Energías renovables para todos

# Energías renovables

Energías renOvables

Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid

La Suma de Todos

Comunidad de Madrid

# Las energías renovables

*Luis Merino*

© EHN

Para la Física, la energía es la capacidad potencial que tienen los cuerpos para producir trabajo o calor, y se manifiesta mediante un cambio. Es energía el esfuerzo que hace una persona cuando pedalea sobre una bicicleta. También lo es el movimiento continuo del agua de un río, o el calor que desprende el carbón cuando se quema. Desde siempre, el hombre ha utilizado las fuentes de energía a su alcance para hacer un trabajo o para obtener calor. Primero su propia fuerza física o la de los animales domésticos. Luego la energía del viento y del agua. Más tarde llegaría la explotación de los combustibles fósiles –carbón, gas natural y petróleo– y de la energía nuclear. En el futuro es probable que puedan aparecer nuevas fuentes pero, sea como fuere, la disponibilidad de energía ha sido siempre esencial para la humanidad. Tan esencial como pueda serlo, por ejemplo, el agua potable.

De entre las distintas fuentes de energía, las renovables son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana, aunque habría que decir que, para fuentes como la biomasa, esto es así siempre que se respeten los ciclos naturales. El sol está en el ori-

gen de todas las energías renovables porque su calor provoca en la Tierra las diferencias de presión que dan origen a los vientos, fuente de la energía eólica. El sol ordena el ciclo del agua, causa la evaporación que predispone la formación de nubes y, por tanto, las lluvias. También del sol procede la energía hidráulica. Las plantas se sirven del sol para realizar la fotosíntesis, vivir y crecer. Toda esa materia vegetal es la biomasa. Por último, el sol se aprovecha directamente en las energías solares, tanto la térmica como la fotovoltaica.

Las fuentes de energía renovables que incluimos en esta colección son la eólica, la solar térmica y fotovoltaica, la biomasa y los biocarburantes, la hidráulica –con especial atención a la minihidráulica–, la geotérmica y las energías procedentes del mar. Dedicamos también un cuaderno al hidrógeno y a la pila de combustible. El hidrógeno no es una fuente de energía, como tampoco lo es la electricidad, pero es sin duda el combustible limpio del futuro y algún día se producirá fundamentalmente a partir de renovables. El último cuaderno de la colección trata de ofrecer a los niños una visión de todas las fuentes de energía limpias.

## Energía y medio ambiente

La generación, el transporte y el consumo de las energías convencionales tienen, como toda actividad antrópica, un impacto sobre el medio, y puede argumentarse que están en el origen de algunos de los mayores problemas ambientales que sufre el planeta como el cambio climático y la lluvia ácida. Sin llegar a decir que esos efectos no existen en las renovables, sí es cierto, en cambio, que son infinitamente menores y siempre reversibles.

*Las fuentes de energía renovables son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana. El sol está en el origen de todas ellas.*

El consumo de energía, incluyendo el transporte, es en la actualidad la principal fuente de emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes acidificantes. Según la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), la emisión de estos últimos contaminantes se ha reducido de un modo significativo gracias a la adopción de combustibles más limpios y al tratamiento de los gases de combustión. Pero mientras no disminuya el protagonismo de los combustibles fósiles en la cesta energética, los gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático parecen estar abocados a aumentar. Mayor eficiencia energética y un incremento del uso de las energías renovables son vistos por la AEMA como parte de la solución.

## Comparación del impacto ambiental de las diferentes formas de producir electricidad

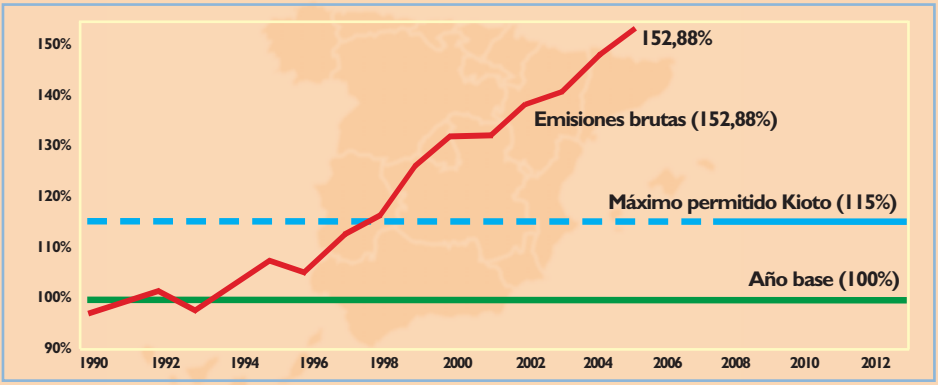
**(Emisiones de contaminantes para todo el ciclo de combustible. En toneladas por GWh producido)**

| FUENTE | $CO_2$ | NOX | $SO_2$ | PARTÍCULAS SÓLIDAS EN SUSPENSIÓN | CO | HIDRO-CARBUROS | RESIDUOS NUCLEARES | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Carbón | 1.058,2 | 2,986 | 2,971 | 1,626 | 0,267 | 0,102 | - | 1.066,1 |
| Gas natural (**) | 824,0 | 0,251 | 0,336 | 1,176 | TR(*) | TR | - | 825,8 |
| Nuclear | 8,6 | 0,034 | 0,029 | 0,003 | 0,018 | 0,001 | 3,641 | 12,3 |
| Fotovoltaica | 5,9 | 0,008 | 0,023 | 0,017 | 0,003 | 0,002 | - | 5,9 |
| Biomasa | 0,0 | 0,614 | 0,154 | 0,512 | 11,361 | 0,768 | - | 13,4 |
| Geotérmica | 56,8 | TR | TR | TR | TR | TR | - | 56,8 |
| Eólica | 7,4 | TR | TR | TR | TR | TR | - | 7,4 |
| Solar térmica | 3,6 | TR | TR | TR | TR | TR | - | 3,6 |
| Hidráulica | 6,6 | TR | TR | TR | TR | TR | - | 6,6 |

(*) Trazas. (**) Gas natural en ciclo combinado
La emisión de la biomasa presupone la regeneración anual de la cantidad consumida, lo que raras veces sucede.

