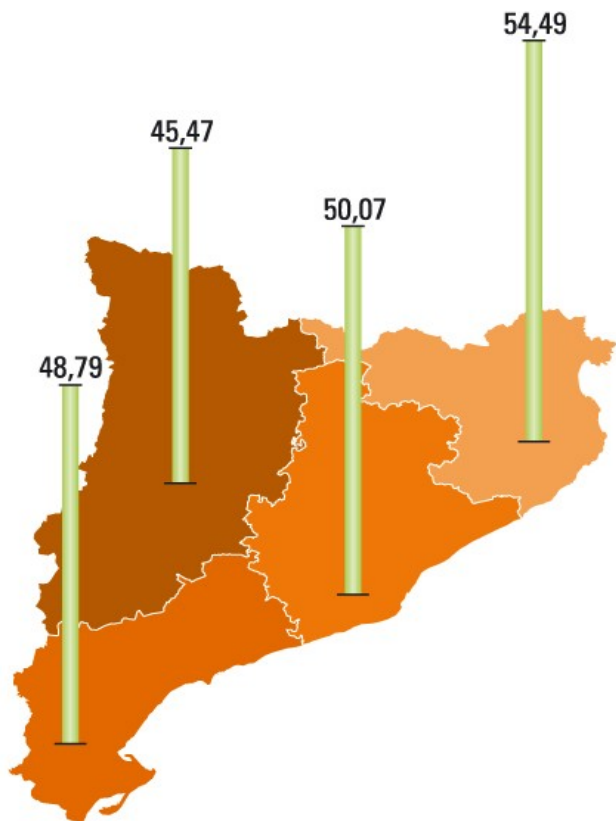
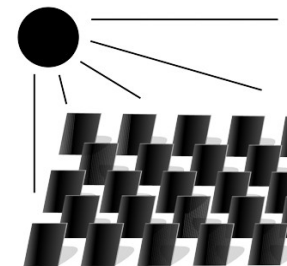
FV INTEGRADA EN EDIFICIS



DISTRIBUCIÓ PROVINCIAL DEL COST DE L'ELECTRICITAT I D'ELIMINACIÓ DE CO2.
(i = 8%, f = 2,6% y N = 40 anys)

Comparativa de costos

FV AMB SEGUIMENTS



LEC (c€/kWh) per província

Províncies amb cost d'eliminació de CO2 negatiu

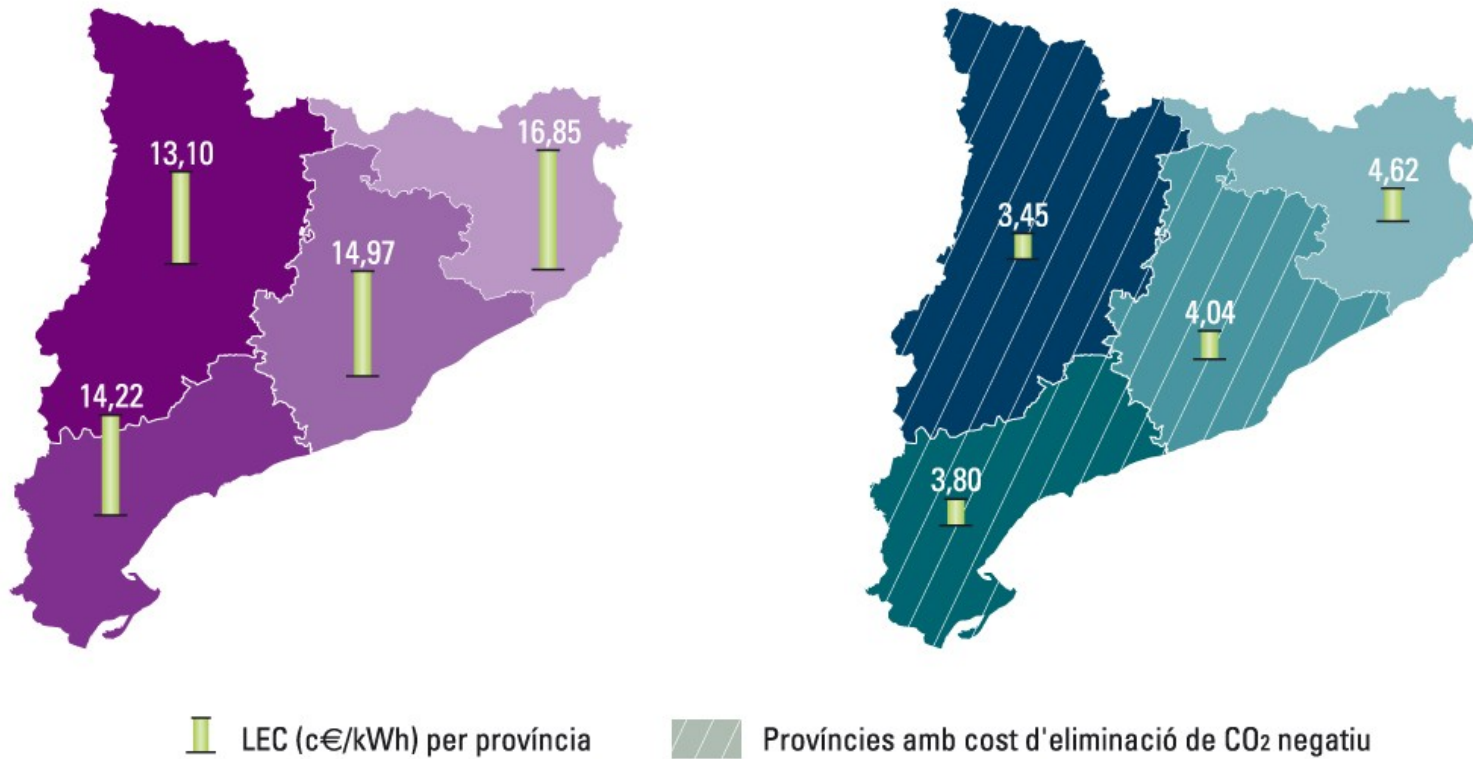
DISTRIBUCIÓ PROVINCIAL DEL COST DE L'ELECTRICITAT I D'ELIMINACIÓ DE CO2.
(i = 8%, f = 2,6% y N = 40 anys)

