

Molinos sin palas

<https://www.youtube.com/watch?v=D5rwMxZ6SrM&feature=share&app=desktop>

otros diseños

<https://www.youtube.com/watch?v=60JAjgG2lgl>

como guardarla

<https://www.youtube.com/watch?v=sQNwqgjp4bg>

<https://www.youtube.com/watch?v=HcZVfic-Htg>

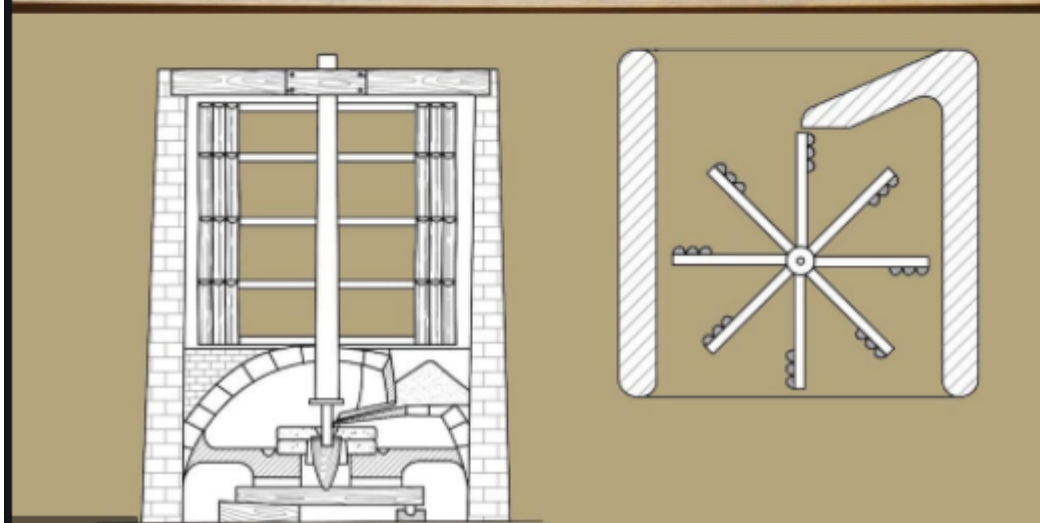
teoría

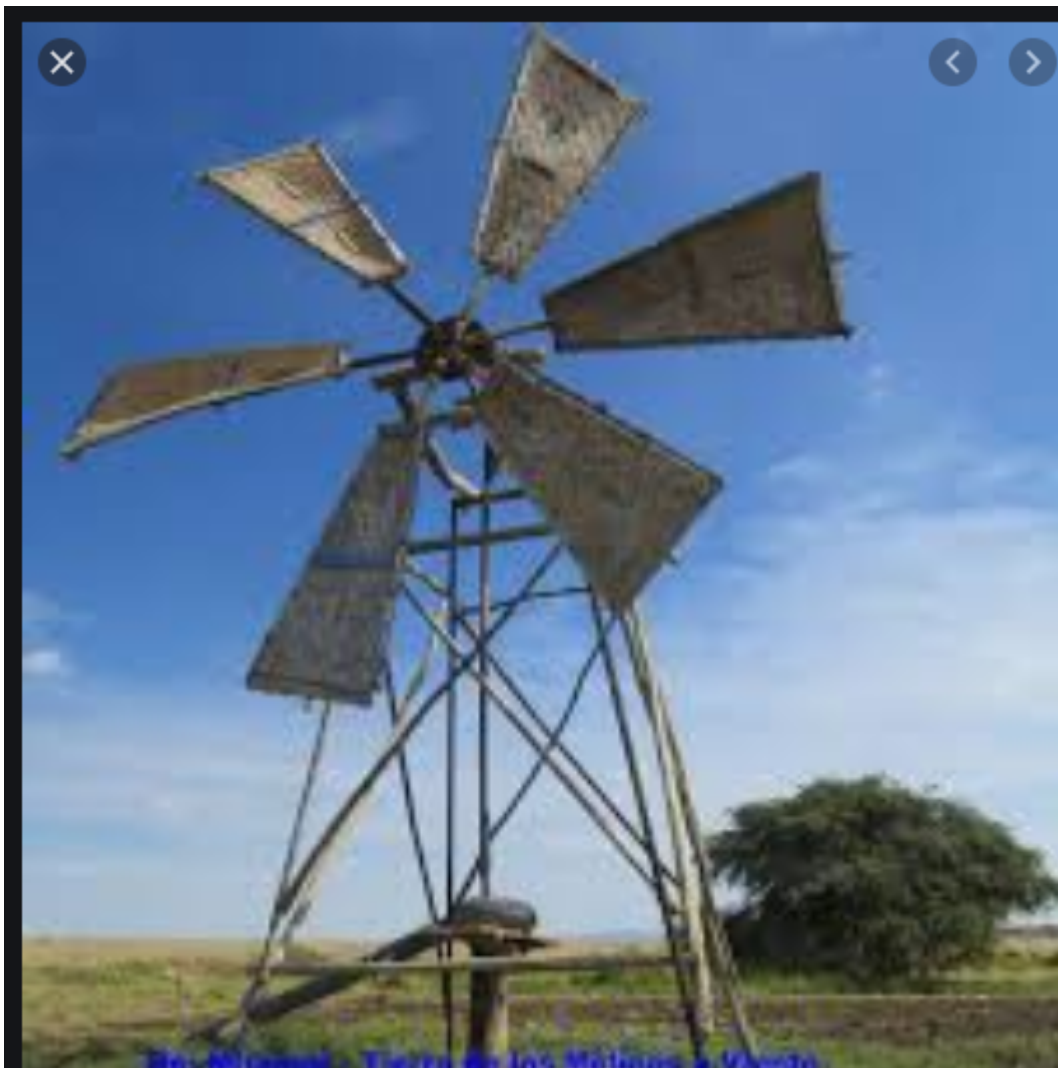
https://www.agenergia.org/wp-content/uploads/2018/05/1234274279_Manual_Energ_a_E_licalDA_E.pdf

