

Ventajas de la energía eólica

La energía eólica **no contamina, es inagotable** y frena el agotamiento de combustibles fósiles contribuyendo a **evitar el cambio climático**. Es una tecnología de aprovechamiento totalmente madura y puesta a punto.

Es una de las fuentes más baratas, puede competir e rentabilidad con otras fuentes energéticas tradicionales como las centrales térmicas de carbón (considerado tradicionalmente como el combustible más barato), las centrales de combustible e incluso con la energía nuclear, si se consideran los costes de reparar los daños medioambientales.

El generar energía eléctrica sin que exista un proceso de combustión o una etapa de transformación térmica supone, desde el punto de vista medioambiental, un procedimiento muy favorable por ser limpio, exento de problemas de contaminación, etc. Se suprimen radicalmente los impactos originados por los combustibles durante su extracción, transformación, transporte y combustión, lo que **beneficia** la atmósfera, el suelo, el agua, la fauna, la vegetación, etc.

La utilización de la energía eólica para la generación de electricidad presenta **nula incidencia sobre las características fisicoquímicas del suelo** o su erosionabilidad, ya que no se produce ningún contaminante que incida sobre este medio, ni tampoco vertidos o grandes movimientos de tierras.

Al contrario de lo que puede ocurrir con las energías convencionales, la energía eólica **no produce** ningún tipo de alteración sobre los acuíferos ni por consumo, ni por contaminación por residuos o vertidos. La generación de electricidad a partir del viento **no produce gases tóxicos, ni contribuye al efecto invernadero, ni a la lluvia ácida**. No origina productos secundarios peligrosos ni residuos contaminantes. Cada kW/h de electricidad generada por energía eólica en lugar de carbón, evita:

0,60 Kg. de CO₂, dióxido de carbono

1,33 gr. de SO₂, dióxido de azufre

1,67 gr. de NO_x, óxido de nitrógeno

La electricidad producida por un aerogenerador **evita que se quemen diariamente miles de kilogramos de lignito** negro en una central térmica. Ese mismo generador produce idéntica cantidad de energía que la obtenida por quemar diariamente 1.000 Kg. de petróleo. Al no quemarse esos Kg. de carbón, se evita la emisión de 4.109 Kg. de CO₂, lográndose un efecto similar al producido por 200 árboles. Se impide la emisión de 66 Kg. de dióxido de azufre –SO₂– y de 10 Kg. de óxido de nitrógeno –NO_x– principales causantes de la lluvia ácida.

La energía eólica es **independiente de cualquier política** o relación comercial, se obtiene en forma mecánica y por tanto es directamente utilizable. En cuanto a su transformación en electricidad, esta se realiza con un rendimiento excelente y no a través de aparatos termodinámicos con un rendimiento de Carnot siempre pequeño.

En el año 2000 las compañías explotadoras pagan una media de alquiler de **400.000 pts (2.400 €)** por molino y año. Además de los impuestos municipales, licencias de obra, etc.

Al finalizar la vida útil de la instalación, el desmantelamiento no deja huellas.

Un Parque de 10 MW:

Evita	28.480 Tn. Al año de CO ₂
Sustituye	2.447 Tep. toneladas equivalentes de petróleo
Aporta	Trabajo a 130 personas al año durante el diseño y la construcción
Proporciona	Industria y desarrollo de tecnología
Genera	Energía eléctrica para 11.000 familias

Desventajas de la energía eólica

- El aire al ser un fluido de pequeño peso específico, implica fabricar **máquinas grandes** y en consecuencia caras. Su altura puede igualar a la de un edificio de diez o más plantas, en tanto que la envergadura total de sus aspas alcanza la veintena de metros, lo cual encarece su producción.
- Desde el punto de vista estético, la energía eólica produce un **impacto visual** inevitable, ya que por sus características precisa unos emplazamientos que normalmente resultan ser los que más evidencian la presencia de las máquinas (cerros, colinas, litoral). En este sentido, la implantación de la energía eólica a gran escala, puede producir una alteración clara sobre el paisaje, que deberá ser evaluada en función de la situación previa existente en cada localización.
- Un impacto negativo es el **ruído** producido por el giro del rotor, pero su efecto no es mas acusado que el generado por una instalación de tipo industrial de similar entidad, y siempre que estemos muy próximos a los molinos.
 - También ha de tenerse especial cuidado a la hora de seleccionar un parque si en las inmediaciones habitan **aves**, por el riesgo mortandad al impactar con las palas, aunque existen soluciones al respecto como pintar en colores llamativos las palas, situar los molinos adecuadamente dejando pasillos a las aves, e, incluso en casos extremos hacer un seguimiento de las aves por radar llegando a parar las turbinas para evitar las colisiones.