*Fuente: US Department of Energy, Council for Renewable Energy Education y Worldwatch Institute.*

## Evolución de las emisiones de gases de efecto invernadero en España




*Fuente: Comisiones Obreras y revista World Watch en español*

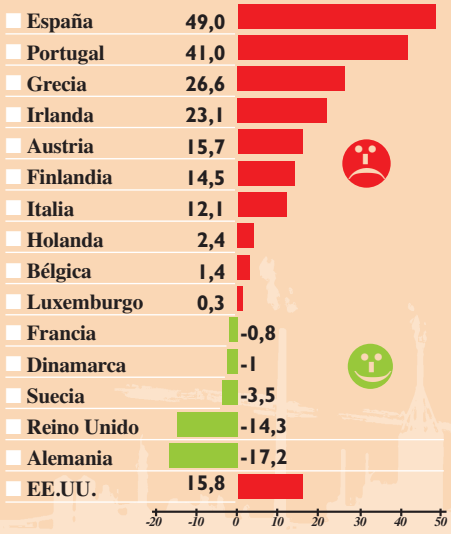
*Las energías renovables ganan muchos enteros en seguridad de suministro cuando se combinan diversas fuentes como, en este caso, la eólica y la solar fotovoltaica.*

Es cierto que los efectos devastadores de una marea negra están en la retina de todos los españoles por el reciente desastre del Prestige. Pero, sin duda, el cambio climático es el mayor desafío ambiental al que se enfrentará la humanidad en las próximas décadas. En los últimos 100 años la temperatura media mundial aumentó 0,6°C (1,2°C en Europa) y los científicos han certificado que la década de los noventa fue la más calurosa de los últimos 150 años. Las previsiones hablan de un aumento de la temperatura media que puede ir de 1,4 a 5,8°C entre 1990 y 2100, lo que trastocaría los ciclos del agua y provocaría un aumento del nivel del mar, por el deshielo que sufrirían, en parte, los casquetes polares.

Para tratar de evitarlo, en 1997 se firmó el Protocolo de Kioto, que establece un calendario de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, en función de las emitidas por cada país. La UE en su conjunto debe reducirlas un 8% en 2010 respecto a las de 1990, tomado como año base, pero España puede aumentarlas hasta un 15% en ese mismo periodo.

Los últimos datos, no obstante, demuestran que el aumento de emisiones de gases de efecto invernadero en nuestro país sigue desbocado. Según el informe anual que elabora Comisiones Obreras y la revista World Watch en su edición en castellano, esas emisiones, en dióxido de carbono ($CO_2$) equivalente, aumentaron un 3,39% en el año 2005 respecto a 2004, lo que implica ya un incremento del 52,88% entre 1990 y 2005. Muy lejos, por tanto, del 15% permitido. Es evidente que si en los próximos años no se desarrollan actuaciones que cambien esta tendencia no será posible alcanzar los objetivos acordados. Otros países sí lo están logrando, como Alemania o Reino Unido. Mientras tanto, España es, junto con Canadá, el país que más lejos está de cumplir los compromisos de Kioto.

## Distancia de los países de la UE (15) en 2004 con los objetivos del Protocolo de Kioto




*Fuente: Naciones Unidas*

© Naturmedia

## Renovables, energías limpias

La contribución al cambio climático es sólo una de las doce categorías de impactos que recoge el estudio denominado "Impactos Ambientales de la Producción Eléctrica", presentado en el año 2000. Auspiciado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), la Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA) y los órganos competentes en temas energéticos de cinco comunidades autónomas –Aragón, Cataluña, Galicia, Navarra y País Vasco– el estudio trata de definir qué tipo de energía es más o menos lesiva para el medio ambiente. La consultora AUMA, autora del mismo, empleó como metodología de trabajo el análisis del ciclo de vida, una herramienta de gestión ambiental que analiza los impactos de un proceso, producto o actividad desde "la cuna a la tumba", es decir, en todas sus fases. Las conclusiones no ofrecen márgenes para la duda: las energías renovables tienen 31 veces menos impactos que las convencionales.

Los resultados, expresados en ecopuntos (cuantos más ecopuntos mayor es el impacto), demuestran que el lignito, el petróleo y el carbón son las tres tecnologías más contaminantes, superando los mil ecopuntos. En un segundo grupo figuran la energía nuclear y el gas natural, mientras que la eólica y la minihidráulica forman un tercer grupo, a gran distancia.

Las diferencias de ecopuntos que aparecen en la tabla suponen que producir un kWh con la minihidráulica tiene 300 veces menos impactos que hacerlo con lignito o 50 veces menos que hacerlo con gas natural.

En cuanto a la biomasa, la multitud de combustibles y los efectos que provocan son tan variados que no se incluyó. Los impactos analizados están distribuidos en doce categorías: calentamiento global, disminución capa de ozono, acidificación, eutrofización, radiaciones ionizantes, contaminación por metales pesados, sustancias carcinógenas, niebla de verano, niebla de invierno, generación de residuos industriales, residuos radiactivos y agotamiento de los recursos energéticos.

Se han hecho otras comparativas de impactos ambientales, como la realizada por el Departamento de Energía de Estados Unidos, que

A la izquierda, torres de refrigeración de la central térmica de Andorra (Teruel), que produce electricidad a partir del carbón.

## Impactos Ambientales de la Producción Eléctrica

| TECNOLOGÍAS | ECOPUNTOS |
|---|---|
| Minihidráulica | 5 |
| Eólica | 65 |
| Gas natural | 267 |
| Nuclear | 672 |
| Carbón | 1.356 |
| Petróleo | 1.398 |
| Lignito | 1.735 |

*Nota: el mayor número de ecopuntos supone mayor impacto.*

*Fuente: IDAE, CIEMAT, APPA y CC.AA.*

se centra en la emisión de contaminantes. Pero más allá de los resultados concretos de este tipo de estudios, nadie pone en duda que, asumiendo el innegable impacto de las distintas fuentes renovables –el de los parques eólicos sobre el paisaje, por ejemplo– estos no admiten comparación con los que provocan las energías convencionales. Así que bien se merecen el calificativo de fuentes de energía limpias.

