

Greenpeace

REVOLUCIÓN ENERGÉTICA

*El potencial de las energías renovables
en la CAPV y Navarra*



Índice

1. PRESENTACIÓN	4
2. HIPÓTESIS Y METODOLOGÍA	6
3. LOS PRINCIPALES RESULTADOS DEL ESTUDIO EN LA CAPV Y NAVARRA	8
3.1. Resultados por tecnologías	9
Geotérmica	9
Hidráulica	10
Biomasa	11
Olas	13
Eólica marina	13
Eólica terrestre	14
Chimenea solar	15
Solar fotovoltaica integrada en edificios	16
Solar fotovoltaica con seguimiento	17
Solar termoeléctrica	18
3.2. Síntesis de resultados. Recursos renovables disponibles	19
3.3. Comparación con la Estrategia Energética de Euskadi para 2010	24
4. CONCLUSIONES Y DEMANDAS DE Greenpeace	25
5. ANEXO: Glosario de términos	29

** Documento elaborado por Greenpeace a partir de datos extraídos de "Renovables 2050. Un informe sobre el potencial de las energías renovables en la España peninsular"*



RENOVABLES 2050

1. PRESENTACIÓN

El Instituto de Investigaciones Tecnológicas de la Universidad Pontificia Comillas ha elaborado para Greenpeace un análisis técnico de la viabilidad de un sistema de generación eléctrica, en territorio de la España peninsular, con la máxima contribución posible de energías renovables. Los resultados de este estudio se presentarán en sucesivos informes bajo la denominación genérica de “Revolución Energética”.

“Renovables 2050” es el primer informe de este proyecto, donde se realiza un detallado análisis de escenarios de desarrollo de las distintas tecnologías renovables. El informe proporciona unos techos de potencia y generación sobre los que proceder al análisis de un sistema de generación completamente renovable, reflejando de forma clara las diversas restricciones, tanto en disponibilidad de recurso energético como en la de usos del suelo.

Como metodología se elaboran escenarios de población y demanda energética para el

año 2050, basándose en escenarios ya publicados por otras instituciones. A partir de ahí, en comparación con el desarrollo actual y previsto de cada una de las tecnologías renovables, se analiza cuál podría ser su situación en el año 2050. Finalmente, se desarrolla cuál podría ser la máxima contribución posible de cada una de ellas en términos de potencia instalada y de generación de electricidad imponiendo criterios ambientales, sociales y tecnológicos sobre el tipo de suelos disponibles.

Este documento presenta los resultados del informe relativos a las comunidades autónomas del País Vasco y Navarra.

Por qué este proyecto

Nuestro sistema energético está en una encrucijada.

El consumo masivo de combustibles fósiles, que son nuestra principal fuente de energía, está provocando un cambio climático que ya se está dejando sentir. De continuar por este camino, es altamente proba-



ble que superemos los límites de la Naturaleza, lo que puede provocar que ya no sea posible para la mayoría de las especies adaptarse a un cambio tan intenso y rápido, mientras millones de personas van a sufrir las condiciones de un medio ambiente inhabitable en forma de hambrunas, inundaciones, sequía....

Mientras tanto, los gobiernos y las empresas energéticas siguen decidiendo inversiones multimillonarias sin tener en cuenta esta realidad, prolongando durante décadas un modelo energético insostenible. Incluso, surgen continuamente "cortinas de humo" (el mal llamado carbón "limpio", construcción de nuevas centrales nucleares o prolongación de vida de las actuales, mito del futuro reactor de fusión nuclear, hidrógeno obtenido con energías sucias, sumideros de carbono, captura y almacenamiento de CO₂, etc.) que presentan falsas soluciones al cambio climático, mientras esconden otros graves impactos ambientales y absorben masivos recursos económicos vitales para las verdaderas soluciones.

La única solución real al cambio climático reside en la sustitución completa de los combustibles fósiles por energías renovables, junto a un uso más eficiente de la energía. Sin embargo, cada vez que se presenta este planteamiento surgen cuestiones fundamentales: ¿son suficientes las renovables

para cubrir la demanda energética de la sociedad? ¿necesitamos desarrollar otras fuentes de energía que cubran las supuestas limitaciones de las renovables?

La respuesta a estas preguntas va a condicionar toda una serie de decisiones políticas y económicas cruciales que se van a tomar en los próximos meses y años en el ámbito de la Unión Europea y en el de los estados miembros y las comunidades autónomas, y que van a influir decisivamente en la capacidad de la humanidad de evitar un cambio climático peligroso:

- ✓ La próxima directiva de energías renovables, que deberá fijar objetivos sobre la aportación de estas energías a la cesta energética de cada uno de los estados de la UE en el horizonte 2020.
- ✓ El Plan Nacional de Asignación de emisiones para el periodo 2008-2012, que determinará la voluntad del Estado español de cumplir el compromiso del Protocolo de Kioto.
- ✓ La negociación internacional para fijar nuevos objetivos de reducción de emisiones para más allá de 2012, los cuales deberán ser mucho más profundos que los actualmente establecidos en Kioto.
- ✓ La revisión de la planificación energética prometida por el presidente del Gobierno, así como la de las CC.AA., que



debe establecer qué demanda energética se prevé abastecer en los próximos años y, para ello, qué infraestructuras energéticas serán necesarias, y si éstas se seguirán basando en la construcción masiva de centrales térmicas o en una aceleración de la inversión en renovables.

- ✓ El debate nuclear, que debería concretar cómo va el Gobierno a cumplir su promesa de abandono de la energía nuclear y hacer frente a las presiones de las grandes compañías que pretenden alargar la vida útil de las viejas nucleares.
- ✓ La reforma del sector eléctrico, teniendo en cuenta las propuestas del Libro Blanco para orientarlo hacia la sostenibilidad.
- ✓ La eliminación de las barreras que impiden a los consumidores ejercer el derecho a elegir electricidad limpia.

El objetivo de este proyecto es averiguar si las renovables son suficientes para cubrir la demanda energética de la sociedad o si, por el contrario, necesitamos desarrollar otras fuentes de energía que cubran las supuestas limitaciones de las renovables. En definitiva, se trata de verificar si es posible encontrar la solución al cambio climático mediante la sustitución completa de los com-

bustibles fósiles por energías renovables, junto a un uso más eficiente de la energía.

2. HIPÓTESIS Y METODOLOGÍA

El estudio parte de las siguientes hipótesis:

❑ **Población peninsular española en 2050:** 38,32 millones de habitantes, repartidos espacialmente en la misma proporción que en el año 2003.

❑ **Demanda de energía eléctrica:** 20 kWh/habitante-día, lo que da una demanda eléctrica peninsular de 280 TWh/año en 2050. Esta cantidad se obtiene de extrapolar escenarios conservadores de la UE, descontando de la demanda final el uso de una cierta cantidad de energías renovables en origen (80% de la demanda eléctrica para agua caliente gracias al uso de solar térmica y calderas de biomasa; 80% de la demanda de calefacción eléctrica gracias al uso de arquitectura bioclimática, solar térmica, calderas de biomasa y mejor aislamiento de edificios; 60% de la demanda de refrigeración eléctrica gracias al uso de solar térmica con máquinas de absorción y técnicas bioclimáticas), pero sin incorporar ahorros debidos a gestión de la demanda.

❑ Mismo reparto en 2050 que en 2003 de la proporción de demanda eléctrica per



capita de cada comunidad autónoma respecto a la media española.

❑ Misma demanda eléctrica per capita en todas las provincias de una misma comunidad autónoma.

❑ Modulación horaria de la demanda eléctrica peninsular en 2050 igual a la de 2003, sin tener en cuenta las mejoras que se podrían lograr mediante gestión de la demanda para facilitar la penetración de tecnologías renovables.