ver en clase

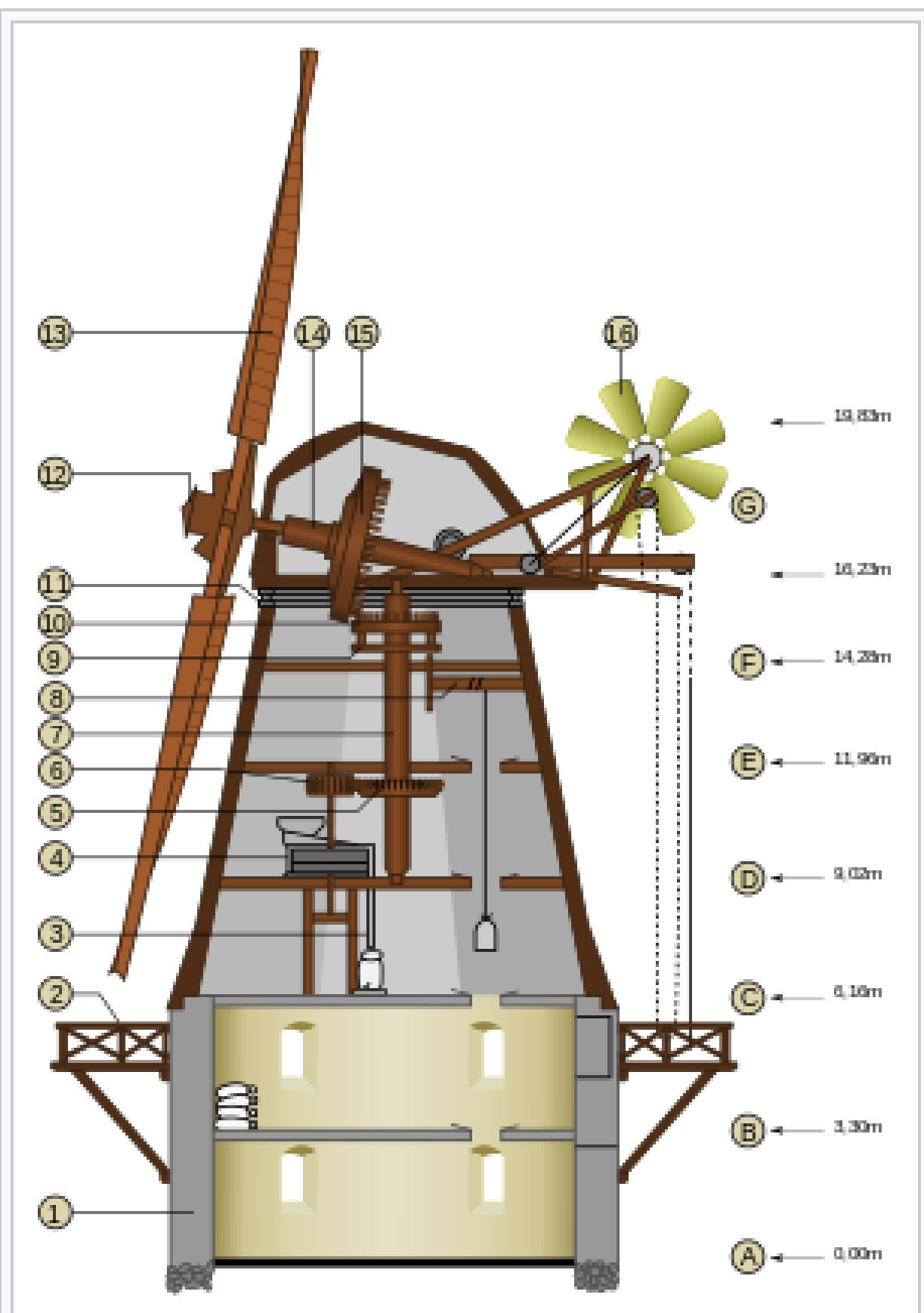
<https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/16217/02.-Memoria.pdf?sequence=50>



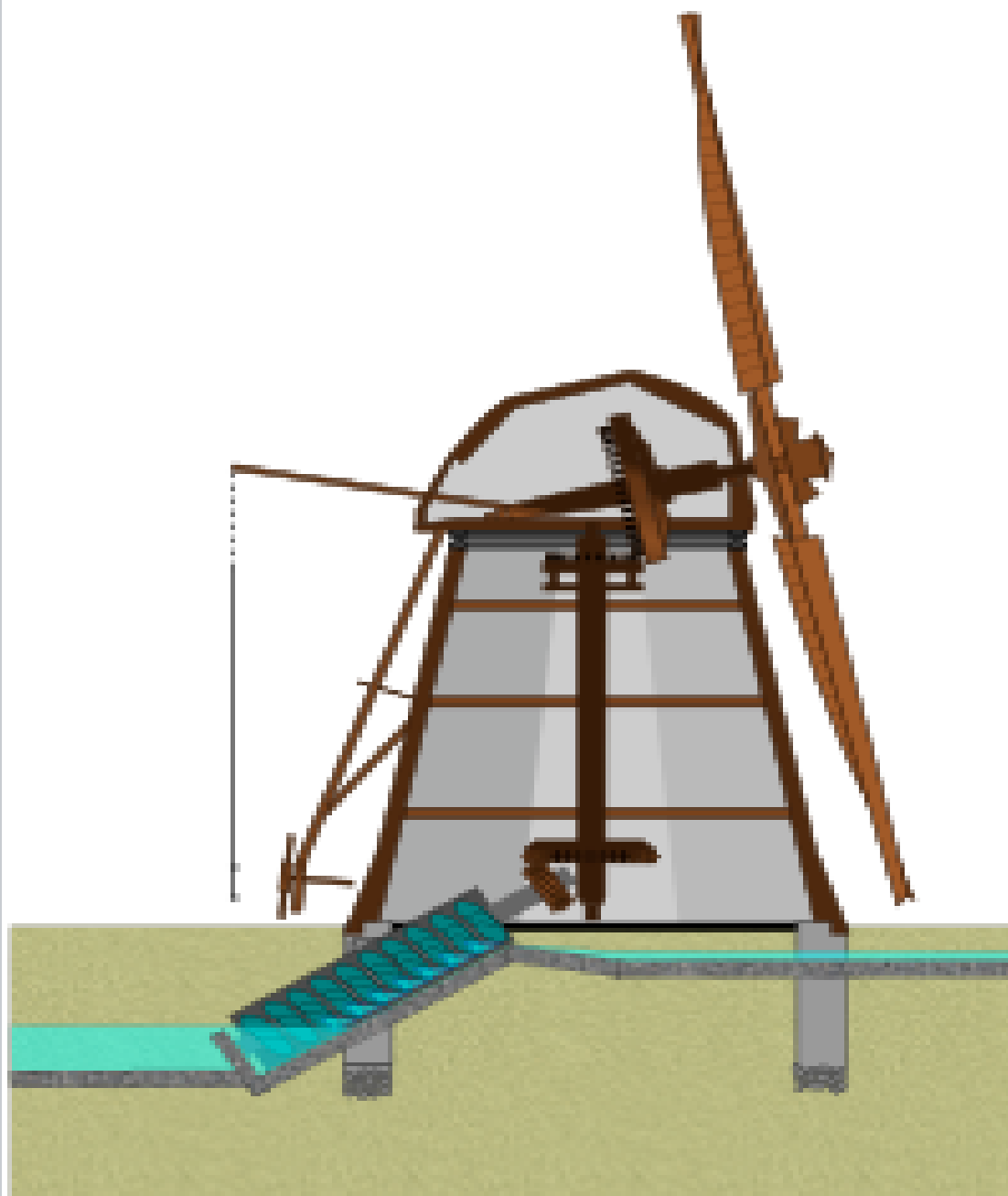








Sección del molino Britzer en **Berlín-Neukölln**, un  molino holandés de galería utilizado para moler grano