© Naturmedia

### Fuentes inagotables

Las energías renovables son inagotables. Utilizar la radiación solar para producir calor o electricidad no disminuye en ningún caso la cantidad de energía que el Sol envía a la Tierra. Otro tanto sucede con el viento. Por más aerogeneradores que extrajeran su fuerza y la convirtieran en electricidad nunca trastocarían el equilibrio térmico del planeta. Sí podría hacerlo el uso indiscriminado de biomasa natural, el primer recurso energético que utilizó el hombre, más allá de su fuerza bruta. Un aprovechamiento excesivo de la biomasa natural –en forma de leña, por ejemplo– provocaría una rápida degradación de los ecosistemas naturales. Aún así, sigue siendo la base del consumo energético de los países en vías de desarrollo que, en muchos casos, explotan las masas vegetales por encima de sus posibilidades productivas, lo que provoca problemas de erosión y desertización.

Lejos de ser inagotables, los combustibles fósiles se están acabando. Hasta el punto de que su control estratégico provoca conflictos políticos y sociales en el mundo, como se ha plasmado en la guerra de Irak, la primera guerra del Golfo o las revueltas acaecidas en Venezuela o Bolivia. Analistas de todo el mundo coinciden en que, más allá de los argumentos esgrimidos por la Administración de Estados Unidos, actor principal

*Hasta ahora, el desarrollo de la eólica ha permitido la creación de más de 31.000 puestos de trabajo en España, pero el mayor potencial en creación de empleo corresponde a la biomasa.*

en los citados conflictos, se vislumbra un fenómeno que afecta a todos los países industrializados: su adicción al petróleo.

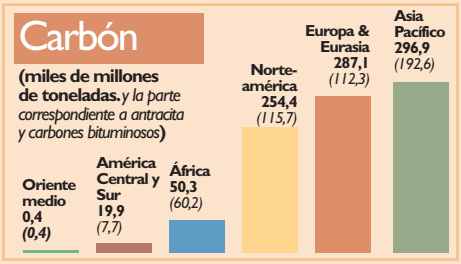
El último informe anual de BP sobre la energía en el mundo (BP Statistical Review of World Energy), de junio de 2006, cifra en 40 años las reservas mundiales de petróleo y en 65 años las de gas natural, suponiendo que la producción y el consumo de estos combustibles fósiles se mantuviera estable hasta su total agotamiento, lo que no parece realista. Muy al contrario, su inexorable agotamiento, provocará grandes tensiones en los mercados que, a juzgar por lo visto hasta ahora, pueden traspasar los ámbitos económicos. En cuanto a las reservas de carbón, se estiman mucho mayores, para varios cientos de años.

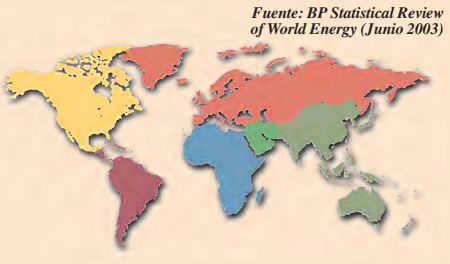
## Recursos autóctonos

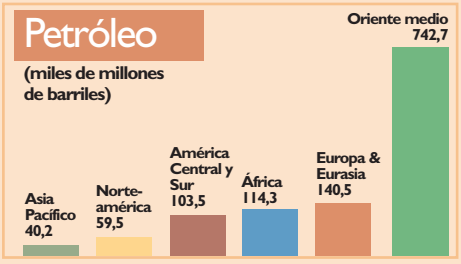
Como puso de manifiesto el "Libro Verde. Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético", si no se hace nada, de aquí a 20 ó 30 años la Unión Europea cubrirá sus necesidades energéticas en un 70% con productos importados, frente al 50% actual. Lo cierto es que España no debería asustarse ante semejantes previsiones ya que nuestra dependencia energética es ya de un 82%.

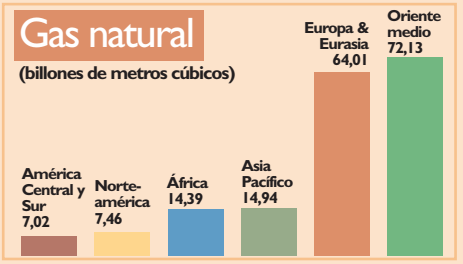
Vivir pendientes del petróleo tiene sus riesgos, toda vez que las principales reservas se concentran en áreas del planeta sobre las que penden constantemente incertidumbres políticas que se trasladan de inmediato a la economía. El precio del barril de petróleo costaba 20 dólares en 2001, pasó a 27 dólares en 2002, y en

## Reservas mundiales de los combustibles fósiles (2005)



© Naturmedia

*La escasez creciente de combustibles fósiles disparará el uso de las renovables que, además de ser fuentes de energía limpias, son inagotables.*

noviembre de 2006 se está pagando a 70 dólares. Y por más analistas que trabajen sobre previsiones de precios del crudo, nadie sabe a ciencia cierta qué puede pasar en el futuro, ni siquiera en el más inmediato.

Las energías renovables suponen, por tanto, cambiar gastos de divisas en el exterior por pago de salarios en nuestro país. Pero si los combustibles fósiles salen caros para los países industrializados, al menos, pueden pagarlos. Algo que resulta mucho más complicado para los países en desarrollo, incapaces de liberarse del círculo vicioso del empobrecimiento si para salir de él tienen que recurrir a tecnologías y recursos energéticos externos. ¿Conclusión? De los 6.500 millones de habitantes del planeta, 2.000 millones no tienen hoy suministro eléctrico, y un mínimo equilibrio global exige corregir esa situación.

También en este asunto, las energías renovables tienen un plus incuestionable, al tratarse de recursos autóctonos e inagotables. Y al funcionar, en la mayoría de los casos, con tecnologías blandas y más asequibles que las que acompañan a las energías convencionales.