Con estas hipótesis **la demanda eléctrica proyectada para el 2050 para Euskadi es de 21,77 TWh al año y la demanda eléctrica proyectada para Navarra en el 2050 es de 5,96 TWh al año.**

❑ **Demanda de energía final:** 109 kWh/habitante-día, lo que suponen 1.525 TWh/año, de los que se estima que la demanda energética proyectada para Navarra en el 2050 es de 22,19 TWh al año. Para Euskadi la demanda energética proyectada en el 2050 es de 81,05 TWh al año.

Además, se han tomado hipótesis específicas para cada tecnología.

En cuanto a la **metodología** seguida, se trata de determinar los techos de potencia y generación para cada tecnología, entendiendo por tales el potencial técnicamente desarrollable en la tecnología considerada a la vista de los recursos disponibles e impo-

niendo las limitaciones técnicas pertinentes al desarrollo del recurso.

Las unidades empleadas para expresar los techos de potencia han sido los gigavatios (GW, equivalentes a mil megavatios o mil millones de vatios), mientras los techos de generación se expresan en teravatios-hora (TWh, equivalentes a mil millones de kilovatios-hora). La razón de emplear estas unidades tan "grandes" y no muy habituales es que facilitan la expresión de las cantidades tan elevadas de techos que se obtienen como resultado.

Para calcular los techos de potencia, hemos desarrollado diseños de las distintas tecnologías, evaluado sus actuaciones en las distintas regiones geográficas, e impuesto restricciones tecnológicas y de disponibilidad de terreno, mediante una herramienta SIG (Sistema de Información Geográfica). La estimación de los techos de generación se ha obtenido a partir de los techos de potencia, empleando factores de capacidad evaluados para los distintos emplazamientos considerados.

Para evaluar la disponibilidad de terreno para cada tecnología renovable según los usos del terreno, se ha usado una base de datos del Ministerio de Fomento que clasifica todo el suelo según corresponda a:



- ✓ Zonas urbanas.
- ✓ Zonas industriales, comerciales y de transportes.
- ✓ Zonas de extracción minera, vertederos y de construcción.
- ✓ Zonas verdes artificiales, no agrícolas.
- ✓ Tierras de labor.
- ✓ Cultivos permanentes.
- ✓ Praderas.
- ✓ Zonas agrícolas heterogéneas.
- ✓ Bosques.
- ✓ Espacios de vegetación arbustiva y/o herbácea.
- ✓ Espacios abiertos con poca o sin vegetación.
- ✓ Zonas húmedas continentales.
- ✓ Zonas húmedas litorales.
- ✓ Aguas continentales.
- ✓ Aguas marinas.

Para cada uno de estos grupos y sus subgrupos de terrenos, se ha asignado su viabilidad o no para la instalación de cada una de las tecnologías renovables consideradas, o el porcentaje que podría utilizarse en su caso.

Se han incorporado también restricciones ambientales, que suponen excluir el uso del 24,1% del territorio de Euskadi y del 25,3% de Navarra. Con carácter general, las áreas excluidas son las siguientes:

- ❑ Red Natura 2000: Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) + Lugares de Interés para la Conservación (LIC).

- ❑ Zonas asociadas a Espacios Naturales Protegidos, declarados y en proceso formal de declaración por el Estado y las Comunidades Autónomas.

3. LOS PRINCIPALES RESULTADOS EN DEL ESTUDIO EN LA CAPV Y NAVARRA

Los resultados de Renovables 2050 se presentan para cada una de las tecnologías consideradas, especificando cuánto es el recurso disponible en términos absolutos, repartido por comunidades autónomas y en comparación con la demanda eléctrica proyectada para 2050. El informe muestra la gran capacidad de generación de electricidad con fuentes renovables, que sería capaz de satisfacer más de 17 veces la demanda eléctrica proyectada para 2050. La capacidad de generación renovable es tan elevada que se podría plantear incluso la posibilidad teórica de cubrir todas las demandas de energía, no sólo eléctrica, pues equivale a más de 4 veces la demanda de energía total proyectada en 2050 para ambas CC.AA.

Con una capacidad de generación renovable tan elevada, existen infinitas opciones



para configurar un mix de generación 100% renovable con capacidad para abastecer la demanda, no sólo eléctrica, sino de energía total. La segunda parte de este proyecto acometerá este tema con un gran grado de detalle.

En este documento se presentan los datos por tecnologías y el recurso disponible en Euskadi y Navarra.

3.1. Resultados por Tecnologías

Vamos a presentar los principales resultados del estudio para Euskadi y Navarra. En primer lugar, veremos por separado para cada una de las tecnologías consideradas, cuánto es el recurso disponible, en términos absolutos, y en comparación con la demanda eléctrica proyectada para 2050.

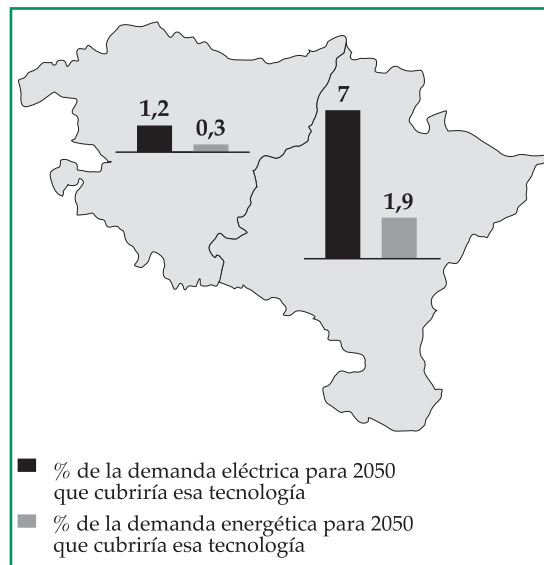
En general, se ha adoptado un enfoque conservador, es decir, se ha considerado la mejor tecnología actualmente existente para la conversión de cada uno de los recursos renovables en electricidad, incluyendo mejoras tecnológicas sólo cuando parezca obvio que estarán disponibles para el año 2050.

Geotérmica.

La geotérmica es la energía existente en el subsuelo, que está más caliente según se avanza en profundidad.

La tecnología considerada es la de roca seca caliente, para la que no se necesita disponer de acuíferos, sino que se inyecta un fluido a presión para que fisuren las rocas en la profundidad deseada, reciba el calor de las rocas y lo transporte a la superficie, donde se convierte ese calor en electricidad, como en una central térmica convencional.

Hemos asumido que se utiliza como fluido de trabajo el n-pentano, con un nivel térmico



GEOTÉRMICA. CAPV, Techo de potencia= 0,03 GW
 Techo de generación eléctrica= 0,3 TWh/a
Navarra, Techo de potencia= 0,05 GW
 Techo de generación eléctrica= 0,4 TWh/a



co de las rocas de 180 °C y un rendimiento del 11%.

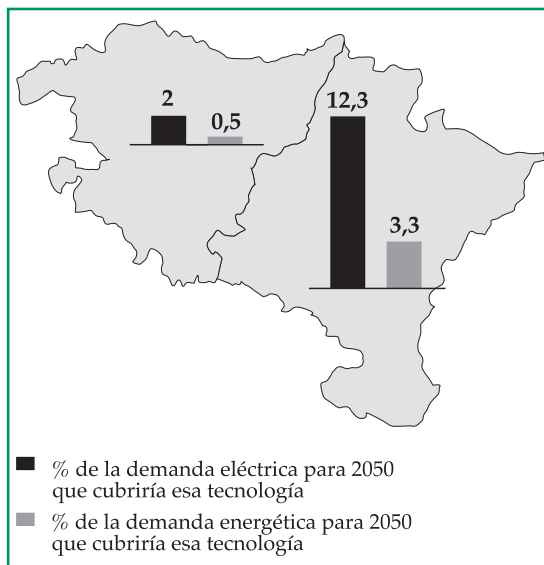
En Euskadi se podrían instalar 30MW de potencia eléctrica basada en la energía geotérmica, y se podrían generar 0,3 TWh al año, lo que permitiría cubrir un 1,2% de la demanda eléctrica de esta comunidad proyectada en 2050. En Navarra se podrían instalar 50 MW lo que podría generar 0,4 Twh/a, que permitiría cubrir el 7% de la demanda eléctrica de esta comunidad proyectada para 2050. Al ser una energía que está disponible de manera permanente, su contribución puede ser muy útil para la regulación del sistema eléctrico, además de poderse aprovechar para usos no eléctricos.