Molino de viento utilizado como bomba hidráulica, elevando agua del canal de la izquierda al de la derecha mediante un tornillo de Arquímedes







Maquina DARREUS

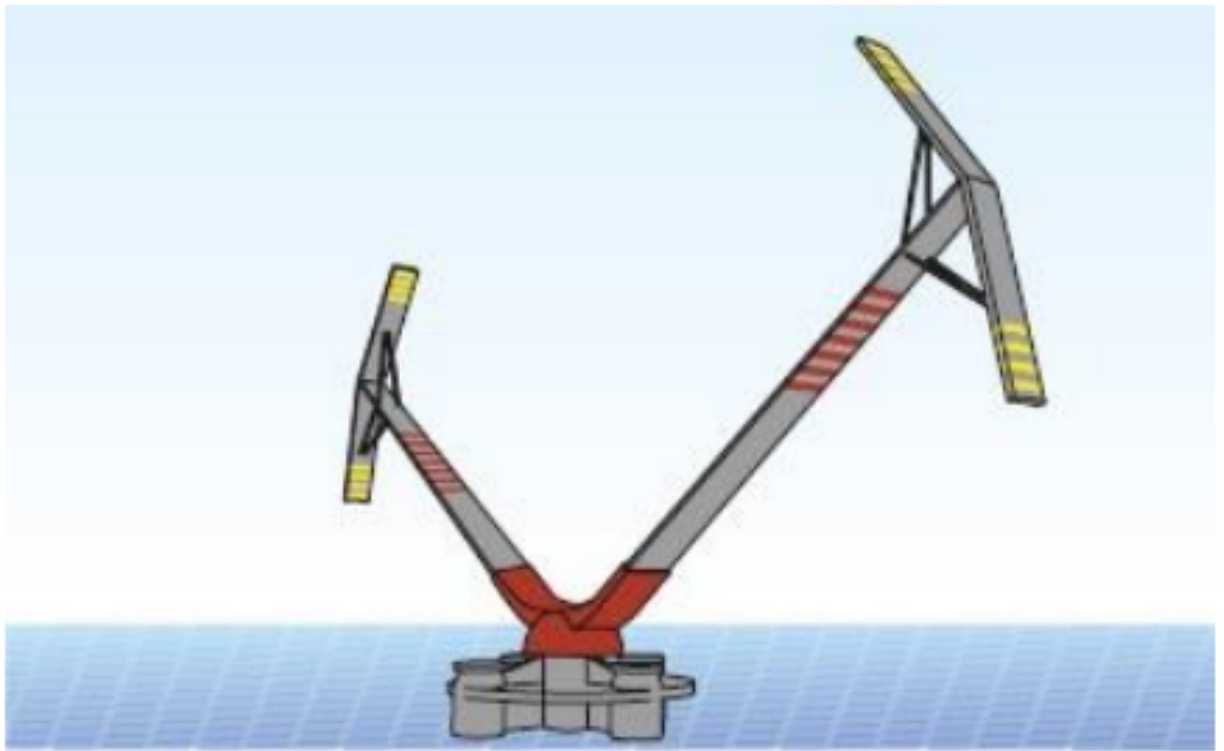


Figura 5. Aerogenerador X

Savonius-Rotor

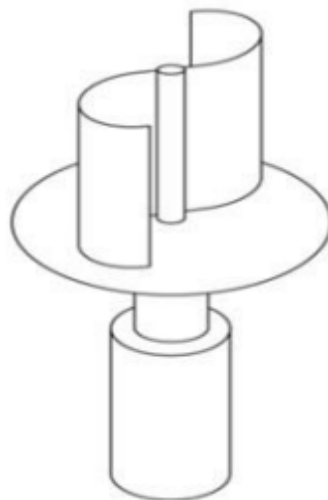
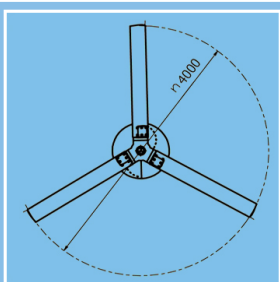


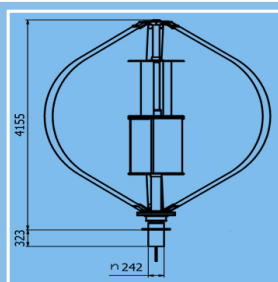
Figura 12. Rotor Savonius



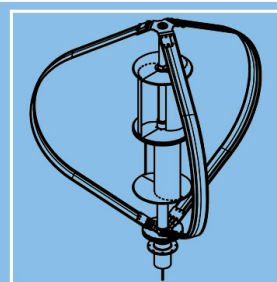
Figura 14. Rotor mixto Darrieus-Savonius