## Ventajas socioeconómicas

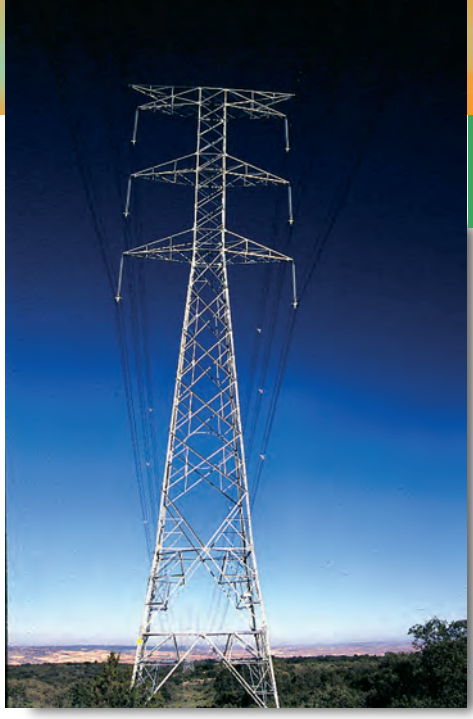
Las energías renovables crean cinco veces más puestos de trabajo que las convencionales. Todos los estudios al respecto se ponen de acuerdo en los mejores efectos que sobre el empleo tienen las renovables. El informe "La energía eólica en Aragón. Impacto socioeconómico", elaborado por un equipo de economistas de la Universidad de Zaragoza, certifica el tirón extraordinario que esta fuente de energía está teniendo sobre el tejido industrial de la región. Desde 2001 hasta 2004 se instalaron unos 300 MW anuales, con

## Reservas probadas de los combustibles fósiles (2005)

| | RESERVAS | PRODUCCIÓN | CONSUMO |
|---|---|---|---|
| PETRÓLEO | 1.200.700 MILL. DE BARRILES | 81.088 MILES DE BARRILES DIARIOS | 82.459 MILES DE BARRILES DIARIOS |
| GAS NATURAL | 179.830.000 MILL. DE M3 | 2.763.000 MILLONES DE M3 | 2.749.600 MILLONES DE M3 |
| CARBÓN | 909.064 MILLONES DE TONELADAS | 2.887,2 MILLONES DE TEP (*) | 2.929,8 MILLONES DE TEP |

**(*) Tep: toneladas equivalentes de petróleo.**
**1 tonelada de carbón equivale a 0,7 tep.**

*Fuente: BP Statistical Review of World Energy (Junio 2006)*



*España necesita importar el 82% de sus recursos energéticos para sostener la demanda. Una dependencia que podría reducirse aumentando la contribución de las renovables.*

una inversión media por MW de entre 900.000 y un millón de euros. Pero lo más significativo es que son empresas ubicadas en Aragón las que suministran el 75,5% de cada parque, lo que supone un promedio de 3.870 nuevos puestos de trabajo al año, al lado de donde se saca partido al viento. "Por cada 100 MW de potencia eólica que se instale se generan en Aragón 1.086 empleos directos e indirectos", señalan los autores del informe.

La eólica es la fuente renovable que más ha crecido en los últimos años, por lo que podría parecer obvio resaltar sus cualidades como filón de empleo. Pero esas cualidades son innatas a todas las energías limpias. En un informe de CC.OO. que lleva por título "Energías Renovables y Empleo", se dice que España podría crear 150.000 empleos en renovables si estas fuentes alcanzan la cuota del 12% de la demanda energética de España, tal como propone el Plan de Energías Renovables (PER). El informe, elaborado a partir del libro "Energías renovables, sustentabilidad y creación de empleo", de Emilio Menéndez, experto en energía, ve en la biomasa el mayor filón de trabajo, con unos 25.000 empleos directos, todos ellos en el mundo rural. En Europa, según estudios del Programa Altener, los puestos de trabajo relacionados con las renovables pueden llegar hasta 500.000 en 2010 y hasta 900.000 en 2020.

Otro aspecto económico a tener presente es que las energías renovables han permitido a España desarrollar tecnologías propias en sectores en los que ya somos líderes mundiales. Fabricantes españoles de aerogeneradores o de células fotovoltaicas están entre los primeros del mundo porque el desarrollo de nuestros mercados les permite importantes esfuerzos en investigación e innovación.

## Consumo de energía primaria (ktep)

| | 1998 | | 2000 | | 2002 | | 2004 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARBÓN | 17.889 | 15,7% | 21.635 | 17,3% | 21.891 | 16,5% | 21.035 | 14,8% |
| PETRÓLEO | 61.670 | 54,0% | 64.663 | 51,7% | 67.647 | 51,1% | 71.055 | 50% |
| GAS NATURAL | 11.816 | 10,3% | 15.223 | 12,2% | 18.757 | 14,2% | 24.672 | 17,4% |
| HIDRÁULICA* | 3.102 | 2,7% | 2.534 | 2,0% | 1.988 | 1,5% | 2.714 | 1,9% |
| RESTO RENOVABLES | 4.059 | 3,6% | 4.538 | 3,6% | 5.326 | 4,0% | 6.294 | 4,4% |
| NUCLEAR | 15.376 | 13,5% | 16.211 | 12,9% | 16.422 | 12,4% | 16.576 | 11,7% |
| SALDO ELÉCTRICO | 293 | 0,3% | 382 | 0,3% | 458 | 0,3% | -261 | -0,2% |
| TOTAL | 114.205 | 100% | 125.186 | 100% | 132.490 | 100% | 142.085 | 100% |

***Incluye minihidráulica.**

*Fuente: Secretaría General de Energía/IDAE*

*El desastre provocado por el hundimiento del petrolero Prestige ha puesto en evidencia los costes ambientales de las energías convencionales y la necesidad de apostar por un modelo energético basado en las renovables.*

## Potencia de generación eléctrica en España

| MW | 2005 |
|---|---|
| Hidráulica | 18.361 |
| Convencional y mixta | 14.112 |
| Bombeo puro | 2.546 |
| Minihidráulica | 1.703 |
| Nuclear | 7.876 |
| Carbón | 11.934 |
| Hulla y antracita nacional | 5.974 |
| Lignito negro | 1.502 |
| Lignito pardo | 2.031 |
| Carbón importado | 2.584 |
| Fuel-Gas oil | 8.322 |
| Gas natural | 19.566 |
| R.S.U.y Biomasa | 1.558 |
| Eólica | 9.930 |
| Solar fotovoltaica | 70 |
| TOTAL | 77.746 |