Hidráulica

La hidráulica es la energía procedente de los saltos de agua, que tradicionalmente se ha aprovechado para generar electricidad mediante una turbina.

Para este estudio no hemos considerado aumentos de potencia de gran hidráulica, debido al impacto ambiental de los embalses. Por tanto, se ha tomado como potencial realizable el mismo objetivo que se adoptó en el Plan de Fomento de las Energías Renovables. Para el cálculo de la electricidad producible se ha considerado un año hidráulico ligeramente seco (sin utilizar reservas interanuales) o seco (si se utilizan).

En Euskadi la potencia hidroeléctrica podría alcanzar 190 MW, que podrían generar 0,42 TWh al año, lo que permitiría cubrir un 2 % de la demanda eléctrica de esta comunidad proyectada en 2050. En Navarra se podrían instalar 250 MW lo que podría generar 0,73 Twh/a, que permitiría cubrir más del 12% de la demanda eléctrica proyectada para 2050. Al ser una energía almacenable, su contribución puede seguir sien-



HIDRÁULICA. CAPV, Techo de potencia= 0,19 GW

Techo de generación eléctrica= 0,42 TWh/a

Navarra, Techo de potencia= 0,25 GW

Techo de generación eléctrica= 0,73 TWh/a

do muy útil para la regulación del sistema eléctrico.

Este potencial hidroeléctrico se ha analizado diferenciando entre la minihidráulica (instalaciones de potencia inferior a 10 MW) y las centrales de potencia superior a 10 MW:

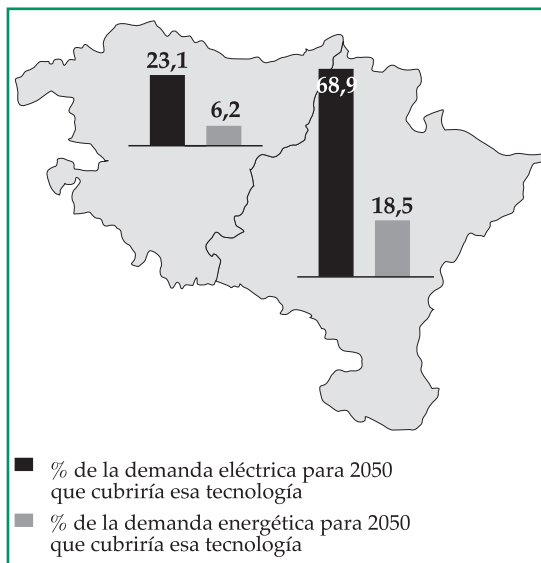
- ✓ La potencia hidroeléctrica en instalaciones minihidráulicas podría alcanzar 60 MW en Euskadi y 210 MW en Navarra, que podrían generar 0,19 TWh al año y 0,66 TWh al año respectivamente. Esta potencia permitiría cubrir más del 11% de la demanda eléctrica proyectada en 2050 para Navarra y casi un 1% en Euskadi.
- ✓ La potencia hidroeléctrica en instalaciones de potencia superior a 10 MW podría alcanzar en Navarra 40 MW, que podrían generar 0,07 TWh al año, lo que permitiría cubrir más del 1% de la demanda eléctrica proyectada en 2050 para Navarra. En el caso de Euskadi podría alcanzar 130 MW, que podrían generar 0,23 TWh al año, lo que permitiría cubrir más del 1% de la demanda eléctrica proyectada para el 2050.

Biomasa

La biomasa es la energía de la materia orgánica, procedente de residuos (forestal-

les, agrícolas, ganaderos, de la industria agroalimentaria o urbanos, éstos convertidos en biogás) o de cultivos energéticos. En el estudio se ha evaluado, además, el potencial de los cultivos forestales de rotación rápida y el monte bajo.

La tecnología considerada es la de una central de turbina de gas de elevadas prestaciones, que utiliza como combustible el gas de gasógeno procedente de



BIOMASA. CAPV, Techo de potencia= 0,7 GW

Techo de generación eléctrica= 5,03 TWh/a

Navarra, Techo de potencia= 0,59 GW

Techo de generación eléctrica= 4,08 TWh/a



la gasificación de la biomasa, sea cual sea la procedencia de ésta. El rendimiento energético total de conversión de la biomasa en electricidad sería del 32,95%.

Con este esquema, además, el agua caliente residual de la central se podría aprovechar para aplicaciones de cogeneración destinadas a cubrir demandas de baja temperatura, como agua caliente sanitaria, calefacción y refrigeración mediante equipos de absorción.

En Euskadi se podrían instalar 700 MW de potencia eléctrica basada en la biomasa, y se podrían generar unos 5 TWh al año, lo que permitiría cubrir más del 23% de la demanda eléctrica proyectada en 2050. En Navarra se podrían instalar 590 MW de potencia eléctrica basada en esta tecnología que generarían unos 4 TWh al año, lo que permitiría cubrir casi el 70% de la demanda eléctrica proyectada en 2050. Al ser una energía almacenable, su contribución puede ser muy útil para la regulación del sistema eléctrico, además de poderse aprovechar para usos no eléctricos.

Este potencial de biomasa se ha analizado realizando dos cálculos diferentes, con terrenos de distinta pendiente admisible. Los resultados mostrados en el mapa corresponden a una pendiente máxima del 10%. Si la pendiente máxima admisible se restringe al 3% para cultivos forestales y 4% para

monte bajo, aún se podrían instalar en Navarra 350 MW, que generarían 2,33 TWh/año, equivalentes a casi el 40% de la demanda eléctrica en 2050 para esta Comunidad. En Euskadi se podrían instalar 460 MW, que generarían 3,31TWh/año, equivalentes a más del 15 % de la demanda eléctrica en 2050 para esta Comunidad.

Los resultados de biomasa desglosados por aplicaciones son:

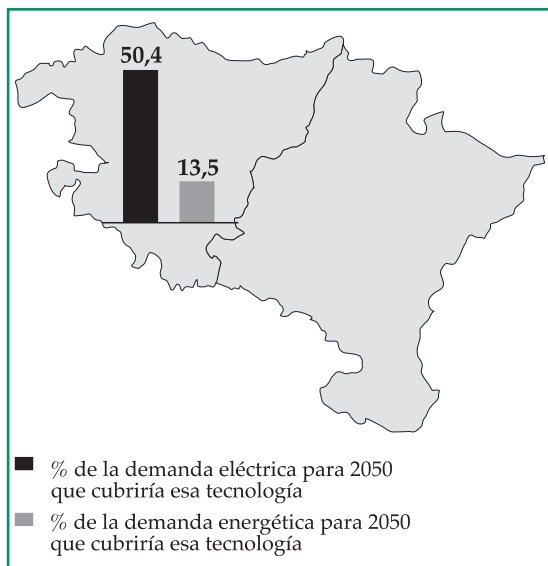
- ✓ Monte bajo: Euskadi: 70 MW, 0,50 TWh/a (2,3 % de la demanda eléctrica para 2050), con pendiente de hasta el 10%. En Navarra: 60MW, 0,40TWh/a (6,7% de la demanda eléctrica para 2050), con pendiente de hasta el 10%
- ✓ Cultivos forestales de rotación rápida: Euskadi 240 MW, 1,80TWh/a (8,3 % de la demanda eléctrica para 2050), con pendiente de hasta el 10%. En Navarra: 240MW, 1,78TWh/a (29,9% de la demanda eléctrica para 2050), con pendiente de hasta el 10%
- ✓ Cultivos energéticos: Euskadi 30 MW, 0,23TWh/a (1,1 % de la demanda eléctrica para 2050). En Navarra: 90 MW, 0,70 TWh/a (11,7% de la demanda eléctrica para 2050)
- ✓ Residual y biogás: Euskadi 360 MW, 2,5 TWh/a (11,5 % de la demanda eléctrica para 2050). En Navarra: 200 MW, 1,2



TWh/a (20,6% de la demanda eléctrica para 2050)

Olas

La energía mecánica de las olas se puede aprovechar para su conversión en electricidad, aunque aún no se encuentra en fase comercial en nuestro país. Sin embargo, dada la gran extensión costera de la península, hemos considerado interesante evaluar su potencial, aunque de manera aproximada, debido a la escasez de datos.