GREENPEACE

www.greenpeace.es

Comparativa de costos

SOLAR TERMOELÉCTRICA

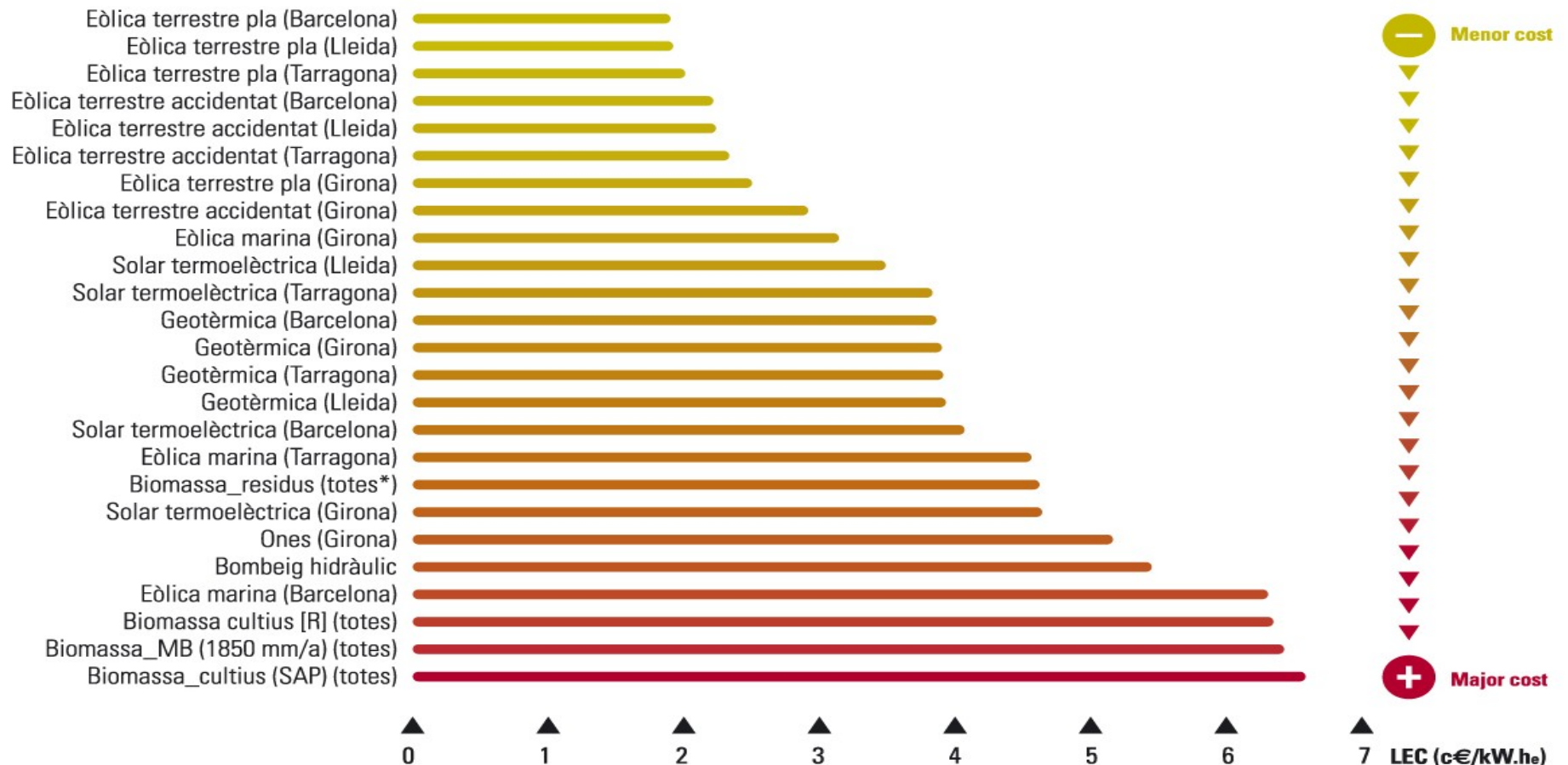


DISTRIBUCIÓ PROVINCIAL DEL COST DE L'ELECTRICITAT I D'ELIMINACIÓ DE CO2.
(i = 8%, f = 2,6% y N = 30 anys)