*Fuente:Secretaría General de Energía, Red Eléctrica de España y Comisión Nacional de Energía.*

## Creación de empleo por sectores en España

| | 2000 | 2010 |
|---|---|---|
| Eólica | 5.000 | 8.000 |
| Biomasa | 3.000 | 30.000 |
| Solar térmica | 1.500 | 8.000 |
| Fotovoltaica | 1.500 | 12.000 |
| Minihidráulica | 500 | 500 |
| Temas comunes (Investigación, ingenierías...) | 500 | 2.000 |
| Total directos | 12.000 | 50.000/70.000 |
| Total inducidos | 45.000 | 150.000/200.000 |

*Fuente: CC.OO*

### Objetivos e impulso de las renovables en España

La Ley 54/1997, del Sector Eléctrico fija el objetivo de que en 2010 el 12% de la energía primaria sea de origen renovable. Para lograrlo se elaboró el Plan de Fomento de las Energías Renovables (PFER), aprobado en 1999, que analizaba la situación y el potencial de estas energías y fijaba objetivos concretos por tecnologías. Pero en agosto de 2005 el Gobierno aprobó un nuevo Plan de Energías Renovables 2005-2010 (PER), que revisa al alza los objetivos del anterior. El calendario previsto en el PFER no se estaba cumpliendo, lo que hacía imposible alcanzar el objetivo final de cubrir el 12% de energía primaria con fuentes renovables en 2010. Por un lado, el consumo de energía primaria ha crecido muy por encima de lo previsto. Y, además, la UE ha establecido mediante directivas dos objetivos indicativos pero muy ambiciosos que hacen referencia a la generación de electricidad con fuentes renovables y al consumo de biocarburantes, ambos para 2010.

La primera es la Directiva 2001/77/CE, relativa a la promoción de electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables, que pretende que el 22% de la electricidad consumida en la UE en 2010 sea de origen renovable. El objetivo fijado para España es del 29,4%. En relación a los carburantes, la Directiva 2003/30/CE, sobre fomento del uso de biocarburantes, fija como valores de referencia para el establecimiento de objetivos indicativos nacionales una proporción mínima de biocarburantes y de otros combustibles renovables del 2% en 2005 y del 5,75% del consumo de gasolina y gasoil del trasporte en el año 2010.

En el contexto actual en el que las energías convencionales no internalizan todos sus costes ambientales, las renovables son, en comparación, más costosas y no pueden competir en igualdad de condiciones en el mercado. Por ello, además

de un desarrollo tecnológico que reduzca cada vez más la diferencia de costes, se requiere un marco público de apoyo que asegure la rentabilidad de las inversiones en este ámbito.

El marco de apoyo se sustenta, en general, en tres pilares básicos:

- a) derecho de conexión de las instalaciones a la red
- b) derecho de venta de toda la energía generada
- c) compensación económica a la energía producida.

La regulación de los dos primeros puntos es, en general, muy similar en los países desarrollados. Las diferencias se producen fundamentalmente en los modelos de compensación económica, que están teniendo resultados muy diferentes. Tanto es así que puede decirse que la elección del modelo de compensación adecuado es, quizás, el factor clave de éxito para el desarrollo de las renovables en un determinado entorno.

De entre los sistemas de apoyo, España ha optado por el apoyo al precio, que se ha revelado como el más eficaz de los que funcionan en Euro-

## Consumo de energías renovables en España (ktep)

| | 1990 | 2000 | 2002 | 2003 | 2004 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| MINIHIDRÁULICA (<10 MW) | 184 | 376 | 361 | 460 | 417 | 575 |
| HIDRÁULICA (>10 MW) | 2.019 | 2.159 | 1.627 | 3.073 | 2.297 | 2.536 |
| EÓLICA | 1 | 403 | 826 | 1.037 | 1.338 | 3.914 |
| BIOMASA* | 3.753 | 3.630 | 3.922 | 4.062 | 4.107 | 9.208 |
| BIOGÁS | – | 125 | 170 | 257 | 275 | 455 |
| BIOCARBURANTES | – | 51 | 121 | 184 | 228 | 2.2000 |
| R.S.U. | – | 261 | 352 | 352 | 395 | 395 |
| SOLAR TÉRMICA | 22 | 31 | 41 | 47 | 54 | 376 |
| SOLAR FOTOVOLTAICA | 0 | 2 | 3 | 3 | 5 | 52 |
| SOLAR TERMOELÉCTRICA | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 509 |
| GEOTERMIA | 3 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| TOTAL | 5.983 | 7.047 | 7.430 | 9.483 | 9.124 | 20.228 |

*En 1990,Biomasa incluye R.S.U.,biogás y biocarburantes.
Datos 2010: Objetivos del nuevo Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010.
Objetivos del plan del PER fijados bajo la hipótesis de año hidráulico y eólico medio.

*Fuente: IDAE*

*La gestión de los residuos radiactivos y la seguridad es la gran asignatura pendiente de la energía nuclear. A la derecha, reactor de la central nuclear de Trillo (Guadalajara) en el momento de la recarga de combustible.*

pa. Para demostrarlo basta decir que su aplicación en tres países, Alemania, España y Dinamarca, ha propiciado la instalación del 77% de la potencia eólica existente hoy en Europa.

Ese apoyo al precio, llamado comúnmente prima, se justifica por las ventajas ambientales de las renovables, antes comentadas, y se fija de forma que garantice una rentabilidad razonable de las inversiones. Determinados sectores de las energías convencionales acostumbran a decir que las renovables son caras y sólo pueden subsistir gracias a las subvenciones. Pero el Tribunal de Justicia europeo ya sentenció en 2001 que las primas no son ayudas de Estado, no son subvenciones. El mercado de la energía es un mercado imperfecto y mientras las fuentes convencionales –fósiles y nuclear– no internalicen todos sus costes ambientales será preciso reconocer de algún modo –en este caso en forma de prima– el plus que sí tienen las renovables.