OLAS. CAPV,, Techo de potencia= 3,1 GW
Techo de generación eléctrica= 11 TWh/a

Hemos considerado aprovechable sólo un 90% del potencial disponible a lo largo de una franja entre 5 y 30 km de distancia a la costa, en una línea paralela a la misma, distribuyendo los sistemas intercalados de forma que no exista una barrera continua. Parte de las infraestructuras serían compartidas con las destinadas a la eólica marina, pues ambas pueden coexistir en un mismo emplazamiento.

Se podrían instalar 3100 MW de potencia eléctrica basada en la energía de las olas, y se podrían generar 11 TWh al año, lo que permitiría cubrir más del 50% de la demanda eléctrica proyectada en 2050 para Euskadi y el 13,5% de la demanda energética proyectada para 2050.

Eólica marina

La energía eólica marina convierte la fuerza del viento en electricidad, mediante aerogeneradores situados en el mar.

La tecnología considerada es la de un aerogenerador de operación a velocidad de rotación variable, con cambio de paso individualizado para cada pala. La máquina elegida tendría 4,5 MW, con 114 m de diámetro y altura de buje de 120 m. Se considera una densidad de potencia instalada de 5,6 MW/km², a una distancia entre 5 y 40 km de la costa y profundidad de hasta 100 m.

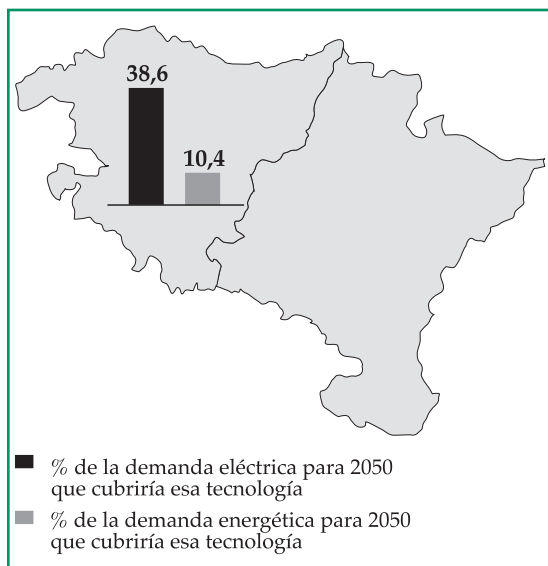


Reparto por provincias de techos de potencia y generación eléctrica con esta tecnología.

Bizkaia, Techo de potencia= 3,06 GW -
Techo de generación eléctrica = 6,21 TWh/a

Gipuzkoa, Techo de potencia= 1,10 GW -
Techo de generación eléctrica = 2,24 TWh/a

Se podrían instalar en Euskadi 4200 MW de potencia eléctrica basada en la energía eólica marina, y se podrían generar 8,4 TWh al año, lo que permitiría cubrir un 38,6 % de la demanda eléctrica proyectada en 2050



EÓLICA MARINA. CAPV, Techo de potencia= 4,2 GW
Techo de generación eléctrica= 8,4 TWh/a

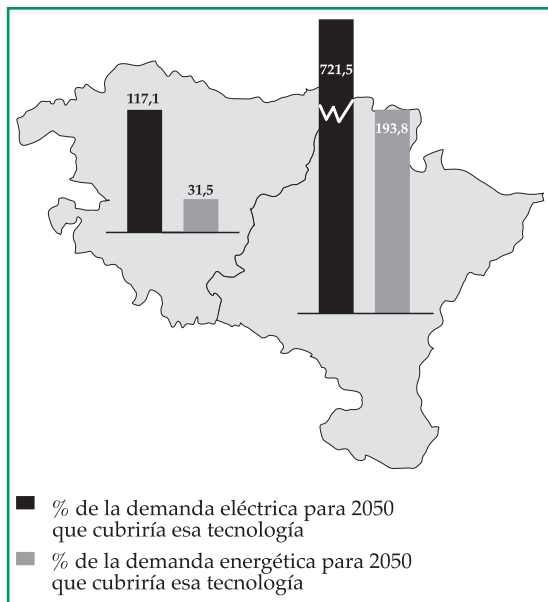
para esta comunidad y el 10,4% de la demanda energética.

Eólica terrestre

La energía eólica terrestre convierte la fuerza del viento en electricidad, mediante aerogeneradores situados en tierra. Analizamos dos tipos de terreno, según la orografía: llano y accidentado.

La tecnología considerada es la de un aerogenerador tripala de transmisión directa (sin multiplicación de velocidad), con operación a velocidad variable y control de paso individualizado para cada pala, y bajas velocidades de arranque (2-2,5 m/s). Las máquinas elegidas tendrían, respectivamente, 2,05 MW (con 71 m de diámetro y altura de buje de 80 m) en terreno llano y 810 kW (con 48 m de diámetro y altura de buje de 65 m) en terreno accidentado, en parques eólicos de 15 aerogeneradores, por lo que el tamaño de parque sería de 30,75 MW en terreno llano y 12,15 MW en terreno accidentado. Se considera una densidad de potencia instalada de 3,84 MW/km² en terreno llano y 3,04 MW/km² en terreno accidentado.

En Navarra se podrían instalar 16400 MW de potencia eléctrica basada en la energía eólica terrestre, y se podrían generar 43 TWh al año, lo que permitiría cubrir en más de siete veces la demanda eléctrica proyec-



EÓLICA TERRESTRE. CAPV, Techo de potencia= 9,1 GW

Techo de generación eléctrica=25,5 TWh/a

Navarra, Techo de potencia= 16,4 GW

Techo de generación eléctrica= 43 TWh/a

tada en 2050. En Euskadi se podrían instalar 9100 MW de potencia eléctrica que podrían generar 25,5 TWh al año, lo que permitiría cubrir sobradamente la demanda eléctrica de esta comunidad para 2050. Es de destacar que tanto Navarra como Euskadi, podrían generar con eólica terrestre una cantidad de electricidad superior a su propia demanda eléctrica proyectada en 2050.

Este potencial de eólica terrestre se ha analizado realizando dos cálculos diferentes, con dos métodos diferentes. Los resultados mostrados en el mapa corresponden al método más fiable, que resulta en un mayor potencial. Con la otra aproximación, en Euskadi se generarían 18,3 TWh/año, equivalentes al 84,1% de su demanda eléctrica en 2050 y en Navarra se generarían 38 TWh al año, lo que podría cubrir más de seis veces su propia demanda eléctrica en 2050.

Chimenea solar

Una central de chimenea solar consiste en un gran colector solar plano que, a modo de invernadero, convierte la radiación solar total en energía térmica. En el centro del colector se sitúa una chimenea de gran altura, por la que asciende por convección natural el aire caliente, accionando una turbina situada en el interior de la chimenea para generar electricidad.

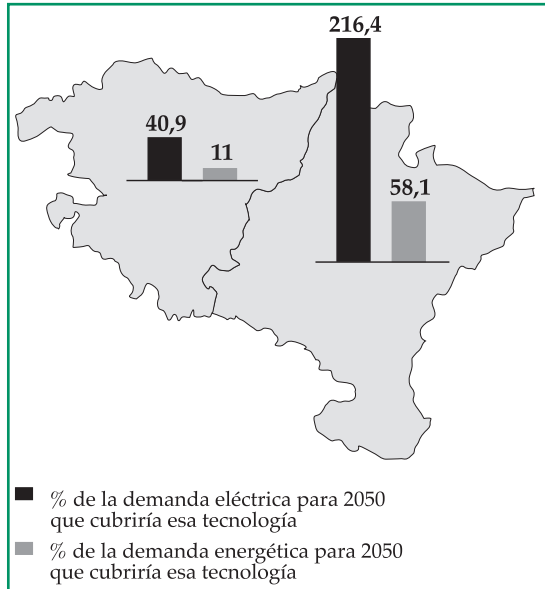
Funciona las 24 horas del día, gracias a la energía almacenada en el suelo y a la protección de pérdidas que proporciona el colector.