GREENPEACE

www.greenpeace.es

Comparativa de costos

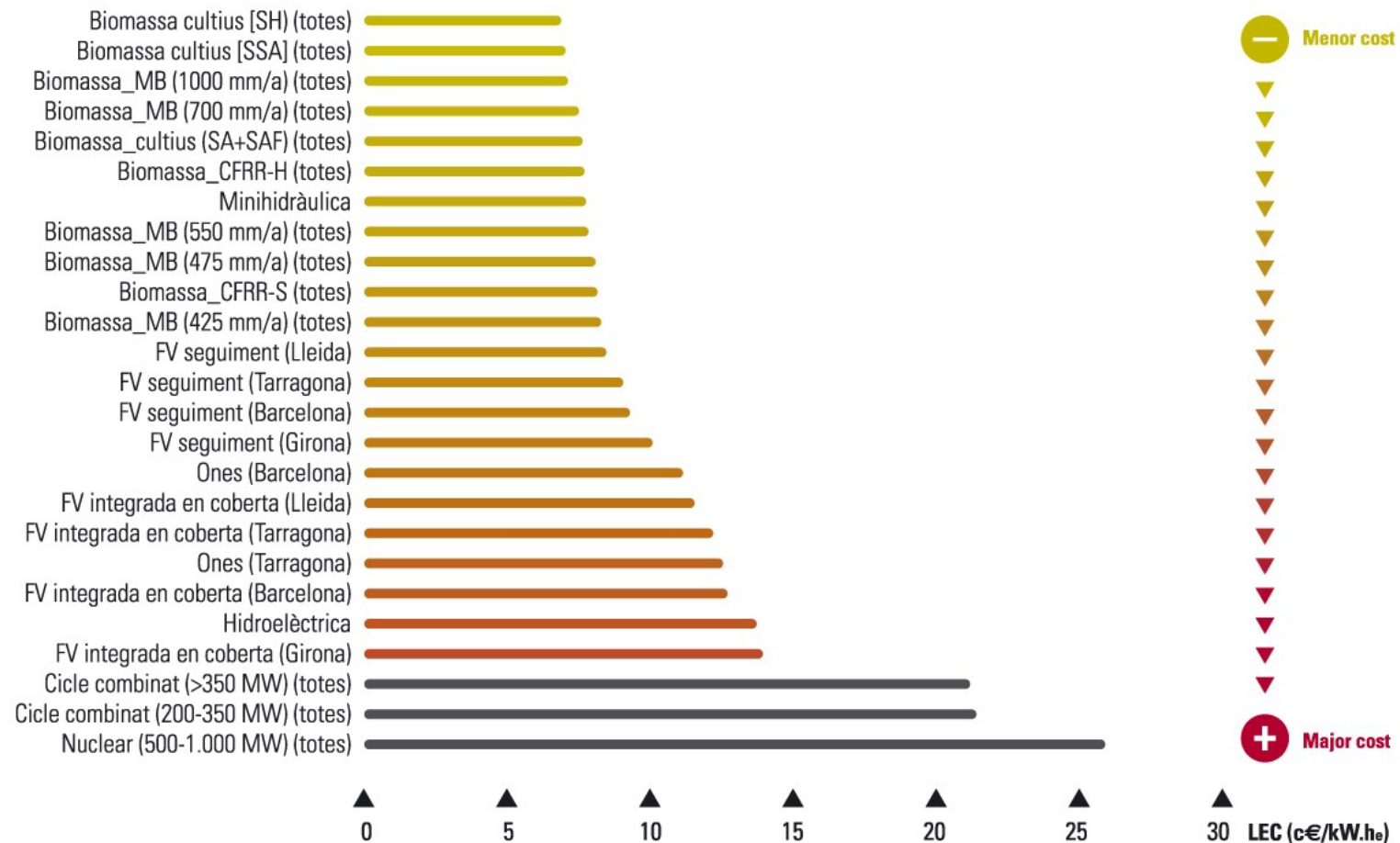


R- Regadius. MB- Aprofitament muntanya baixa. SAP- Secà alta productivitat. SH- Secà humit. SSA- Secà semiàrid. SA+SAF- Secà àrid i sistema agroforestal.

CFRR-H- Cultiu forestal de rotació ràpida (zona humida). CFRR-S- Cultiu forestal de rotació ràpida (zona seca).

* Barcelona, Girona, Lleida i Tarragona

Comparativa de costos



R- Regadius. MB- Aprofitament muntanya baixa. SAP- Secà alta productivitat. SH- Secà humit. SSA- Secà semiàrid. SA+SAF- Secà àrid i sistema agroforestal. CFRR-H- Cultiu forestal de rotació ràpida (zona humida). CFRR-S- Cultiu forestal de rotació ràpida (zona seca).

Comparativa de costos

Taula 2. Costos d'inversió

	Costos mitjans d'inversió (actual) €/kW_e	Costos mitjans d'operació i manteniment (actual) c€/kWh_e	Costos mitjans d'inversió (2050) €/kW_e	Costos mitjans d'operació i manteniment (2050) c€/kWh_e