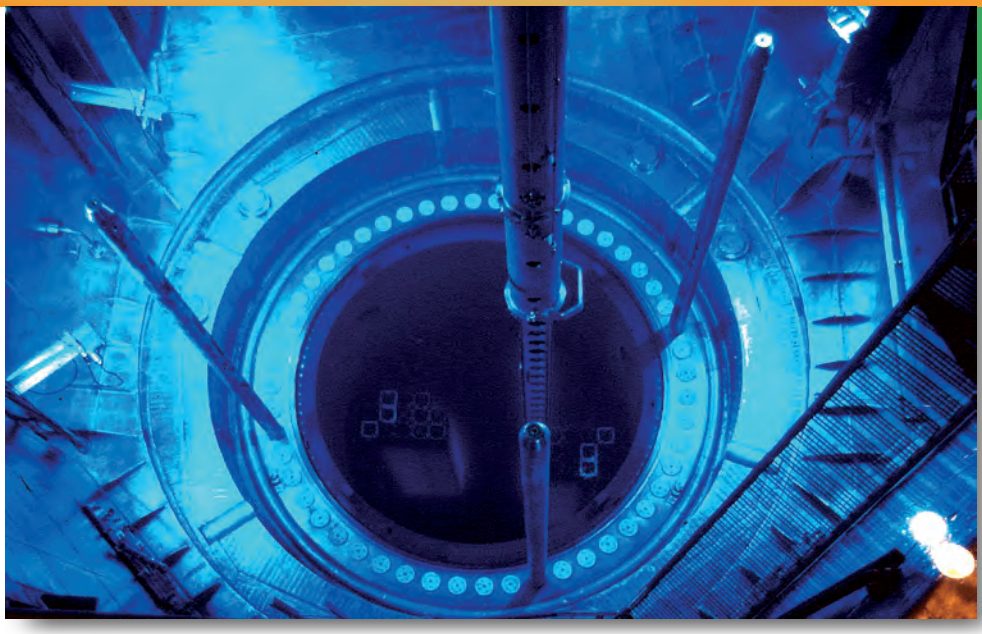
El marco jurídico y económico de la producción de energía eléctrica en el llamado Régimen Especial (que incluye renovables y cogeneración), definido en la Ley 54/97 del Sector Eléctrico y desarrollado en un real decreto, ha permitido a las empresas elegir entre dos opciones retributivas: tarifa regulada o mercado. En el caso de la tarifa regulada, las compañías distribuidoras eléctricas tienen que pagar a las centrales renovables por cada kilovatio producido. Ese precio regulado se fija como porcentaje de la tarifa media de referencia (que está comprendido en una banda de entre el 80-90%, excepto para la energía solar y la biomasa, que es muy superior). La segunda opción establece un incentivo para que las empresas de renovables acudan al mercado mayorista y programen la producción codo con codo con las centrales convencionales. En este caso la producción es retribuida en función del precio de

## Generación de energía eléctrica en España (GWh)

| | 1998 | | 2000 | | 2002 | | 2004 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CARBÓN | 63.480 | 32,4% | 80.533 | 35,8% | 82.471 | 33,6% | 80.321 | 29,0% |
| PETRÓLEO | 18.029 | 9,2 | 22.623 | 10,1% | 28.594 | 11,6% | 23.840 | 8,6% |
| GAS NATURAL | 14.960 | 7,6% | 21.045 | 9,4% | 32.124 | 13,1% | 55.460 | 20,0% |
| NUCLEAR | 59.003 | 30,1% | 62.206 | 27,7% | 63.016 | 25,6% | 63.606 | 23,0% |
| HIDRÁULICA >10 MW* | 32.080 | 16,4% | 27.356 | 12,2% | 22.183 | 9,0% | 29.590 | 10,7% |
| OTRAS RENOVABLES | 8.619 | 4,4% | 11.155 | 5,0% | 17.328 | 7,1% | 24.224 | 8,7% |
| TOTAL | 196.171 | 100% | 224.955 | 100% | 245.716 | 100% | 277.041 | 100% |

***Incluye producción con bombeo.**

*Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio / IDAE.*



## Renovables. Potencia (MW) y producción eléctrica (GWh/año) por áreas tecnológicas

| | 1990 | 2000 | 2002 | 2003 | 2004 | 2010 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **HIDRÁULICA (>10 MW)** | | | | | | |
| Potencia | 16.553 | 16.379 | 16.399 | 16.399 | 16.418 | 16.778 |
| Producción | 23.481 | 27.432 | 22.274 | 38.573 | 29.590 | 31.494 |
| **HIDRÁULICA (<10 MW)** | | | | | | |
| Potencia | 612 | 1.588 | 1.667 | 1.704 | 1.750 | 2.199 |
| Producción | 2.140 | 4.374 | 4.195 | 5.346 | 4.849 | 6.692 |
| **EÓLICA** | | | | | | |
| Potencia | 7 | 2.292 | 4.892 | 6.236 | 8.156 | 20.155 |
| Producción | 13 | 4.689 | 9.604 | 12.065 | 15.559 | 45.511 |
| **BIOMASA (*)** | | | | | | |
| Potencia | 106 | 150 | 288 | 331 | 344 | 2.039 |
| Producción | 616 | 841 | 1.852 | 2.116 | 2.214 | 14.015 |
| **BIOGÁS** | | | | | | |
| Potencia | — | 50 | 73 | 125 | 141 | 235 |
| Producción | — | 307 | 473 | 758 | 825 | 1.417 |
| **RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS** | | | | | | |
| Potencia | 27 | 107 | 163 | 163 | 189 | 189 |
| Producción | 139 | 725 | 1.062 | 1.062 | 1.223 | 1.223 |
| **SOLAR FOTOVOLTAICA** | | | | | | |
| Potencia | 3 | 12 | 20 | 27 | 37 | 400 |
| Producción | 6 | 18 | 31 | 40 | 55 | 609 |
| **SOLAR TERMOELÉCTRICA** | | | | | | |
| Potencia (MW) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 500 |
| Producción (GWh/año) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.298 |
| **TOTAL** | | | | | | |
| Potencia | 17.308 | 20.579 | 23.502 | 24.985 | 27.034 | 42.494 |
| Producción | 26.395 | 38.386 | 39.490 | 59.960 | 54.314 | 102.259 |