El viento

El viento es ante todo aire en movimiento. La radiación solar absorbida irregularmente por la atmósfera, da lugar a masas de aire con diferentes temperaturas y, por tanto, diferentes densidades y presiones. El aire al desplazarse desde las altas hacia las bajas presiones, da lugar al viento. la energía del viento que es posible captar con una máquina eólica, es directamente proporcional a la densidad del aire, a la superficie de captación y al cubo de la velocidad del viento. Existen perturbaciones como resultado de otras fuerzas y además, a escala local, la orografía ejerce un efecto muy importante sobre las características del suelo.

El viento está siempre presente en la superficie de la tierra. Tan pronto sopla con la fuerza de una tormenta como con la suavidad de una brisa. Es caprichoso porque nunca se sabe con antelación cómo va a soplar. Se estima que la energía contenida en los vientos es aproximadamente el 2% del total de la energía solar que alcanza la tierra, lo que supone casi dos billones de Toneladas equivalentes de petróleo (Tep.) al año (200 veces mayor de la que consumen todos los países del planeta), aunque en la práctica solamente podría ser utilizada una parte muy pequeña de esa cifra, por su aleatoriedad y dispersión (orden del 5%) y su aprovechamiento limitado por razones técnicas (actualmente un rango entre 5 y 25 metros por segundo). La cantidad de energía que ello representa hace de la energía eólica una de las fuentes de energía renovables con mayor potencial.

La mayor energía se encuentra en forma de corrientes a altitudes de unos 12 km. de altura sobre el nivel del mar, estas corrientes se mueven a mas de 400 km/h. Su fuerza destructora (que es proporcional al cuadrado de la velocidad) sería unas 8 veces mayor que los peores tornados.

Para conocer cuál es la distribución de las velocidades del viento en un lugar determinado durante el año, se efectúan medidas sistemáticas con veletas y anemómetros. Actualmente se dispone de mapas con las regiones más favorecidas para la instalación de máquinas eólicas para el aprovechamiento rentable de la energía del viento. Existe una medida con la que comparar fácilmente la velocidad del viento llamada **Escala Beaufort**.

La velocidad del viento aumenta con la altura; por tanto la hélice del aparato tendrá que colocarse cuanto mas alto mejor (algunas decenas de metros por encima del suelo). También se procura colocar el aparato lejos de las turbulencias provocadas por obstáculos (árboles, edificios, etc). Los emplazamientos más favorables son los cerros o las colinas que dominan un terreno despejado, las llanuras despejadas, las brechas en las montañas y las costas. En **España** las zonas más idóneas son: Las **Islas Canarias**, el norte de **Galicia**, y las zonas del **Estrecho de Gibraltar** y del **Valle del Ebro**.

El mayor record registrado de viento es de 372 km/h, aconteció en el Monte Washington, New Hampshire, **EEUU**, en abril de 1934.

Que Ehécath el dios azteca del viento, y Eolo para los griegos, nos traiga vientos fuertes y regulares.

Producción

Actualmente la energía eólica se aprovecha de dos formas bien diferenciadas:

Por una parte se utilizan para sacar agua de los pozos un tipo de eólicas llamados **aerobombas**, actualmente hay un modelo de máquinas muy generalizado, los molinos multipala del tipo americano. Directamente a través de la energía mecánica o por medio de bombas estos molinos extraen el agua de los pozos sin mas ayuda que la del viento. Por otra, están ese tipo de eólicas que llevan unidas un generador eléctrico y producen corriente cuando sopla el viento, reciben entonces el nombre de **aerogeneradores**.

Clasificación:

Los aerogeneradores pueden producir energía eléctrica de dos formas: en conexión directa a la red de distribución convencional o de forma aislada:

, producción de hidrógeno, etc.

La **conexión directa a la red** viene representada por la utilización de aerogeneradores de potencias grandes (mas de 10 ó 100 kW). Aunque en determinados casos y gracias al apoyo de los estados a las energías renovables, es factible la conexión de modelos mas pequeños, siempre teniendo en cuenta los costes de enganche a la red (equipos y permisos). La mayor rentabilidad se obtiene a través de agrupaciones de máquinas potencia conectadas entre si y que vierten su energía conjuntamente a la red eléctrica. Dichos sistemas se denominan **parques eólicos**.