Geotèrmica	entre 3.888 i 4.859 segons categoria	4	1.729	1,50
Ones	3.600	entre 11,83 i 24,14 segons categoria	825	entre 1,48 i 2,64 segons categoria
Biomassa	6.223	0,80	2.503	0,42
Eòlica terrestre (terreny pla)	880	entre 0,51 i 0,65 segons categoria	481	entre 0,34 i 0,43 segons categoria
Eòlica terrestre (terreny accidentat)	950	entre 0,69 i 0,86 segons categoria	520	entre 0,51 i 0,65 segons categoria
Eòlica marina	1.600	entre 1,66 i 3,23 segons categoria	864	entre 0,69 i 1,35 segons categoria
Fotovoltaica integrada (coberta)	8.114	entre 4,53 i 5,46 segons categoria	962	entre 3,78 i 4,55 segons categoria
Fotovoltaica amb seguiment	10.123	entre 2,87 i 3,57 segons categoria	1.200	entre 2,39 i 2,98 segons categoria
Termosolar	4.439	2,80	1.373	0,4
Minihidràulica	2.500	2,42	1.800	1,74
Nuclear (500 – 1.000 MW)	2.200	0,94	3.200	8,94
Cicle combinat (200 – 350 MW)	520	0,35	520	3,35
Cicle combinat (>350 MW)	422	0,29	422	3,29