La tecnología considerada requeriría un mínimo de cuatro km² por central, con una densidad de potencia instalada de 4,5 MW/km².



Consideramos terrenos de pendiente inferior al 2% con cualquier orientación y hasta el 7% con orientaciones de SE a SW.

En Euskadi se podrían instalar 4600 MW de potencia eléctrica basada en chimeneas solares, y se podrían generar 8,9 TWh al año, lo que permitiría cubrir un 40% de su demanda eléctrica proyectada en 2050. En Navarra se podrían instalar 5600 MW de potencia eléctrica y se podrían generar 12,9 TWh al año. Esta comunidad podría generar



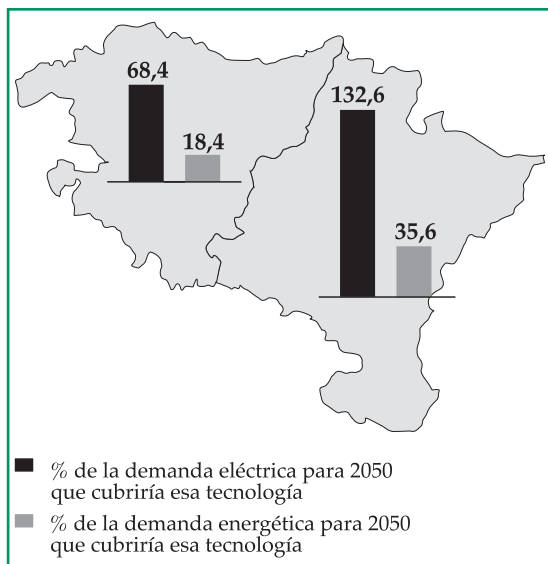
CHIMENEA SOLAR. CAPV, Techo de potencia= 4,6 GW
 Techo de generación eléctrica= 8,9 TWh/a
Navarra, Techo de potencia= 5,6 GW
 Techo de generación eléctrica= 12,9 TWh/a

con chimeneas solares el doble de su propia demanda eléctrica proyectada en 2050.

Solar fotovoltaica integrada en edificios

La energía solar fotovoltaica convierte directamente la luz que recibimos del sol en electricidad, gracias al efecto fotoeléctrico del silicio que compone los módulos fotovoltaicos. Se conectan a la red eléctrica de distribución a través de un inversor, que transforma la corriente continua procedente del módulo en electricidad con las mismas características que la de la red.

La tecnología considerada es la de un módulo fotovoltaico cuyas prestaciones medias a lo largo de su vida útil (40 años en el horizonte 2050) coinciden con las de un módulo nuevo de los actuales de elevado rendimiento. Hemos considerado dos tipos de sistemas: los integrados en edificios y las solares fotovoltaicas con seguimiento. Con las aplicaciones integradas en la edificación se consigue la máxima cercanía entre la generación y el consumo de electricidad (generación distribuida), además de no competir en el uso del suelo con ninguna otra tecnología ni uso. Consideraremos distintos factores de utilización según los módulos se sitúen en cubierta o en fachadas de diferentes orientaciones (S, SE, SW, E, W).



SOLAR FOTOVOLTAICA INTEGRADA EN EDIFICIOS.

CAPV, Techo de potencia= 17,3 GWp
 Techo de generación eléctrica= 14,9 TWh/a
Navarra, Techo de potencia= 7,7 GWp
 Techo de generación eléctrica= 7,9 TWh/a

Solar fotovoltaica integrada en edificios. Techo de potencia y de generación eléctrica con esta tecnología en Euskadi y Navarra.

En Euskadi se podrían instalar 17.300 MWp de potencia fotovoltaica integrada en edificios, y se podrían generar 14,9 TWh al año, lo que permitiría cubrir el 68,4% de su propia demanda eléctrica proyectada en 2050. En Navarra se podrían instalar 7.700 MWp de potencia fotovoltaica integrada en

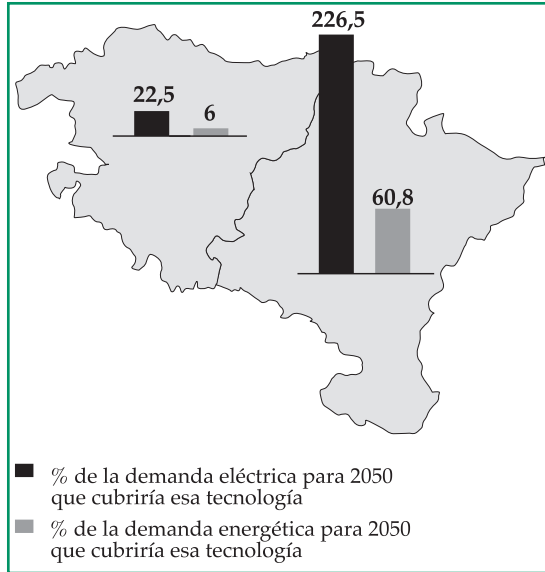
edificios que podrían generar 7,9 TWh al año. Navarra podría generar con fotovoltaica integrada en edificios una cantidad de electricidad superior a su propia demanda eléctrica proyectada en 2050.

Solar fotovoltaica con seguimiento

La energía solar fotovoltaica con seguimiento se consigue con agrupaciones de generadores fotovoltaicos, con un mecanismo que permite seguir el "movimiento" del sol de este a oeste, con lo que consiguen un mayor rendimiento. Son una alternativa interesante para aquellas personas o entidades que, no disponiendo de espacio para integrar una instalación fotovoltaica en su edificio, desean sin embargo invertir en energía solar fotovoltaica para generar energía limpia.

Las densidades de ocupación de terreno y de potencia dependerán de la latitud, asegurando que a finales de enero no exista sombreado en las direcciones SE y SW. Consideramos terrenos con pendiente inferior al 3% en cualquier orientación, y hasta el 10% con orientaciones de SE a SW.

En Euskadi se podría conseguir 3400 MWp de potencia fotovoltaica en instalaciones de energía solar fotovoltaica con seguimiento, y se podrían generar 4,9 TWh al año, lo que permitiría cubrir el 22,5% de su



SOLAR FOTOVOLTAICA CON SEGUIMIENTO.

CAPV, Techo de potencia= 3,4 GWp

Techo de generación eléctrica= 4,9 TWh/a

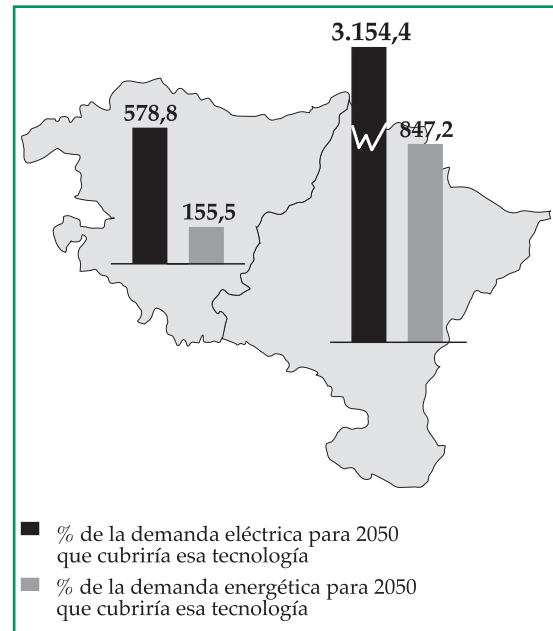
Navarra, Techo de potencia= 7,8 GWp

Techo de generación eléctrica= 13,5 TWh/a

demanda eléctrica proyectada en 2050. En Navarra se podrían conseguir 7800 MWp de potencia fotovoltaica en instalaciones de energía solar fotovoltaica con seguimiento, y se podrían generar 13,5 TWh al año, lo que permitiría cubrir más de dos veces su demanda eléctrica proyectada en 2050.