4m DIÁMETRO



4,11m ALTURA



680Kg PESO



Figura 15. Rotor Panémoma



Figura 16. Aerogenerador tripala

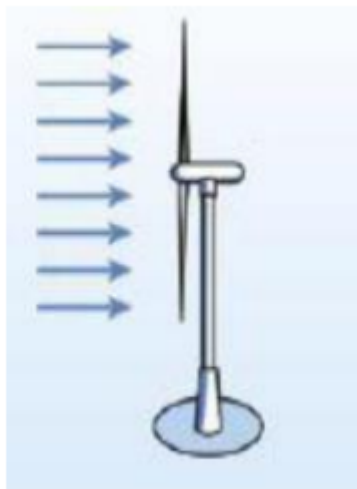


Figura 17. Rotor a barlovento

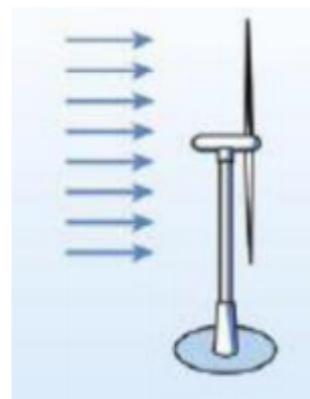


Figura 18. Rotor a sotavento



Figura 19. Aerogenerador tripala



Ilustración 20. Aerogenerador bipala



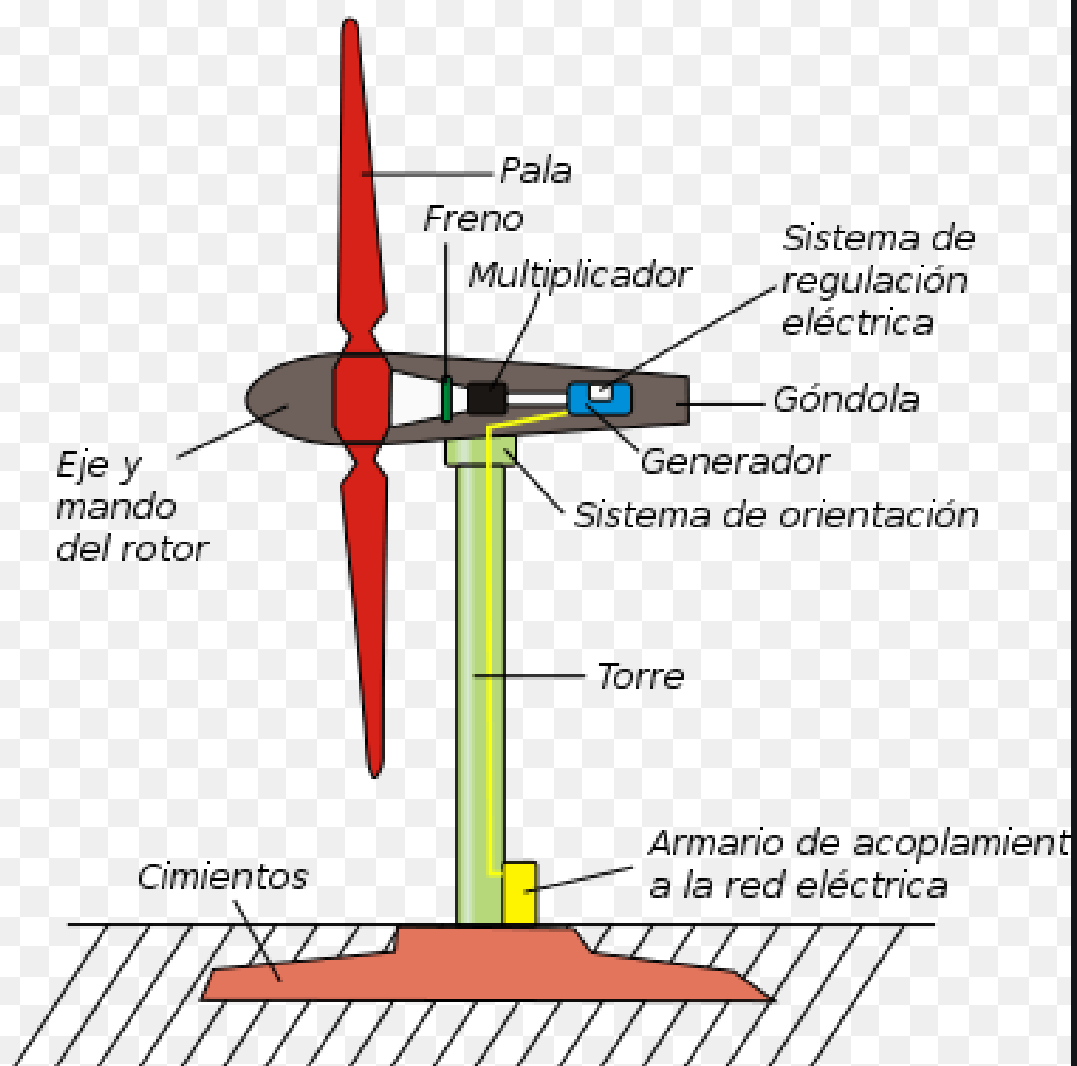
Figura 21. Rotor monopala



Figura 22. Rotor multipala



300 x 1733







La **energía eólica** es aquella [energía](#) que se obtiene del [viento](#) o, dicho de otro modo, es el aprovechamiento de la [energía cinética](#) de las masas de aires. El término «eólico» proviene del latín *aeolicus*, o «perteneciente o relativo a [Eolo](#)», dios de los vientos en la [mitología griega](#).¹

En la actualidad, la [energía](#) eólica se utiliza principalmente para producir electricidad, lo que se consigue mediante aerogeneradores conectados a las grandes redes de distribución de [energía eléctrica](#), entre otras. Los [parques eólicos](#) construidos en tierra suponen una fuente de energía cada vez más barata y competitiva, esa incluso más barata en muchas regiones que otras fuentes de energía convencionales.²³ Además se puede proporcionar electricidad en regiones aisladas que no tienen acceso a la red eléctrica mediante instalaciones eólicas de reducido tamaño, o también con [energía solar fotovoltaica](#). Las compañías eléctricas distribuidoras adquieren cada vez en mayor medida el excedente de electricidad producido por pequeñas instalaciones eólicas domésticas.⁴ El auge de la energía eólica ha provocado también la planificación y construcción de parques eólicos marinos —a menudo conocidos como parques eólicos *offshore* por su nombre en inglés—, situados cerca de las costas. La energía del viento es más estable y fuerte en el mar que en tierra, y los parques eólicos marinos tienen un impacto visual menor, aunque los costos de construcción y mantenimiento son considerablemente mayores.

A finales de 2014, la capacidad mundial instalada de energía eólica ascendía a 370 [GW](#), generando alrededor del 5 % del consumo de electricidad mundial.⁵⁶ [Dinamarca](#) genera más de un 25 % de su electricidad mediante energía eólica, y más de 80 países en todo el mundo la utilizan de forma creciente para proporcionar energía eléctrica en sus redes de distribución,⁷ aumentando su capacidad anualmente con tasas por encima del 20 %. En [España](#) la energía eólica produjo un 20,3 % del consumo eléctrico de la península en 2014, convirtiéndose en la segunda tecnología con mayor contribución a la cobertura de la demanda, muy cerca de la [energía nuclear](#) con un 22,0 %.⁸

La energía eólica es un recurso abundante, [renovable](#) y limpio que ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar fuentes de energía a base de combustibles fósiles. El impacto ambiental de este tipo de energía es además, generalmente, menos problemático que el de otras fuentes de energía.