Por sus condiciones de producción caprichosa está limitada en porcentaje al total de energía eléctrica (en la conexión directa a la red). Se considera que el grado de penetración de la energía eólica en grandes redes de distribución eléctrica, puede alcanzar sin problemas del 15 al 20% del total sin especiales precauciones en la calidad del suministro, ni en la estabilidad de la red. En la isla de **Fuerteventura** en las **Islas Canarias**, los 20 MW del **PE Cañada del Río** cubren el 25% de las necesidades eléctricas de la isla. En el sur de **Argentina** donde no cuentan con vientos muy regulares y no están muy desarrolladas las líneas eléctricas se llega al 50% de penetración.

Palas

Los materiales que tradicionalmente se han utilizado en la fabricación de las palas de los aerogeneradores se

han visto desplazados por la utilización de plásticos y resinas, La fibra de vidrio se aplica al 99% de los grandes aerogeneradores. Existe una tendencia clara hacia el uso de epoxy (generalmente resina de poliéster) reforzado de fibra de vidrio o carbono.

En cuanto a las turbinas pequeñas, igualmente el 99 % usan materiales plásticos, solo algún fabricante usa madera, la mayoría son de materiales plásticos inyectados. Antes de aplicarse estos materiales las palas eran de madera, acero y aluminio. Y ahora en algún caso aislado de mas de 1 MW se usa madera interiormente para dar cuerpo y mas rigidez.

La potencia generada por el aerogenerador se controla esencialmente por dos métodos: control por pérdida aerodinámica y control por cambio de paso. La tendencia a fabricar aerogeneradores de paso fijo controlados por pérdida aerodinámica generalizada en tamaños de 20–25 metros de diámetro va desapareciendo a medida que aumenta el tamaño. La tendencia se invierte y en aerogeneradores de gran potencia se adopta el cambio de paso.

La energía eólica en Europa

* Datos de potencia y producción en parquesmundo

Europa juega un papel de liderazgo con el 90% de los fabricantes mundiales (de los 25 fabricantes europeos, cuatro son españoles). Se trata de una industria con un fuerte impacto en el empleo, se estiman cinco hombres – año por cada MW instalado. En 1994, más de 6.000 europeos trabajaban en la industria eólica. Diversos países europeos están poniendo en práctica en la actualidad, programas de investigación y desarrollo en el campo de la energía eólica.

Suecia: Consagra un presupuesto de 60–70 millones de \$ para el período 1975–85. Se han encargado dos prototipos de 2 y 3 MW. Suecia ha decidido el desmantelamiento gradual de sus centros de producción nucleares, por lo que deben encontrar otros medios de generación que produzcan una cantidad equivalente de electricidad. El estado sueco proporciona una subvención del 15% para plantas eólicas, aportando también una ayuda por cada kW/h producido mediante el uso de fuentes como la energía eólica.

Alemania: Hay 30 proyectos subvencionados con un total de 150 millones de marcos. El programa de producción de electricidad (GROWIAN) comprende molinos de viento de 3 y 5 MW. Se pueden encontrar parques a 6Km del centro de Hamburgo. Las autopistas que unen Berlín con Hamburgo y Berlín con Rodstock, están llenas de molinos. A la entrada de Munich hay un aerogenerador al que se le ha añadido publicidad del ayuntamiento de Munich.

Reino Unido: Se han interesado sobre todo en los problemas de los emplazamientos, especialmente en el off-shore (en el mar) y en el agrupamiento de numerosos aparatos. También trabaja con la CEE en proyectos como el "AWEC-60"

Dinamarca: Hay una docena de sociedades que fabrican molinos de viento. Es el primer país exportador de aerogeneradores mas de la mitad de los instalados en el mundo (20.000) y el 75% de los europeos. En colaboración con **España y Gran Bretaña**, trabajan en el proyecto de la CEE "AWEC-60".

En Dinamarca, la energía eólica es la octava actividad industrial del país. A 1993 tenía conectados a la red 3.000 aerogeneradores, con un total de 360 MW de potencia, mas del 70 % de Europa. Con una producción de 600 MWh/año, suficiente como para cubrir las necesidades de 130.000 familias, el 2% del consumo eléctrico del país.

Portugal: Con la finalidad de reducir la dependencia en las clásicas fuentes de combustibles fósiles, se desarrollan en Portugal programas dirigidos al uso de nuevas formas de energía alternativa, así como su

incorporación a las redes de producción y distribución de energía. Sin embargo, aún debe resolverse una serie de problemas técnicos. Tal es el caso de la interconexión de los sistemas eólicos para generar electricidad a la red eléctrica nacional.