Solar termoeléctrica

Una central solar termoeléctrica utiliza un campo de espejos para concentrar la radiación solar directa, consiguiendo calentar un fluido a altas temperaturas. Con esta fuente caliente se genera electricidad como en una central térmica convencional.



SOLAR TERMOELÉCTRICA.

CAPV, Techo de potencia= 64,7 GW

Techo de generación eléctrica= 126 TWh/a

Navarra, Techo de potencia= 61 GW

Techo de generación eléctrica= 188 TWh/a

La tecnología elegida para este análisis, que pretende ser representativo del conjunto de tecnologías termosolares, es la de una central de colectores cilindroparabólicos con orientación N-S, utilizando agua como fluido de trabajo, con refrigeración seca (de forma que la disponibilidad de agua no sea una restricción) mediante aerocondensadores y disponiendo de un tanque de almacenamiento con capacidad para 15 horas, lo que permite disponer de una abundante y estable capacidad de generación.

Es de destacar el inmenso potencial con el que cuenta esta tecnología. En Euskadi se podrían instalar 64700 MW de potencia eléctrica en centrales termosolares, y se podrían generar 126 TWh al año, lo que permitiría cubrir en más de cinco veces su propia demanda eléctrica proyectada en 2050, e incluso la demanda energética proyectada para 2050.

En Navarra se podrían instalar 61000 MW de potencia eléctrica que podrían generar 188 TWh al año, lo que permitiría cubrir 31 veces su propia demanda eléctrica y 8 veces su demanda energética proyectada para 2050.

3.2. Síntesis y resultados

Recursos renovables disponibles

En los siguientes gráficos se muestran los techos de potencia y generación para Navarra y Euskadi de las distintas tecnologías consideradas en este proyecto, así como los porcentajes de cobertura de la demanda eléctrica de cada comunidad y de la demanda energética total proyectadas para 2050.

CAPV

Hay que destacar la gran capacidad de generación de las tecnologías renovables en su conjunto, con algunas de ellas alcanzando por sí mismas un techo de generación superior a las demandas de Euskadi, tanto de electricidad proyectada para 2050 (21,77 TWh/año) como de energía total (81,05 TWh/año).

Si sumáramos todos los techos de las diferentes tecnologías obtendríamos un máximo del techo total de generación basado en renovables de 205,35 Twh/año. Las intersecciones a descontar por coincidir emplazamientos serían muy limitadas, por ser compatibles en la mayoría de los casos o por haber impuesto de antemano condiciones muy restrictivas sobre el terreno disponible. Este techo de generación con renovables representa una capacidad de generación



equivalente a más de nueve veces la demanda de electricidad de Euskadi para 2050 y superior a dos veces la demanda de energía total para 2050.

Tipo de energía	%
Solar Termoeléctrica	61,35
Eólica terrestre	12,41
Fotovoltaica integrada	7,25
Olas	5,35
Chimenea Solar	4,33
Eólica marina	4,09
Biomasa total	2,44
Fotovoltaica con seguim.	2,38
Hidráulica	0,20
Geotérmica HDR	0,14

Tabla1. Techo de generación con renovables para la CAPV

Tipo de energía	n° de veces
Solar	1,91
Eólica	0,42
Olas	0,14
Biomasa	0,06
Hidráulica	0,01
Geotérmica	0,003

Tabla2. Energía total. Número de veces que sería posible satisfacer con cada energía renovable la demanda energética de la CAPV. Escenario demanda energética de la CAPV para 2050: 81,05 TWh/año

Como vemos en la tabla 3, Euskadi podría ser autosuficiente con energías renovables para toda su demanda de electricidad proyectada para 2050 (21,77 TWh/año), pero incluso podría hacerlo sólo con termosolar (casi seis veces) o con eólica terrestre.

El potencial de otras tecnologías solares podría satisfacer porcentajes significativos de la demanda eléctrica: fotovoltaica integrada (68%), chimenea solar (41%), fotovol-

Tipo de energía	n° de veces
Solar Termoeléctrica	5,79
Eólica terrestre	1,17
Fotovoltaica en edificios	0,68
Olas	0,50
Biomasa residual y biogas	0,12
Geotérmica	0,012
Minihidráulica	0,009
Hidroeléctrica	0,011
Cultivos forestales	0,08
Solar fotovoltaica c. seguim.	0,23
Chimenea solar	0,41
Monte bajo	0,02
Cultivos energéticos	0,011
Eólica marina	0,39

Tabla.3. Electricidad total. Número de veces que sería posible satisfacer con cada fuente renovable la demanda eléctrica de la CAPV para 2050. Escenario demanda eléctrica de la CAPV para 2050: 21,77 TWh/año.



REVOLUCIÓN ENERGÉTICA

	Techo Potencia GWp	Techo Generación TW.h/año	Demanda eléctrica (%)	Demanda energía total (%)
Solar	90	154,7	710,6	190,9
Solar Termoeléctrica	64,7	126,0	578,8	155,5
Solar Fotovoltaica con seguim.	3,4	4,9	22,5	6
Chimenea Solar	4,6	8,9	40,9	11
Fotovoltaica integrada	17,3	14,9	68,4	18,4
Eólica	13,3	33,9	155,7	41,9
Eólica terrestre *	9,1	25,5	117,1	31,5
Eólica marina	4,2	8,4	38,6	10,4
Olas	3,1	11,0	50,4	13,5
Biomasa	0,7	5,03	23,1	6,2
Biomasa residual y biogas	0,36	2,5	11,5	3,1
Cultivos energéticos	0,03	0,23	1,1	0,3
Cultivos forestales de rotación rápida*	0,24	1,80	8,3	2,2
Monte bajo *	0,07	0,50	2,3	0,6
Hidráulica	0,19	0,42	1,9	0,5
Hidroeléctrica (P>10 MW)	0,13	0,23	1,1	0,3
Minihidráulica (P< 10 MW)	0,06	0,19	0,9	0,2
Geotérmica roca seca caliente	0,03	0,3	1,2	0,3
Total renovables	107,32	205,35	942,93	253,3

* Se presentan los techos de generación máximos

*Tabla 4. Recursos Renovables disponibles en la CAPV
y comparación con su demanda en 2050*



taica con seguimiento (23%); al igual que con otras tecnologías renovables: olas (50%), biomasa (23%), hidráulica (2%), geotérmica (1%).

Si nos fijamos en la demanda energética sería posible satisfacer casi dos veces la demanda energética total proyectada para Euskadi para el año 2050 (81,05 TWh/año) desarrollando todo su potencial solar (ver Tabla 2).

NAVARRA

Hay que destacar la gran capacidad de generación de las tecnologías renovables en su conjunto, con algunas de ellas alcanzando por sí mismas un techo de generación superior, y en algunos casos muy superior, a las demandas de Navarra, tanto de electricidad proyectada para 2050 (5.96 TWh/año) como de energía total (22,19 TWh/año).

Si sumáramos todos los techos de las diferentes tecnologías obtendríamos un máximo del techo total de generación basado en renovables de 270,51 TWh/año. Las intersecciones a descontar por coincidir emplazamientos serían muy limitadas, por ser compatibles en la mayoría de los casos o por haber impuesto de antemano condiciones muy restrictivas sobre el terreno disponible. Este techo de generación con renovables representa una capacidad de generación equivalente a más de cuarenta y cinco veces

la demanda de electricidad de Navarra para 2050 y superior a doce veces la demanda de energía total para 2050.