Comparativa de costos

• **Les tecnologies de menor cost en l'horitzó del 2050 seran les renovables.**

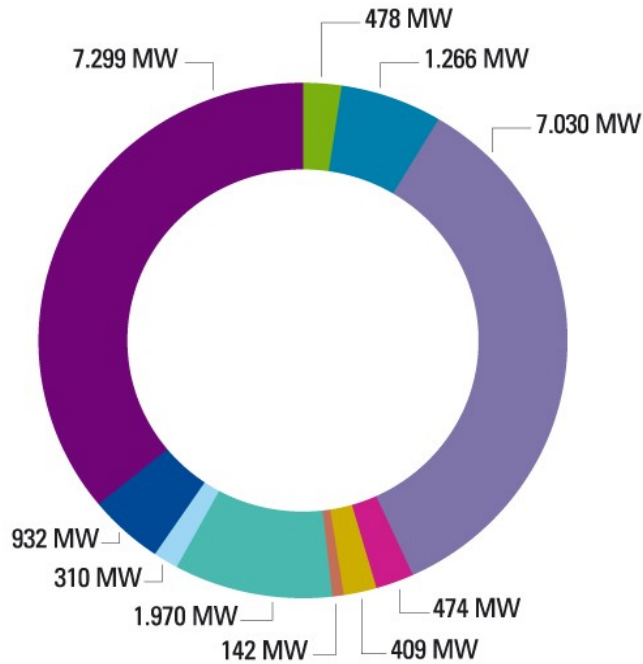
Pràcticament la seva totalitat, en assolir el seu període de maduresa industrial, podran proporcionar electricitat a un cost inferior, i en molts casos molt inferior, al projectat per a la nuclear i tèrmica de cicle combinat.

• **L'eòlica terrestre seria la tecnologia de menor cost**, els costos de l'electricitat generada el 2050 es situarien entre 1,84 c€/kWh_e y 2,87 c€/kWh_e.

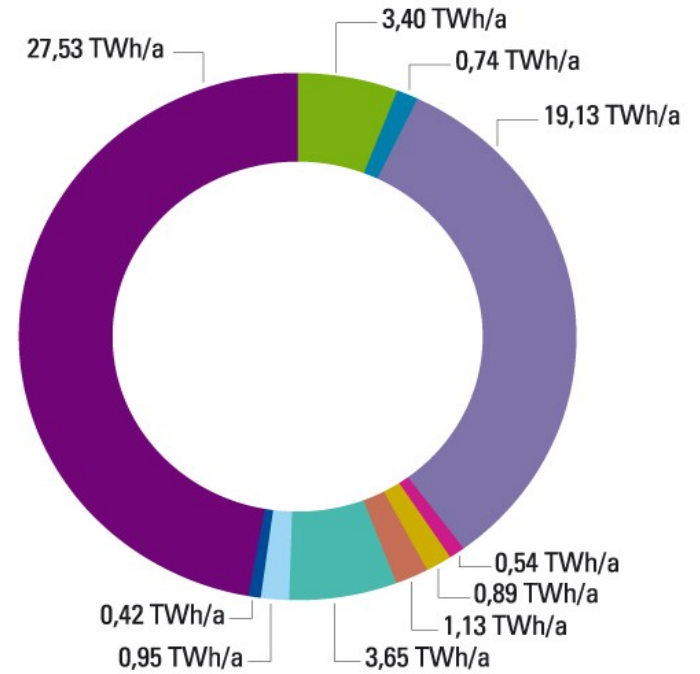
• **De les tecnologies solars**, la més competitiva seria la solar termoelèctrica, per a la qual els costos de l'electricitat projectats per a 2050 es situarien entre 3,45 c€/kWh_e y 4,62 c€/kWh_e.

Exemple de mix 100% renovable per Catalunya

Total potència instal·lada = 20.310 MW



Total energia generada = 58,38 Twh/any



Exemple de mix 100% renovable per Catalunya

Taula 3. Mix 100% renovable: dades generals

Múltiple solar (SM)	2,35
Potència instal·lada	20.310 MW
Fracció utilitzada del sostre de potència	5,7%
Energia generada	58,38 TWh/año
Fracció utilitzada del sostre de generació	6,32%
Demanda elèctrica anual coberta (SF)	108,6%
Ocupació territori	7,64%
Cost normalitzat electricitat 2050 (LEC)	3,89 c€/kWh
Cost inversió 2050	18.274,41 M€