La energía del viento es bastante estable y predecible a escala anual, aunque presenta variaciones significativas a escalas de tiempo menores. Al incrementarse la proporción de energía eólica producida en una determinada región o país, se hace imprescindible establecer una serie de mejoras en la red eléctrica local.⁹¹⁰ Diversas técnicas de control energético, como una mayor capacidad de [almacenamiento de energía](#), una distribución geográfica amplia de los aerogeneradores, la disponibilidad de fuentes de energía de respaldo, la posibilidad de exportar o importar energía a regiones vecinas o la reducción de la demanda cuando la producción eólica es menor, pueden ayudar a mitigar en gran medida estos problemas.¹¹ Además, son de extrema importancia las [previsiones de producción eólica](#) que permiten a los gestores de la red eléctrica

estar preparados y anticiparse frente a las previsibles variaciones en la producción eólica que puedan tener lugar a corto plazo.¹²¹³

La **energía eólica** es aquella [energía](#) que se obtiene del [viento](#) o, dicho de otro modo, es el aprovechamiento de la [energía cinética](#) de las masas de aires. El término «eólico» proviene del latín *aeolicus*, o «perteneciente o relativo a [Eolo](#)», dios de los vientos en la [mitología griega](#).¹

En la actualidad, la [energía](#) eólica se utiliza principalmente para producir electricidad, lo que se consigue mediante aerogeneradores conectados a las grandes redes de distribución de [energía eléctrica](#), entre otras. Los [parques eólicos](#) construidos en tierra suponen una fuente de energía cada vez más barata y competitiva, esa incluso más barata en muchas regiones que otras fuentes de energía convencionales.²³ Además se puede proporcionar electricidad en regiones aisladas que no tienen acceso a la red eléctrica mediante instalaciones eólicas de reducido tamaño, o también con [energía solar fotovoltaica](#). Las compañías eléctricas distribuidoras adquieren cada vez en mayor medida el excedente de electricidad producido por pequeñas instalaciones eólicas domésticas.⁴ El auge de la energía eólica ha provocado también la planificación y construcción de parques eólicos marinos —a menudo conocidos como parques eólicos *offshore* por su nombre en inglés—, situados cerca de las costas. La energía del viento es más estable y fuerte en el mar que en tierra, y los parques eólicos marinos tienen un impacto visual menor, aunque los costos de construcción y mantenimiento son considerablemente mayores.

A finales de 2014, la capacidad mundial instalada de energía eólica ascendía a 370 [GW](#), generando alrededor del 5 % del consumo de electricidad mundial.⁵⁶ [Dinamarca](#) genera más de un 25 % de su electricidad mediante energía eólica, y más de 80 países en todo el mundo la utilizan de forma creciente para proporcionar energía eléctrica en sus redes de distribución,⁷ aumentando su capacidad anualmente con tasas por encima del 20 %. En [España](#) la energía eólica produjo un 20,3 % del consumo eléctrico de la península en 2014, convirtiéndose en la segunda tecnología con mayor contribución a la cobertura de la demanda, muy cerca de la [energía nuclear](#) con un 22,0 %.⁸

La energía eólica es un recurso abundante, [renovable](#) y limpio que ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar fuentes de energía a base de combustibles fósiles. El impacto ambiental de este tipo de energía es además, generalmente, menos problemático que el de otras fuentes de energía.

La energía del viento es bastante estable y predecible a escala anual, aunque presenta variaciones significativas a escalas de tiempo menores. Al incrementarse la proporción de energía eólica producida en una determinada región o país, se hace imprescindible establecer una serie de mejoras en la red eléctrica local.⁹¹⁰ Diversas técnicas de control energético, como una mayor capacidad de [almacenamiento de energía](#), una distribución geográfica amplia de los aerogeneradores, la disponibilidad de fuentes de energía de respaldo, la posibilidad de exportar o importar energía a regiones vecinas o la reducción de la demanda cuando la producción eólica es menor, pueden ayudar a mitigar en gran medida estos problemas.¹¹ Además, son de extrema importancia las [previsiones de producción eólica](#) que permiten a los gestores de la red eléctrica estar preparados y anticiparse frente a las previsibles variaciones en la producción eólica que puedan tener lugar a corto plazo.¹²¹³

Historia[editar]



Molinos del [siglo xvi](#) en [Consuegra](#)

La energía eólica no es algo nuevo, es una de las energías más antiguas junto a la energía térmica. El viento como fuerza motriz se ha utilizado desde la antigüedad. Así, ha movido a barcos mediante el uso de velas o ha hecho funcionar la maquinaria de los molinos al mover sus aspas. Sin embargo, tras una época en la que se fue abandonando, a partir de los años ochenta del [siglo xx](#) este tipo de energía limpia experimentó un renacimiento.

La energía eólica crece de forma imparable ya en el [siglo xxi](#), en algunos países más que en otros, pero sin duda alguna en España existe un gran crecimiento, siendo uno de los primeros países, por debajo de Alemania a nivel europeo o de Estados Unidos a escala mundial. El auge del aumento de parques eólicos se debe a las condiciones favorables de viento, sobre todo en Andalucía que ocupa un puesto principal, entre los que se puede destacar el golfo de Cádiz, ya que el recurso de viento es excepcional.

Los primeros molinos[editar]

La referencia más antigua que se tiene es un molino de viento que fue usado para hacer funcionar un [órgano](#) en el [siglo i](#).¹⁴ Los primeros molinos de uso práctico fueron construidos en [Sistán](#), [Afganistán](#), en el [siglo vii](#). Estos eran molinos de eje vertical con hojas rectangulares.¹⁵ Se usaron artefactos para moler trigo o extraer agua hechos con 6 a 8 aspas de molino cubiertas con telas.



Ilustración de un molino medieval ([siglo xiv](#))

En Europa[editar]

Los primeros molinos aparecieron en Europa en el [siglo xii](#) en Francia e Inglaterra y fueron extendiéndose por el continente. Eran unas estructuras de madera, conocidas como torres de molino, que se hacían girar a mano alrededor de un poste central para extender sus aspas al viento. El molino de torre se desarrolló en Francia a lo largo del [siglo xiv](#). Consistía en una torre de piedra coronada por una estructura rotativa de madera que soportaba el eje del molino y la maquinaria superior del mismo.

Estos primeros ejemplares tenían una serie de características comunes. De la parte superior del molino sobresalía un eje horizontal. De este eje partían de cuatro a ocho aspas, con una longitud entre 3 y 9 metros. Las vigas de madera se cubrían con telas o planchas de madera. La

energía generada por el giro del eje se transmitía, mediante un sistema de engranajes, a la maquinaria del molino emplazada en la base de la estructura.