*** En 1990,Biomasa incluye biogás.**
**Los datos de potencia eólica incluyen la nueva potencia en proyectos mixtos eólico-fotovoltaicos.**
**Datos 2010: Objetivos Plan de Energías Renovables 2005-2010.**

*Fuente: IDAE*

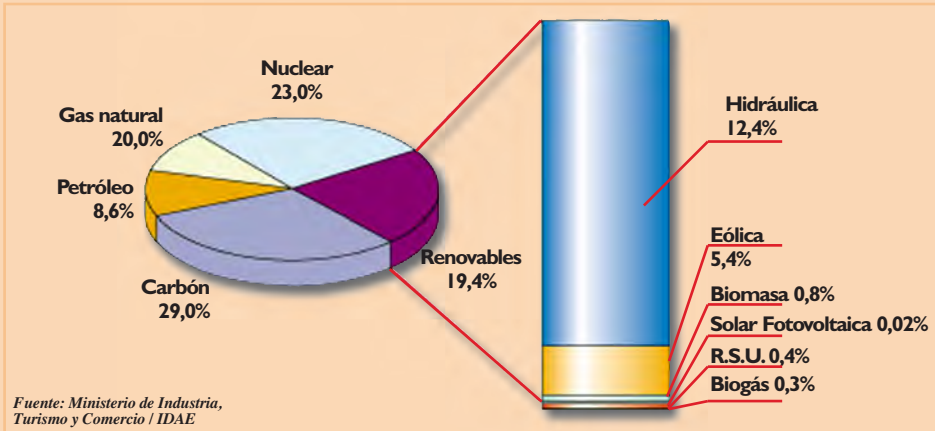
referencia más una prima y el citado incentivo, que se calculan también como porcentaje de la tarifa media de referencia.

Las dos opciones, tarifa regulada o mercado, relacionan su remuneración con la Tarifa Eléctrica Media de Referencia (TMR), que representa la facturación media de todo el sector eléctrico, y que la Administración ajusta periódicamente según la realidad económica del sector. Hasta ahora, tanto en el caso de la tarifa fija como en la de mercado, los porcentajes de la TMR se adjudican según tecnología. Las tarifas y primas que se pagan por la electricidad de origen renovable se revisan cada cuatro años, pero sólo se aplican a las nuevas instalaciones.

## Situación de las renovables en España y previsiones

Según datos del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), el consumo total de energías renovables superó en el año 2004 los 9,1 millones de toneladas equivalentes de petró-

## Estructura de generación eléctrica en España (2004)




*Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio / IDAE*

*El objetivo del Plan de Fomento de las Energías Renovables es cubrir el 12% de la demanda energética con fuentes renovables.*

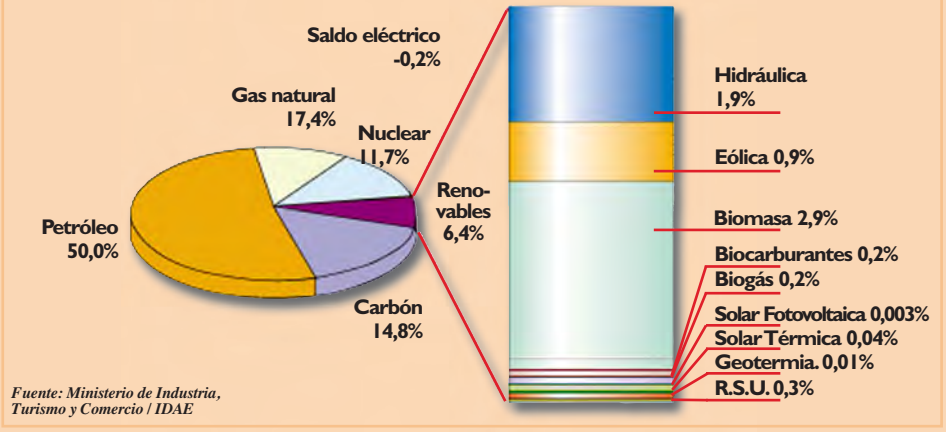
leo (tep), por lo que la participación de estas fuentes en el balance energético global pasa del 5,6% en 2000 hasta el 6,4% en 2004. Un incremento insuficiente y que, en todo caso, está determinado siempre por la producción de origen hidroeléctrico que, al incluir toda la hidráulica, sigue marcando las diferencias. Por eso no es de extrañar que en años con fuerte sequía como 2005 se note un descenso en la participación de las renovables.

Las energías renovables no hidráulicas cubrieron en el año 2004 un 4,5% del total de la demanda, lo que demuestra que su crecimiento, año tras años, es pequeño. Y es que, con el ritmo actual de implantación de energías limpias, España nunca alcanzará el objetivo de cubrir el 12% de la demanda energética nacional con fuentes renovables –planteado en la directiva comunitaria de energías renovables y en el Plan de Energías Renovables– ya que esa demanda crece año tras año, de forma que los incrementos porcentuales de las renovables apenas se notan.

Para intentar, en la medida de lo posible, moderar el crecimiento de la demanda, el Gobierno aprobó en julio de 2005 el Plan de Acción 2005-2007 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012, también conocida como E4. Se estima que el Plan de Acción 2005-2007 generará un ahorro de energía primaria acumulado de 12.006 ktep, el equivalente al 8,5% del total del consumo de energía primaria en el año 2004 y al 20% de las importaciones de petróleo en ese mismo año (88 millones de barriles de petróleo sobre un total de 435 millones). La idea es lograr una reducción de la intensidad energética primaria (energía necesaria por unidad de PIB) en 2012 con respecto a 2004 del 7,2%.

En cuanto a la electricidad de origen renovable, representó en el año 2004 un 19,4% del total de la generación eléctrica bruta de nuestro país. De este porcentaje, casi dos terceras partes corresponden a la producción hidroeléctrica en plantas de potencia superior a 10 MW.

## Consumo de energía primaria por fuentes en España (2004)




*Fuente: Ministerio de Industria, Turismo y Comercio / IDAE*

*Conocer los costes ambientales de la producción, el transporte y el consumo de energía es fundamental para entender luego que debemos ahorrarla.*

© Naturpool

Cabe recordar que el objetivo indicativo fijado para España por la Directiva 2001/77/CE para la promoción de la electricidad con fuentes renovables es de un 29,4% sobre el total del consumo de electricidad nacional. Actualmente, la potencia de generación eléctrica de origen renovable, incluyendo la gran hidráulica, supera los 27 GW.