PO-MISTRAL es un proyecto portugués que se ha puesto en marcha para desarrollar y validar modelos de parques eólicos, con los que se espera predecir el impacto de la producción de dichos parques en las redes existentes de energía eléctrica. 1-1994

La energía eólica en España

En **1979** el Ministerio de Industria y Energía Español, a través del Centro de Estudios de la Energía, puso en marcha un programa de investigación y desarrollo para el aprovechamiento de la energía eólica y su conversión en electricidad. El primer paso fue el diseño y fabricación de una máquina experimental, de 100 kW a una velocidad de viento de 12 m/s. Su objetivo era facilitar el proyecto de grandes aerogeneradores con potencias del orden del MW. La máquina, estaba formada por una aeroturbina de eje horizontal con tres palas de fibra de vidrio y poliéster de 20 metros de diámetro. Para su emplazamiento se hizo un estudio previo de las curvas de potencial eólico en España, realizado en el Instituto de Técnica Aeroespacial (INTA), escogiéndose la región de **Tarifa** por ser la que presenta un mayor número de horas de viento al año con un régimen de gran uniformidad y una intensidad (densidad de potencia) de mas de 500 W/m² de media anual.

El estudio de la potencia eólica Española se realizó por el Centro de Estudios de la Energía en colaboración con el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial "Esteban Terradas" para ello se inició un análisis de datos que permitió trazar un mapa del potencial existente. Como consecuencia de estos trabajos previos, se decidió construir la planta experimental en **Punta de Tarifa (Cádiz)**, pasándose en **1983** a la segunda fase del proyecto, consistente en las pruebas de la máquina.

Galicia, Andalucía, Canarias, Navarra y Aragón tendrán los parques mas ambiciosos, otras como **Castilla** y el **País Vasco** cuentan con instalaciones gracias a las subvenciones estatales por su pobre rentabilidad. En **1992** se ponen en funcionamiento 14 proyectos con una inversión de 6.700 millones de pts (40 mill. de €) y unas ayudas públicas de 1.700 millones de pts (10 mill. de €).

La Comisión Europea concedió una subvención de 19.000 millones de pts (114 mill. de €) para fomentar las energías renovables en **1996**, a través de inversiones directas del IDAE. En abril de ese año había instalados en España 36 parques, con una potencia de 115 MW.

En **1998**, el sector eólico español dio trabajo directo e indirecto a más de 4.000 personas, en los sectores de promoción, implantación, fabricación, operación y mantenimiento de parques eólicos.

El gobierno español espera que en el 2006 el 8% de la energía consumida en España sea renovable, y que en el 2010 llegue al 15%.

La evolución e investigación en los aerogeneradores y la creación de máquinas mas grandes y potentes, ha permitido incrementar el rendimiento y reducir el coste del kW producido con esta energía:

Año	Precio kW	Potencia Parque	Potencia Máquinas
84	300.000 pts	0.3 MW	25 kW
92	210.000 pts	5 MW	200 kW
96	140.000 pts	10 MW	500 kW
98	120.000 pts	30 MW	650 kW

En España el peso de las investigaciones las lleva el Ciemat, a través de varios proyectos con el apoyo

institucional y económico del IDAE (Instituto para la diversificación y el ahorro de la energía). Proyecto I+D del Ciemat de Tecnología de Aerogeneradores.

El precio de venta de las energías renovables está fijado por la ley, en el año 2000 el kilovatio hora de energía eólica se pagaba a 75 pts. Este precio, en comparación con las energías no renovables, es mayor que el de venta al público (unas 15 pts/kW) gracias a las subvenciones.

La energía eólica en Galicia

Galicia es la comunidad autónoma de mayor potencial eólico, junto con **Canarias, Navarra y Tarifa**.

Durante los comienzos del desarrollo de la energía eólica en España, se han realizado instalaciones en Galicia ya que existen áreas de gran potencial eólico, sobre todo entre los cabos de **Estaca de Bares** y **Finisterre**. A finales de 1993, las instalaciones eran de baja potencia y pequeñas. Aunque se conservan todavía molinos de viento multipala para la extracción y elevación de agua, e incluso se cuenta con la implantación reciente de otros del mismo tipo, el aprovechamiento de la energía eólica para producir electricidad comienza en Galicia a principios de los años 80, con la instalación de una serie de aerogeneradores de pequeña potencia en las provincias de **La Coruña** y **Lugo**.