Como vemos en la tabla 8, la Comunidad Foral de Navarra podría ser autosuficiente con energías renovables para toda su demanda de electricidad proyectada para

Tipo de energía	%
Solar Termoeléctrica	69,49
Eólica terrestre	15,89
Fotovoltaica con seguim.	4,99
Chimenea Solar	4,76
Fotovoltaica integrada	2,92
Biomasa total	1,51
Hidráulica	0,26

*Tabla 5. Techo de generación con renovables
Techo de generación = 270,51TWh/a*

Tipo de energía	nº de veces
Solar	10,02
Eólica	1,94
Biomasa	0,19
Hidráulica	0,03
Geotérmica	0,02

Tabla 6. Energía total. Número de veces que sería posible satisfacer con cada energía renovable la demanda energética de la Comunidad de Navarra. Escenario demanda energética de la Comunidad de Navarra para 2050: 22,19 Twh/año



REVOLUCIÓN ENERGÉTICA

	Techo Potencia GWp	Demanda Generación TW.h/año	Demanda eléctrica (%)	Demanda energía total (%)
Solar	82,1	222,3	3729,9	1001,7
Solar Termoeléctrica	61	188	3154,4	847,2
Solar Fotovoltaica con seguimiento	7,8	13,5	226,5	60,8
Chimenea Solar	5,6	12,9	216,4	58,1
Fotovoltaica integrada	7,7	7,9	132,6	35,6
Eólica terrestre *	16,4	43	721,5	193,8
Biomasa	0,59	4,08	68,9	18,5
Biomasa residual y biogas	0,2	1,2	20,6	5,5
Cultivos energéticos	0,09	0,7	11,7	3,2
Cultivos forest. de rotac. rápida*	0,24	1,78	29,9	
Monte bajo *	0,06	0,4	6,7	1,8
Hidráulica	0,25	0,73	12,3	3,3
Hidroeléctrica (P>10 MW)	0,04	0,07	1,2	0,3
Minihidráulica (P< 10 MW)	0,21	0,66	11,1	3
Geotérmica roca seca caliente	0,05	0,4	7,0	1,9
Total renovables	99,39	270,51	4539,6	1219,2

* Se presentan los techos de generación máximos

*Tabla 7 . Recursos renovables disponibles en Navarra
y comparación con su demanda de la Comunidad Foral en 2050*



Tipo de energía	nº de veces
Solar Termoeléctrica	31,54
Eólica terrestre	7,22
Solar fotovoltaica c. seguim.	2,27
Chimenea solar	2,16
Fotovoltaica en edificios	1,33
Biomasa residual y biogás	0,21
Cultivos forestales	0,30
Cultivos energéticos	0,12
Minihidráulica	0,11
Geotérmica	0,070
Monte bajo	0,067
Hidroeléctrica	0,01

Tabla 8. Electricidad total. Número de veces que sería posible satisfacer con cada fuente renovable la demanda eléctrica de la Comunidad de Navarra para 2050. Escenario demanda eléctrica de Navarra para 2050: 5,96 TWh/año.

2050 (5,96 TWh/año), pero incluso podría hacerlo sólo con una cualquiera de éstas: termosolar (casi treinta y dos veces), solar fotovoltaica con seguimiento, solar fotovoltaica integrada en edificios, chimeneas solares o eólica terrestre (más de siete veces). Navarra podría generar electricidad suficiente para satisfacer treinta y siete veces su demanda eléctrica proyectada en 2050 desarrollando todo el potencial solar.

El potencial de otras tecnologías renovables podría satisfacer porcentajes significativos de la demanda eléctrica: biomasa (69%), hidráulica (12%), geotérmica (7%).

Sería posible satisfacer diez veces la demanda energética total proyectada para la Comunidad Foral de Navarra para el año 2050 (22,19 TWh/año) desarrollando todo su potencial solar y casi dos veces desarrollando todo el potencial de la eólica.

3.3. Comparación con la Estrategia Energética de Euskadi para 2010

Los techos de potencia y generación obtenidos en este proyecto están muy distantes, tanto cuantitativamente como cualitativamente, de los manejados para planificar el desarrollo de las tecnologías renovables en Euskadi.

Si comparamos los objetivos de potencia fijados en la Estrategia para el 2010 y los techos obtenidos en este proyecto vemos que cuantitativamente éstos están en general varios órdenes de magnitud por encima e incluso para algunas de las tecnologías son inexistentes.

Lo primero que llama la atención es el claro contraste entre la contribución potencial que pueden tener las tecnologías solares y el objetivo marcado en la Estrategia. Entre estas tecnologías destaca la solar termoeléctrica con un potencial capaz de abastecer en



cerca de seis veces la demanda eléctrica de Euskadi proyectada para 2050 que ni siquiera se contempla en los objetivos. El único objetivo planteado es la instalación de 11 MW de potencia de solar fotovoltaica.

La eólica tiene unos techos de potencia muy superiores al objetivo de la Estrategia para el 2010. A pesar de su importante apuesta por la eólica, el objetivo de la Estrategia no significa ni mucho menos agotar el potencial de esta tecnología.

Llama la atención la capacidad de generación asociada a tecnologías actualmente no incorporadas en la E3, como es la energía de las olas, que tiene grandes sinergias con la eólica marina en su desarrollo tecnológico.

Respecto a la biomasa, la Estrategia considera 795 ktep de energía primaria, incluyendo incineración de residuos sólidos urbanos. En este estudio no se considera la incineración como un recurso renovable.

Para la hidráulica se han adoptado como válidos los techos del anterior Plan de Fomento de las Energías Renovables, por considerarla una tecnología madura cuyo potencial y restricciones (fundamentalmente medioambientales) ya están bien establecidas.

4. CONCLUSIONES DEL INFORME Y DEMANDAS DE *Greenpeace*

Conclusiones

La capacidad de generación de electricidad con fuentes renovables es muy superior a la demanda. Si sumáramos los techos obtenidos para cada una de las tecnologías en ambas CC.AA. se alcanzaría un máximo de 475,86 TWh/año, equivalentes a 17,16 veces la demanda de electricidad proyectada en 2050.

- ✓ Esa capacidad de generación renovable tan elevada nos permite plantearnos la posibilidad teórica de cubrir todas las demandas de energía, no sólo eléctrica, pues equivale a 4,61 veces la demanda de energía total proyectada en 2050 en ambas CC.AA.
- ✓ Los recursos renovables más abundantes son los asociados a la energía solar: entre todas las tecnologías solares se podría obtener energía equivalente a 3,65 veces la demanda energética total de ambas CC.AA. en 2050, destacando la energía solar termoeléctrica, cuyo potencial de generación supone el 66% del total renovable. Por tanto, a diferencia de lo que suele creerse, nuestro mayor yacimiento energético es el sol, lo cual contrasta enormemente con el



	Objetivos de potencia (MW) para 2010 E3	Techos de potencia (MW) 2050
Termosolar	0	64700
Solar Fotovoltaica	11	20700
Eólica	624	13300
Chimenea solar	0	4600
Olas	0	3100
Biomasa total (incluido biogás)	?*	700
Hidráulica	175	200
Geotérmica	0	30
Total	810	100330

* 795 ktep de energía primaria, incluyendo incineración de residuos sólidos urbanos, que no es renovable.

Tabla 9. Comparación entre los techos de potencia instalable en 2050 y los objetivos marcados en la Estrategia Energética de Euskadi 2010 del Gobierno Vasco

papel absolutamente marginal que se le ha dado hasta ahora en las planificaciones energéticas a las distintas formas de aprovechar la energía solar.

- ✓ El potencial de la energía eólica es muy superior a los actuales objetivos de planificación.
- ✓ Hay tecnologías que hasta ahora han sido despreciadas en la planificación y en la regulación de incentivos, como la energía eólica marina, la de las olas, la geotérmica de roca seca o las chimeneas solares, que presentan elevados potenciales de generación de energía.