Los molinos de eje horizontal fueron usados extensamente en Europa Occidental para moler trigo desde la década de 1180 en adelante. Basta recordar los famosos molinos de viento en las andanzas de [Don Quijote](#). Todavía existen máquinas de este tipo, por ejemplo, en Países Bajos para sacar agua.¹⁶

Bombeo con energía eólica[\[editar\]](#)

En Estados Unidos, el desarrollo de bombas eólicas, reconocibles por sus múltiples aspas metálicas, fue el factor principal que permitió la agricultura y la ganadería en vastas áreas de Norteamérica, de otra manera imposible sin acceso fácil al agua. Estas bombas contribuyeron a la expansión del ferrocarril alrededor del mundo, cubriendo las necesidades de agua de las locomotoras a vapor.¹⁷



Turbinas modernas[\[editar\]](#)

Las [turbinas eólicas modernas](#) fueron desarrolladas a comienzos de la década de 1980, si bien continúan evolucionando los diseños.

These measures correspond to the following parameters: α and β are the parameters of the



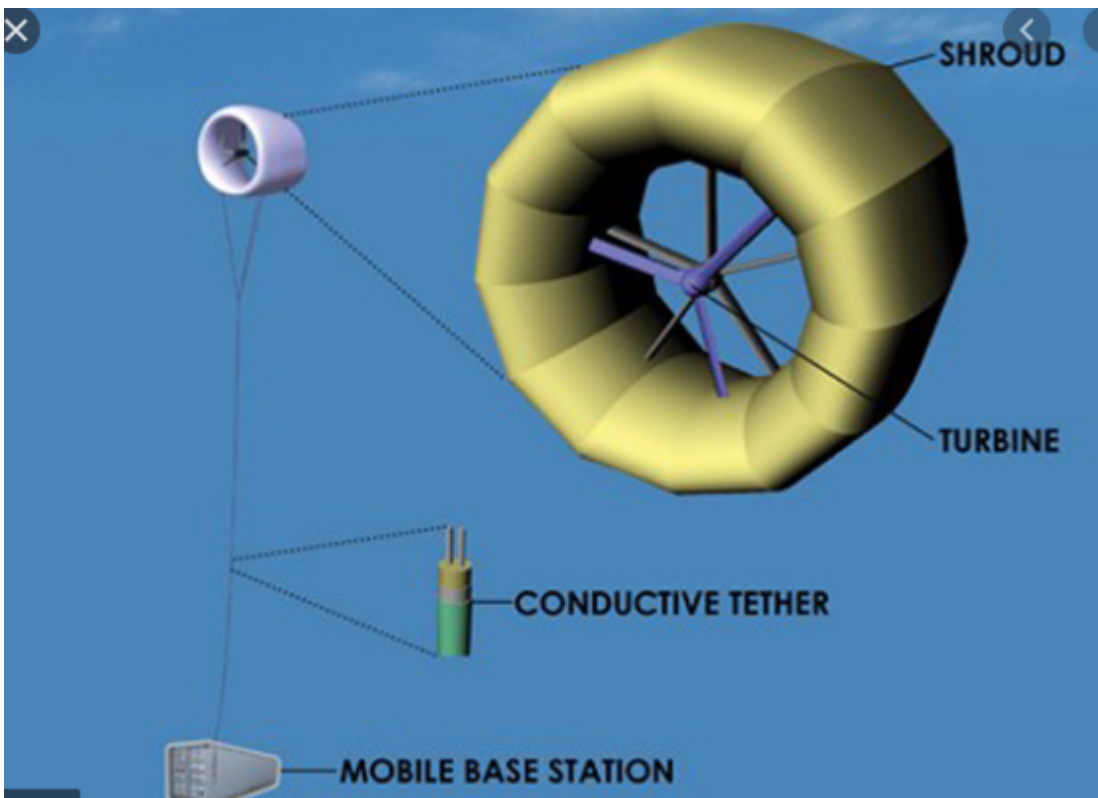
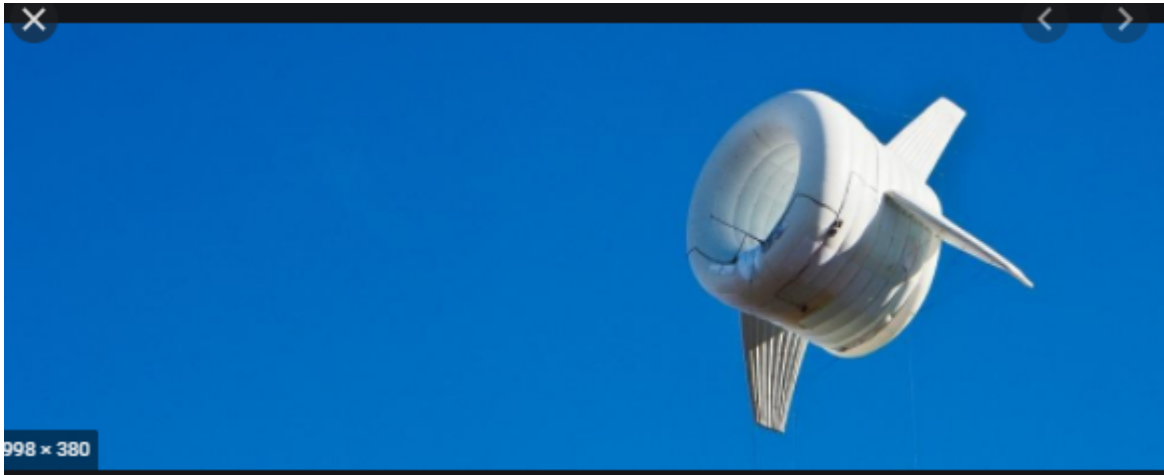
Nueva generación de molinos de viento

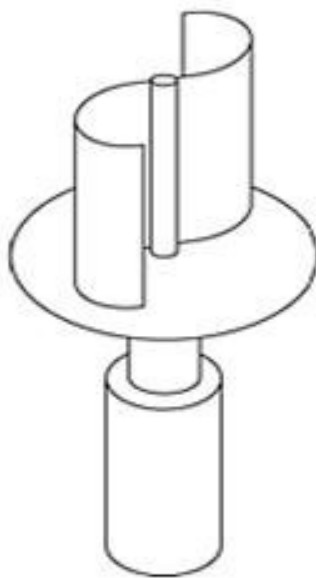
[illegible]

INGENIEROS ESPAÑOLES Desarrollaron un prototipo de un pequeño robot que se mueve al ser tocado por un smartphone. El ingeniero español de la Universidad de Sevilla, España, ha desarrollado un prototipo de un pequeño robot que se mueve al ser tocado por un smartphone. El robot, que mide 1,5 centímetros de largo y 1,5 de ancho, se mueve al ser tocado por un smartphone. El robot, que mide 1,5 centímetros de largo y 1,5 de ancho, se mueve al ser tocado por un smartphone.