Por tecnologías, la eólica es la cara de las renovables y la biomasa la cruz. En 2005, se pusieron en funcionamiento en nuestro país 1.524 MW nuevos de potencia eólica, hasta sumar un total de 10.027 MW. Esa cifra supone el 17% de la potencia eólica instalada en el mundo y sitúa a España en segundo lugar, detrás de Alemania. La evolución de la eólica marcha a buen ritmo, pero no hay que olvidar que sólo se ha instalado la mitad de lo previsto en el Plan de Energías Renovables para 2010: 20.155 MW. La producción eólica aumentó un 27,3% en 2005 respecto al año 2004, cuando su aportación supuso un 5,4% de la generación eléctrica bruta total.

El sector de la biomasa ha permanecido estancado hasta ahora. La producción eléctrica en plantas de biomasa ascendió en el año 2004 a 2.214 GWh, muy lejos todavía del objetivo del PER para el año 2010 (14.015 GWh). El apoyo a la biomasa a través del sistema de primas es imprescindible aunque no suficiente. La viabilidad económica del sector pasa, necesariamente, por la definición de un sistema que garantice al inversor el suministro a largo plazo de la materia prima en unas condiciones de cantidad, calidad, tiempo y precio determinadas. De lo contrario no habrá inversores, ni aun con un aumento importante del nivel de las primas. El desarrollo de la biomasa requiere la coordinación y el apoyo de los sectores ambiental y agropecuario, además del sector energético e industrial. Sin ese apoyo coordinado será imposible que este lento despegue que parece vivir esta tecnología pueda cuajar definitivamente.

## Términos y unidades

**Energía:**

- **julio (J): unidad de energía en el Sistema Internacional de Unidades (SI). Es la energía producida por la fuerza de un newton (unidad de fuerza) al desplazar su punto de aplicación un metro en su misma dirección y sentido.**
- **caloría (cal): la cantidad de energía que hay que suministrar a un gramo de agua pura para que su temperatura pase de 14,5°C a 15,5°C, a la presión constante de una atmósfera. 1 cal = 4,18398 J**

**Potencia:**

- **vatio (W): unidad de potencia en el SI. Es la potencia de una máquina que realiza el trabajo de 1 julio en el tiempo de 1 segundo. Con frecuencia se utilizan múltiplos de esta unidad.**
- **vatio pico (Wp): potencia suministrada por un sistema de energía solar con radiación solar máxima.**
- **kilovatio (kW): 1.000 vatios.**
- **megavatio (MW): un millón de vatios**
- **gigavatio (GW): mil millones de vatios**
- **teravatio (TW): un billón de vatios**
- **Caballo de vapor (CV): también es una unidad de potencia y equivale a 735,5 W.**

**Producción:**

- **kilovatio hora (kWh): el trabajo realizado durante una hora por una máquina de una potencia de 1 kilovatio. Por ejemplo, un aerogenerador que tenga una potencia nominal de 750 kW producirá 750 kWh de energía por hora de funcionamiento. Un kWh equivale a 3.600.000 Julios.**
- **megavatio hora (MWh): mil kilovatios hora.**

**Poder calorífico:**

- **kcal/kg: sirve para evaluar la calidad energética de las distintas fuentes de energía, y nos indica el número de calorías que obtendríamos en la combustión de 1 kg de ese combustible.**
- **tec: tonelada equivalente de carbón. Energía liberada por la combustión de 1 tm de carbón (hulla).**
- **tep: tonelada equivalente de petróleo. Energía liberada cuando se quema 1 tonelada de crudo de petróleo. 1 tep= 7,4 barriles de crudo en energía primaria. 1 barril de petróleo=158,9 litros. 1 tep= 1,428 tec. La Agencia Internacional de la Energía expresa sus balances energéticos en tep. La conversión de electricidad a tep es: 1 MWh = 0,086 tep**

## Más información

- **IDAE:** www.idae.es
- **APPA:** www.appa.es
- **CIEMAT:** www.ciemat.es
- **Comisión Nacional de Energía:** www.cne.es
- **Dirección General de Energía y Transportes de la Comisión Europea:** http://europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport/index_es.html
- **Agores:** www.agores.org
- **Agencia Internacional de la Energía:** www.iea.org
- **EUFORES:** www.eufores.org
- **Energy Efficiency and Renewable Energy Network (EREN).** www.eren.doe.gov
- **Consejo Mundial de la Energía:** www.worldenergy.org
- **Clean Energy:** www.cleanenergy.de
- **Convención sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas:** www.unfccc.de
- **Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático:** www.ipcc.ch
- **World Watch Institute:** www.worldwatch.org
- **Revista Energías Renovables:** www.energias-renovables.com

## Créditos

**"Energías Renovables para todos"**
*es una colección elaborada por*
**Haya Comunicación**, *editora de la revista*
**"Energías Renovables"**
*(www.energias-renovables.com),*
*con el patrocinio de* **Iberdrola**.

- *Dirección de la colección:* Luis Merino / Pepa Mosquera
- *Asesoramiento:* Iberdrola. Gonzalo Sáenz de Miera
- *Diseño y maquetación:* Fernando de Miguel
- *Redacción de este cuaderno:* Luis Merino

- *Impresión:* Sacal

## Energías renovables para todos

Las energías renovables son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana. En el origen de todas ellas está el sol, porque su calor provoca en la Tierra las diferencias de presión que dan origen a los vientos, fuente de la energía eólica. El sol ordena el ciclo del agua, recurso que utiliza la energía hidráulica. Las plantas se sirven del sol para realizar la fotosíntesis, vivir y crecer. Toda esa materia vegetal es la biomasa. Por último, el sol se aprovecha directamente en las energías solares, tanto la térmica como la fotovoltaica. Las renovables son la clave de un modelo energético sostenible que puede cubrir nuestras necesidades sin poner en peligro el medio ambiente.

Energy Management Agency

Intelligent Energy Europe

Diseño: F. de Miguel / Trazas S.L.