Exemple de mix 100% renovable per Catalunya

Taula 4. Mix 100% renovable: dades per tecnologies

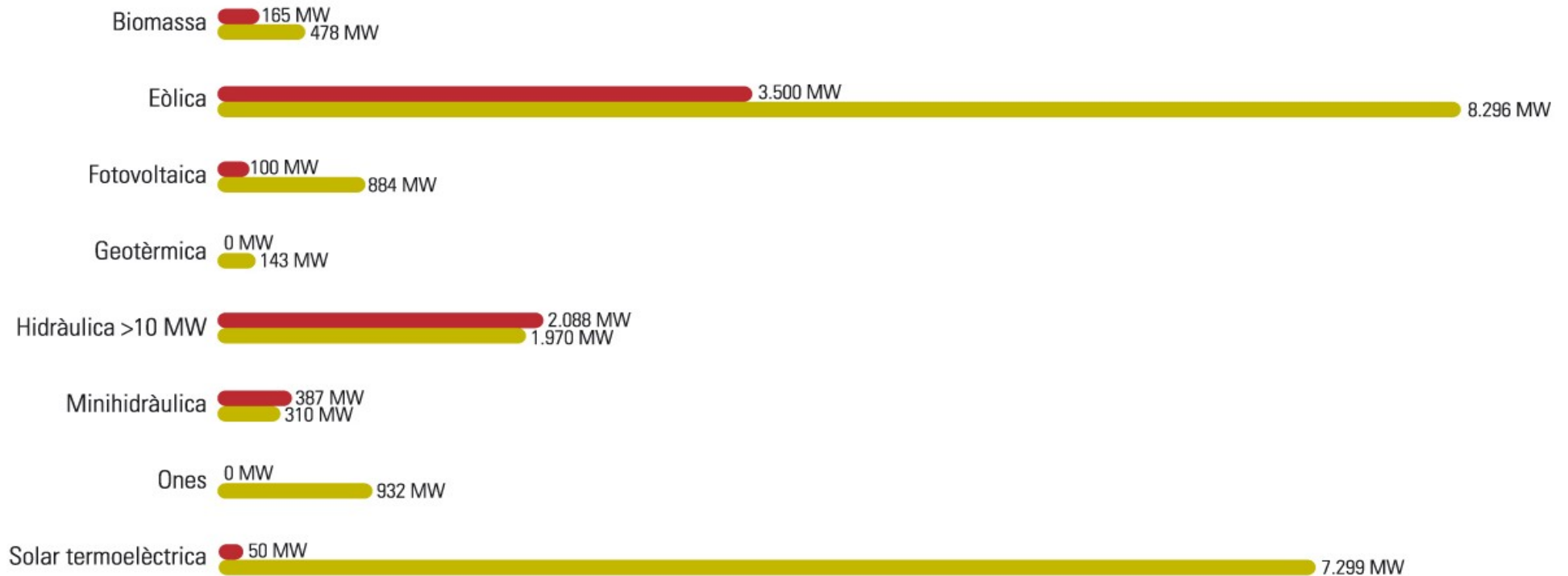
	Potència instal·lada (MW)	% Sostre potència	Energia generada (TWh/any)	Ocupació territori (%)	LEC (c€/kWh)	Cost inversió 2050 (M€)
Biomassa	478	31,3	3,4	0	4,6	1.197,08
Eòlica marina	1.266	6,3	0,74	0	3,10	1.093,61
Eòlica terrestre	7.030	13,3	19,13	7,0	1,95	3.442,99
FV coberta edifici	474	0,6	0,54	0	11,37	456,39
FV seguiment	409	2,4	0,89	0,1	8,24	490,93
Geotèrmica	142	80,4	1,13	0	3,87	245,75
Hidràulica >10 MW	1.970	100	3,65	0	13,57	–
Minihidràulica	310	100	0,95	0	7,52	558,00
Ones	932	6,1	0,42	0	5,15	768,53
Solar termoelèctrica	7.299	4,8	27,53	0,6	3,45	10.021,13
Total	20.310	5,7	58,38	7,6	3,89	18.274,41