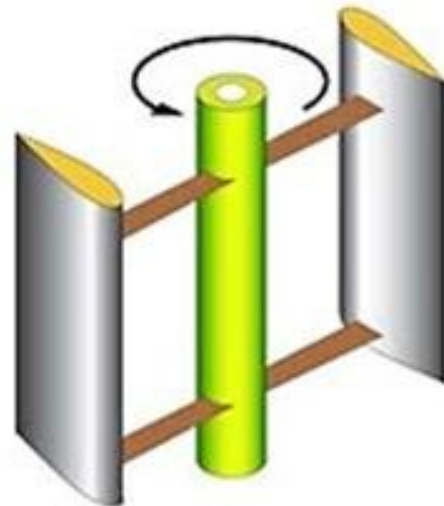
It is not too troubling to anticipate, based on the importance of early configurations, that in general, across the animal administration is across all ages.







Aeromotor Savonius



Aeromotor Darrierus, Palas Planas



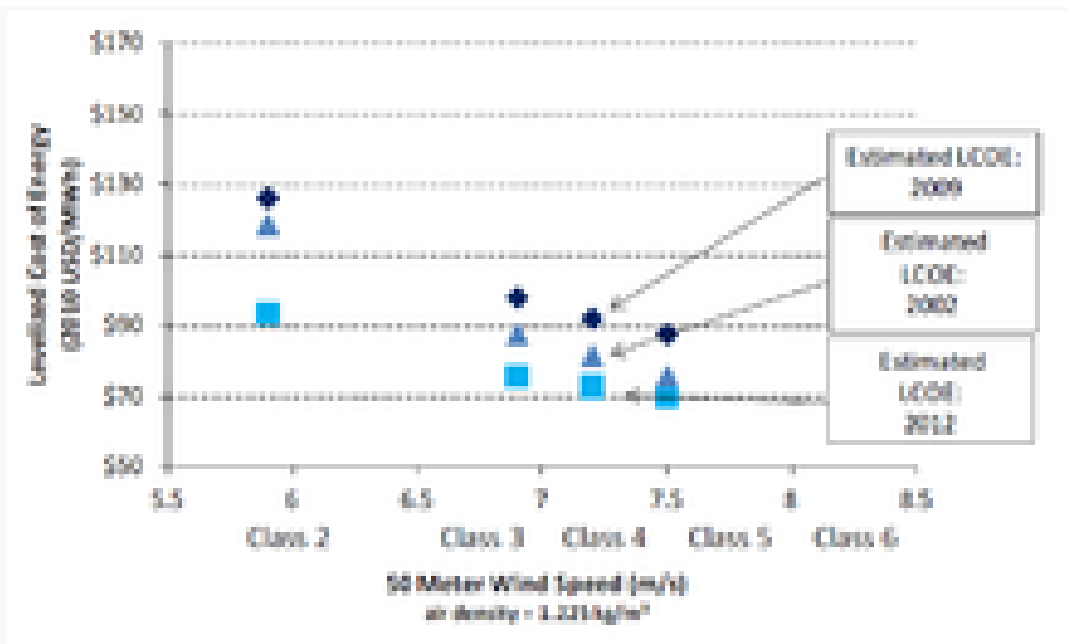
Utilización de la energía eólica[\[editar\]](#)

La industria de la energía eólica en tiempos modernos comenzó en 1979 con la producción en serie de turbinas de viento por los fabricantes Kuriant, [Vestas](#), Nordtank, Nily Baltazar y Bonus. Aquellas turbinas eran pequeñas para los estándares actuales, con capacidades de 20 a 30 [kW](#) cada una. Desde entonces, la talla de las turbinas ha crecido enormemente, y la producción se ha expandido a muchos sitios.

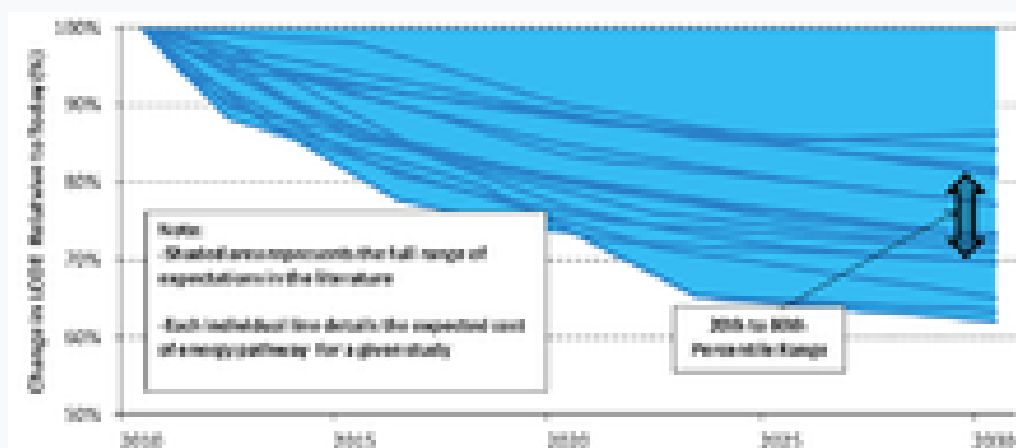
Costo de la energía eólica[\[editar\]](#)

La energía eólica alcanzó la [paridad de red](#) (el punto en el que el costo de esta energía es igual o inferior al de otras fuentes de energía tradicionales) en algunas áreas de [Europa](#) y de [Estados Unidos](#) a mediados de la [década de 2000](#). La caída de los costos continúa impulsando a la baja el costo normalizado de esta fuente de energía renovable: se estima que alcanzó la paridad de

red de forma general en todo el continente europeo en torno al año 2010, y que alcanzará el mismo punto en todo Estados Unidos en 2016, debido a una reducción adicional de sus costos del 12 %.²



Costo estimado por MWh de la energía eólica en [Dinamarca](#)



El [National Renewable Energy Laboratory](#) estima que el costo normalizado de la energía eólica en [Estados Unidos](#) disminuirá un 25 % entre 2012 y 2030.¹⁸



Un convoy que transporta palas para aerogeneradores atraviesa la localidad de Edenfield, en [Reino Unido](#) (2008). Piezas incluso mayores que la de la imagen son fabricadas por separado y posteriormente ensambladas *in situ* en la propia base del aerogenerador para facilitar su transporte.