El **PE Estaca de Bares** fue el pionero operando desde **1987**, está formado por 12 aerogeneradores de fabricación española. Tripalas de 10 m de diámetro de 30 kW de potencia cada uno, con una potencia total de 360 kW y una producción anual próxima al millón de kW/h.

En el campo de la alta potencia, se ha puesto en marcha el proyecto AWEC-60 de **1.200 kW**, consistente en la instalación en **Cabo Vilano (Camariñas, A Coruña)** de un aerogenerador de 1.200 kW de potencia, con una altura de 45 m y un diámetro de aeroturbina de 60 m. La producción anual se estima de orden de los 3,5 millones de kW/h. Este proyecto está subvencionado por la CEE a través de sus programas de investigación y desarrollo, en los que se contempla también la instalación de sendos aerogeneradores de este rango en **Dinamarca** y **Gran Bretaña**.

En **1990** se instalaron diversas estaciones de medida para conocer el potencial en Galicia y definir el mapa eólico de la comunidad, que se cifraría en unos 5.500 MW

En **1994** la comunidad recibe mas de 30 solicitudes para la implantación de parques eólicos y como consecuencia de ello a mediados de **1995** aprueba (por primera vez en España) el decreto que regula el aprovechamiento de la energía eólica en la comunidad. Este plan establece la figura del **Plan Eólico Estratégico**, que planificará la implantación de los parques y las instalaciones de las industrias relacionadas con la instalación de estos. Especifica los criterios por los que se regirán las autorizaciones, las condiciones técnicas, socioeconómicas y medioambientales. Los promotores deberán presentar unos planes precisando los plazos, las investigaciones, etc, etc. La Xunta exigirá estudios de impacto ambiental. El plan eólico prevé inversiones por mas de 200.000 millones de pts (1.200 mill. de €) hasta el año 2005.

Galicia recibirá una inversión superior a los 380.000 millones de pts (2.285 mill de €). En principio aprueba 10 planes entre las que se encuentran los cuatro fabricantes nacionales: Made, Ecotènia, Desa y Gamesa, dos empresas eléctricas: Unión Fenosa e Iberdrola, dos promotores mundiales Seawest y Kenetech, una empresa danesa Nordtank y un promotor gallego Hidroener. Mas tarde se cambió Kenetech (por una grave crisis financiera) por Micon, otro de los tecnólogos punteros.

En mayo de **1996** la Xunta releva al encargado de diseñar su plan energético (Manuel Lara), máximo responsable de Gestenga (Gestión energética de Galicia), compañía que se encarga del diseño de las políticas energéticas de la administración gallega. por el desacuerdo con Industria por los proyectos eólicos. Manuel Lara dudaba de la magnitud de los proyectos en Galicia y era uno de los mas insistentes en la reinversión de

los beneficios de los parques eólicos en la comunidad gallega. Al menos parte de razón tenía pues la red eléctrica gallega no podía evacuar (en aquel momento) mas de 900 MW y ya se habían aprobado unos 3.000.

A finales de **1997** se instalaron mas de 85 torres de investigación. Ese mismo año se ajustan a la realidad los ambiciosos planes de la Xunta gallega y se anuncia la creación de 2.000 empleos en el sector eólico, cuando dos años atrás se preveían 5.000.

En mayo de **1999** están en funcionamiento 15 parques con una potencia de 257 MW, otros 9 están en construcción (182 MW) y 32 están en tramitación (673 MW). El objetivo es llegar al 2005 con 3.000 MW instalados. En ese momento es la comunidad con mayor potencia instalada y con mayor potencial a medio plazo.

En mayo del **2.000**, la Consellería de Industria prevé instalar 3.150 MW hasta el 2010, con una inversión de 450.000 millones de pts (2.700 mill de €). La energía eólica ha creado 2.000 empleos directos en la comunidad. Esta Consellería trabaja en la reordenación del sector con el fin de adecuar la planificación a los nuevos planes aprobados, y su aplicación en actuaciones industriales. También espera actualizar el decreto regulador de esta energía pionero en España.

La

Energía

Eólica

Indice:

- Ventajas de la energia eolica Pág.2
- Desventajas de la energia eolica Pág.4
- El viento Pág.5
- Producción : Clasificación Pág.7
- Palas Pág.8
- La energia eolica en Europa Pág.9
- La energia eolica en España Pág.11
- La energia eolica en Galicia Pág.13