Exemple de mix 100% renovable per Catalunya

Dades de potència per tecnologies

Objetius PEC 2015

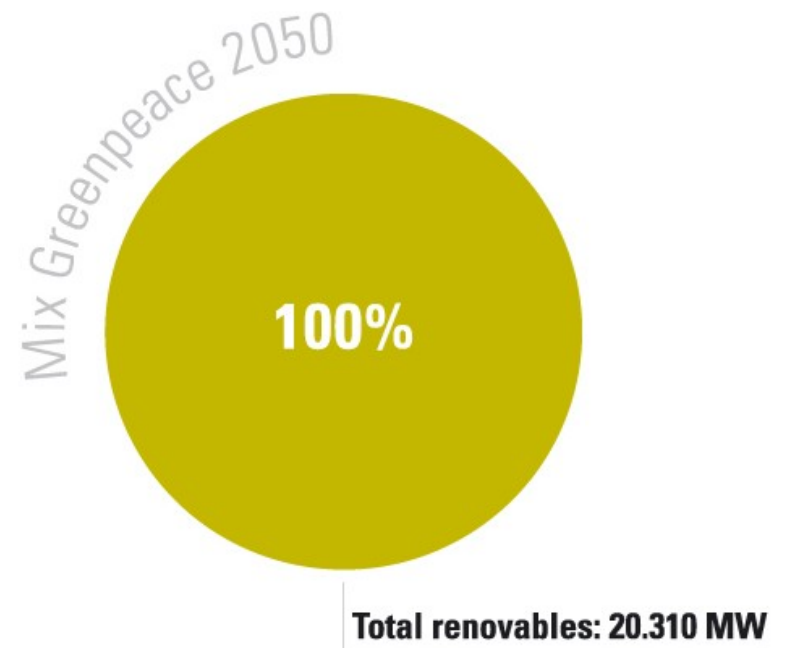
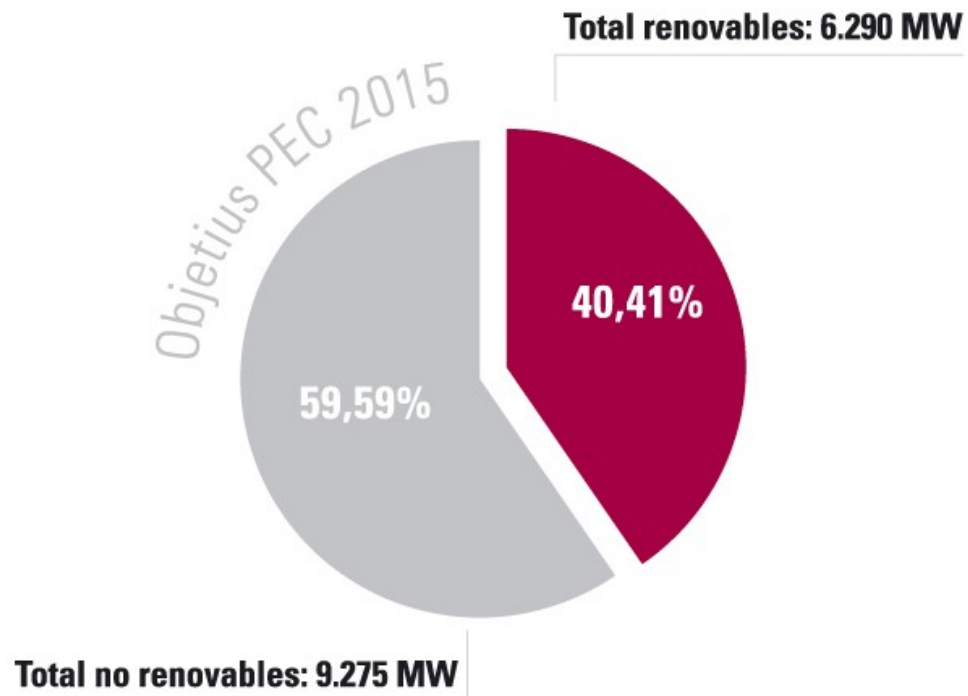
Mix Greenpeace 2050



GREENPEACE

www.greenpeace.es

Exemple de mix 100% renovable per Catalunya



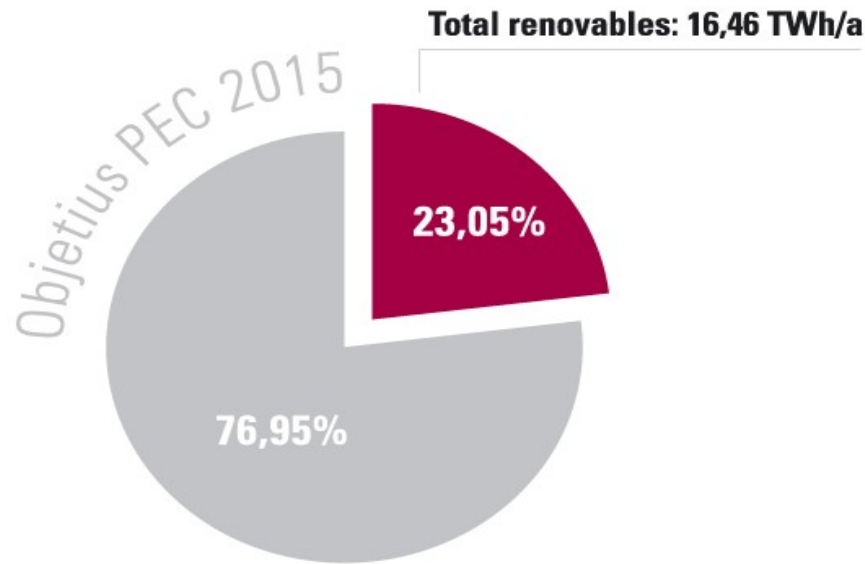
Exemple de mix 100% renovable per Catalunya