- ✓ Los recursos de biomasa son limitados, en relación con otras renovables. Por eso, y puesto que por su elevada capacidad de regulación puede tener un papel importante en el actual sistema eléctrico, debe priorizarse la máxima eficiencia en su utilización, en aplicaciones de generación simultánea de calor y electricidad (cogeneración), sin detrimento de su necesaria aportación en sectores como el transporte y la climatización de edificios.
- ✓ Existen infinitas opciones de configurar un mix de generación de electricidad



REVOLUCIÓN ENERGÉTICA

100% renovable, aunque la segunda parte de este proyecto lo desarrolla en profundidad a escala peninsular.

- ✓ Sería técnicamente viable abastecer el 100% de la demanda energética total con fuentes renovables. La combinación más apropiada de tecnologías y su ubicación geográfica dependerán del sistema de distribución energética, de las necesidades de regulación de la generación (vinculadas con la gestión de la demanda) y de la evolución de costes de cada tecnología.
- ✓ Los recursos renovables están tan ampliamente distribuidos en el territorio, que ambas comunidades autónomas disponen de suficiente capacidad como para abastecer completamente su propia demanda de energía eléctrica y total.

Qué pide Greenpeace

Para evitar un cambio climático peligroso y los demás impactos ambientales de las energías sucias, y dada la abundancia de recursos renovables disponibles y teniendo en cuenta las grandes inversiones que absorbe el sistema energético y sus largos periodos de amortización, es urgente encaminar de forma coherente las estrategias de desarrollo de nuestro sistema energético hacia

un horizonte 100% renovable. Para impulsar esta Revolución Energética se necesita:

- ✓ Establecer objetivos legales de obligatorio cumplimiento, en el marco de la próxima Directiva europea de Energías Renovables, para que las energías renovables aporten un mínimo del 20% de la demanda de energía primaria de cada uno de los 25 estados de la UE para 2020, indicando un objetivo específico para cada energía renovable, de acuerdo con los recursos renovables de cada país.
- ✓ Fortalecer el sistema de primas a las energías renovables, garantizando a los inversores un retorno de la inversión estable y atractivo para cada tecnología.
- ✓ Desarrollar una fiscalidad ecológica que incluya desgravaciones y bonificaciones a las inversiones en energías renovables, especialmente para la energía solar.
- ✓ Garantizar a las energías renovables la prioridad de acceso a la red.
- ✓ Dar prioridad al desarrollo de las tecnologías solares, fijando objetivos más ambiciosos, en consonancia con su altísimo potencial, que permitan crear mercados fuertes de cada una de las aplicaciones de la energía solar.
- ✓ Aprobar un plan eólico marino que determine los criterios para la implanta-



- ción territorial de esta energía y evite situaciones de incompreensión social.
- ✓ Favorecer el aprovechamiento sostenible de la biomasa, imponiendo estrictos criterios ambientales para la selección de recursos y creando redes de distribución que faciliten y hagan rentable su explotación, así como asegurar la máxima eficiencia en su utilización, obligando a su uso en cogeneración siempre que sea técnicamente posible.
 - ✓ Incorporar a los planes de energías renovables tecnologías de alto potencial hasta ahora "olvidadas": olas, geotérmica, chimeneas solares.
 - ✓ Garantizar el derecho de los consumidores a elegir electricidad limpia, lo que implica revisar las tarifas eléctricas para que reflejen los costes reales, limitar el poder de mercado de las grandes empresas eléctricas y establecer un etiquetado eléctrico que obligue a las compañías eléctricas a facilitar en sus facturas y anuncios una información estandarizada, completa, comparable y fiable sobre el origen y el impacto ambiental de la electricidad que venden.
 - ✓ Establecer objetivos obligatorios de eficiencia energética, que incluyan un ahorro energético anual de al menos un 2,5% para el sector privado y de un 3% para el sector público.
 - ✓ Revisar la actual planificación energética, estableciendo un objetivo de mayor eficiencia y menor demanda energética y planificando las infraestructuras energéticas necesarias, no para continuar con la construcción masiva de centrales térmicas, sino para acelerar la inversión en renovables.
 - ✓ Eliminar todas las subvenciones a los combustibles fósiles y a la energía nuclear, e internalizar todos sus costes externos.
 - ✓ Desincentivar las inversiones en nuevas centrales térmicas, obligando a demostrar, mediante un análisis pormenorizado, que todas las alternativas de energía limpia (eficiencia y renovables) están agotadas o no son suficientes, antes de autorizar la construcción de cualquier central de combustible fósil.
 - ✓ Exigir al Gobierno central la puesta en marcha un plan de cierre progresivo pero urgente de las centrales nucleares existentes, en el horizonte del 2015, en coherencia con el compromiso electoral del PSOE y del programa de Gobierno del Presidente Rodríguez Zapatero.
 - ✓ Aprobar un Plan Nacional de Asignación de emisiones para el periodo 2008-2012 que asegure que el Estado español cumpla el objetivo comprometido en el Protocolo de Kioto.



- ✓ Negociar nuevos y más profundos objetivos de reducción de emisiones para el segundo periodo de compromiso del Protocolo de Kioto (2013-2017) y elevarlos para el tercer periodo de compromiso (2018-2022) a un mínimo del 30% de reducción global.

5. ANEXO

Glosario de términos

Demanda de energía eléctrica o demanda de electricidad.

Es la cantidad de electricidad que consume en un intervalo de tiempo la población, ya sea para consumo en el sector doméstico, industrial, servicios...

La demanda eléctrica per capita se expresa en kWh/habitante.

Para hablar de la demanda eléctrica en este estudio empleamos Twh/año.

Demanda energética total o final

Es la cantidad de energía (en forma de calor, electricidad, movimiento...) que consume la población en un tiempo dado en todos los sectores: transporte, doméstico, industrial, servicios...

Para hacerla comparable con la demanda eléctrica, usamos las mismas unidades: kWh/habitante-día, Twh/año.

Energía y potencia

El brillo de una bombilla depende de su potencia (vatios), pero la energía que utiliza depende del tiempo que está encendida (vatios-hora). De forma similar, una central que genera energía tendrá una potencia o capacidad (kW) y la energía que produce esa central será el producto de la potencia instantánea por el tiempo que la central está funcionando (kWh).

✓ Unidades

W= vatio, es la unidad internacional estándar de potencia

kWh= kilovatio-hora, unidad de energía.

Un dispositivo que tiene un kW de potencia, al cabo de una hora habrá consumido un kilovatio-hora de energía

✓ Equivalencia

1 kW (kilovatio)= 1000 vatios

1MW (megavatio)= 1000 kW

1GW (gigavatio)= 1000 MW o mil millones de vatios

1TW (teravatio)= 1000 GW o mil millones de kilovatios



Generación

Producción de energía eléctrica.

Mix de generación eléctrica

Es la combinación de las diferentes tecnologías que se emplean para generar la electricidad necesaria para satisfacer la demanda eléctrica.

También se conoce como cesta o cartera de generación.

Potencia pico

Potencia máxima que puede ser generada por una central solar fotovoltaica en condiciones estándar.

Sistema eléctrico

El conjunto de equipos necesarios para dar el servicio eléctrico, es decir, para hacer que los consumidores dispongan de la electricidad que demandan. Incluye tanto las centrales generadoras como la red que transporta la electricidad entre distintas zonas del país y la que la distribuye hasta los puntos de consumo.

Sistema de generación eléctrica

Hablamos de sistema de generación eléctrica para referirnos a la parte del sistema eléctrico que comprende el conjunto de uni-

dades generadoras (centrales térmicas, parques eólicos...)

Sistema o red de transporte y de distribución

El actual sistema de cableado que se utiliza para transportar la electricidad desde las centrales en las que se genera a los puntos de demanda. La energía eléctrica se transporta en alta tensión entre distintas zonas del país y se distribuye en baja tensión hasta los puntos de consumo.

Techo de generación

La energía que se podría generar con cada tecnología en el caso de que desarrollara todo su potencial.

Techo de potencia

La potencia que se podría instalar de cada tecnología en el caso de que se desarrollara todo su potencial.