Dades de generació per tecnologies

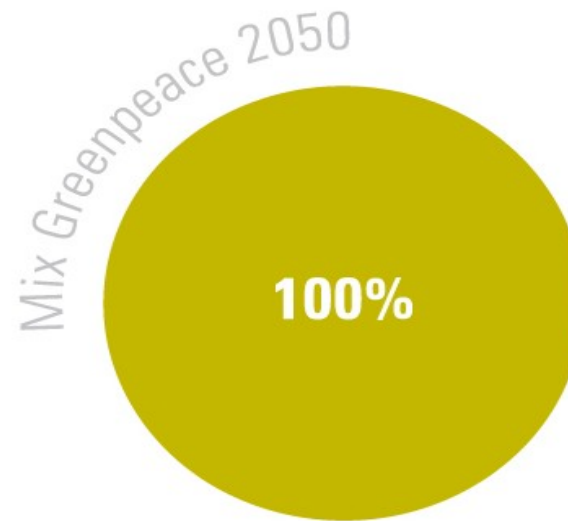
■ Generació PEC 2015 ■ Mix Greenpeace 2050



Exemple de mix 100% renovable per Catalunya



Total no renovables: 54,95 TWh/a



Total renovables: 58,38 TWh/a

Conclusions

- **Catalunya disposa de recursos renovables suficients** per poder generar una quantitat d'electricitat superior a **17 vegades la demanda elèctrica** projectada el 2050.
- **Les tecnologies de menor cost en l'horitzó del 2050 seran renovables.** Pràcticament la seva totalitat podran proporcionar electricitat a un cost inferior, i en molts casos molt inferior, al projectat per a la nuclear i la tèrmica de cicle combinat.
- **Es viable plantejar-se un sistema de generació basat al 100% en energies renovables,** que produeixi la totalitat de l'electricitat que es demanaria a Catalunya el 2050 mitjançant instal·lacions renovables situades en l'interior del Principat, amb una baixa ocupació del territori.

Conclusions

- **Els costos totals de l'electricitat generada serien perfectament assumibles i molt favorables** respecte a un escenari tendencial.
- **La inversió necessària es recuperaria en un període d'entre tres i deu anys**, considerant només els estalvis econòmics de combustible i d'emissió de CO₂.
- **Existeixen eines suficients per garantir una cobertura de la demanda** al llarg de tota la vida útil del sistema de generació, mantenint els avantatges d'un sistema interconnectat amb la resta de la península.
- **Cal una nova estratègia energètica a Catalunya** que consideri adequadament aquestes possibilitats.

Propostes de Greenpeace

Greenpeace demana a la Generalitat una Estratègia per a una Catalunya Renovable, que inclogui:

- **Assumir un objectiu de reducció real d'emissions de CO₂ en 2020 respecte a 1990, per assolir una reducció d'al menys el 80% l'any 2050.**
- **Comprometre's amb un objectiu de reducció de la demanda d'energia d'al menys un 20% per a 2020 respecte a 2005.**
- **Incorporar un objectiu d'abastir amb energies renovables el 100% de la demanda elèctrica de Catalunya para 2050.**
- **Establir objectius intermedis d'augment progressiu de la generació amb energies renovables.**

Propostes de Greenpeace

- **Analitzar la viabilitat tècnica i econòmica** de transformar el sistema energètic actual, en un basat en energies renovables i eficiència.
- **Eliminar obstacles** innecessaris per a la instal·lació d'energies renovables.
- **Obligar a les empreses de transport i distribució** d'electricitat a facilitar la integració de l'electricitat d'origen renovable en les seves xarxes.
- Estendre les obligacions d'**incorporar energia solar tèrmica i fotovoltaica** a tots els edificis i assegurar-ne el compliment estricte.
- **Promoure la comercialització d'energia tèrmica** d'origen renovable.
- **Oposar-se a la instal·lació de centrals tèrmiques o nuclears** en el seu territori.
Planificar el tancament de les actuals centrals nuclears abans del final de 2015, així com el tancament progressiu de les tèrmiques de combustible fòssil.