La instalación de energía eólica requiere de una considerable inversión inicial, pero posteriormente no presenta gastos de combustible.¹⁹ El precio de la energía eólica es por ello mucho más estable que los precios de otras fuentes de energía fósil, mucho más volátiles.²⁰ El [costo marginal](#) de la energía eólica, una vez que la planta ha sido construida y está en marcha, es generalmente inferior a 1 céntimo de dólar por [kWh](#).²¹ Incluso, este costo se ha visto reducido con la mejora tecnológica de las turbinas más recientes. Existen en el mercado palas para aerogeneradores cada vez más largas y ligeras, a la vez que se realizan constantemente mejoras en el funcionamiento de la maquinaria de los propios aerogeneradores, incrementando la eficiencia de los mismos. Igualmente, se han reducido los costos de inversión inicial y de mantenimiento de los parques eólicos.²²

En 2004, el costo de la energía eólica se había reducido a una quinta parte del que tenía en los años 1980, y los expertos consideran que la tendencia a la baja continuará en el futuro próximo, con la introducción en el mercado de nuevos aerogeneradores "multi-megavatio" cada vez más grandes y producidos en masa, capaces de producir hasta 8 megavatios de potencia por cada unidad.²³ En 2012, los costos de capital de la energía eólica eran sustancialmente inferiores a los de 2008-2010, aunque todavía estaban por encima de los niveles de 2002, cuando alcanzaron un mínimo histórico.²⁴ La bajada del resto de costos ha contribuido a alcanzar precios cada vez más competitivos. Un informe de 2011 de la Asociación Americana de la Energía Eólica (*American Wind Energy Association*) afirmaba:

Los costos de la energía eólica han caído durante los dos últimos años, situándose recientemente en el orden de 5-6 céntimos por kWh... unos dos céntimos más barato que la electricidad obtenida en plantas de [carbón](#). (...) 5600 MW de nueva capacidad instalada están actualmente en construcción e los Estados Unidos, más del doble que lo instalado hasta 2010. El 35 % de toda la nueva capacidad de generación construida en Estados Unidos desde 2005 proviene de la energía eólica, más que la suma de nueva capacidad proveniente de plantas de [gas](#) y carbón, ya que los proveedores de energía son atraídos cada

vez más a la energía eólica como un recurso fiable frente a los movimientos impredecibles en los precios de otras fuentes de energía.²⁵

Otro informe de la [Asociación Británica de la Energía Eólica](#) estima un costo de generación medio para la eólica terrestre de 5-6 céntimos de dólar por kWh (2005).²⁶ El costo por unidad de energía producida se estimaba en 2006 como comparable al costo de la energía producida en nuevas plantas de generación en Estados Unidos procedente del carbón y gas natural: el costo de la eólica se cifraba en \$55,80 por MWh, el del carbón en \$53,10/MWh y el del gas natural en \$52,50.²⁷ Otro informe gubernamental obtuvo resultados similares en comparación con el gas natural, en 2011 en Reino Unido.²⁸ En agosto de 2011 licitaciones en Brasil y Uruguay para compra a 20 años presentaron costos inferiores a los \$65 por MWh.

En febrero de 2013 *Bloomberg New Energy Finance* informó de que el costo de la generación de energía procedente de nuevos parques eólicos en Australia es menor que el procedente de nuevas plantas de gas o carbón. Al incluir en los cálculos el esquema de precios actual para los combustibles fósiles, sus estimaciones indicaban unos costos (en dólares australianos) de \$80/MWh para nuevos parques eólicos, \$143/MWh para nuevas plantas de carbón y \$116/MWh para nuevas plantas de gas. Este modelo muestra además que «incluso sin una tasa sobre las emisiones de carbono (la manera más eficiente de reducir emisiones a gran escala) la energía eólica es un 14 % más barata que las nuevas plantas de carbón, y un 18 % más que las nuevas plantas de gas.»²⁹

La industria eólica en [Estados Unidos](#) es actualmente capaz de producir mayor potencia a un costo menor gracias al uso de aerogeneradores cada vez más altos y con palas de mayor longitud, capturando de esta manera vientos mayores a alturas más elevadas. Esto ha abierto nuevas oportunidades, y en estados como [Indiana](#), [Míchigan](#) y [Ohio](#), el costo de la eólica procedente de aerogeneradores de entre 90 y 120 metros de altura puede competir con fuentes de energía convencionales como el carbón. Los precios han caído hasta incluso 4 céntimos por kWh en algunos casos, y las compañías distribuidoras están incrementando la cantidad de energía eólica en su modelo energético, al darse cuenta progresivamente de su competitividad.³⁰

El costo de la unidad de energía producida en instalaciones eólicas se deduce de un cálculo bastante complejo. Para su evaluación se deben tener en cuenta diversos factores, entre los cuales cabe destacar:

- El costo inicial o inversión inicial: el costo del aerogenerador incide en aproximadamente el 60 o 70 %. El costo medio de una central eólica es, hoy, de unos 1200 euros por [kW](#) de potencia instalada y variable según la tecnología y la marca que se vayan a instalar ([direct drive](#), [síncronas](#), [asíncronas](#) o [generadores de imanes permanentes](#)).
- La [vida útil](#) de la instalación (aproximadamente 20 años) y la amortización de este costo.
- Los costos financieros.
- Los costos de operación y mantenimiento (variables entre el 1 y el 3 % de la inversión);
- La energía global producida en un período de un año, es decir, el [factor de planta](#) de la instalación. Esta se define en función de las características del aerogenerador y de las características del viento en el lugar donde se ha emplazado. Este cálculo es bastante sencillo puesto que se usan las curvas de potencia certificadas por cada fabricante y que suelen garantizarse entre el 95 y el 98 % según cada fabricante. Para algunas de las máquinas que llevan ya funcionando más de 20 años se ha llegado a alcanzar el 99 % de la curva de potencia.

Potencia eólica total instalada (MW) [3435363738394041424344454647](#)

#	País	20 06	20 07	20 08	20 09	20 10	20 11	20 12	20 13	20 14	20 15	20 16
1	 China	259 9	591 2	12 2 10	25 1 04	44 7 33	62 7 33	75 5 64	91 4 12	114 7 63	145 104	168 690
2	 Estados Unidos	11 6 03	16 8 19	25 1 70	35 1 59	40 2 00	46 9 19	60 0 07	61 11 0	65 8 79	74 4 72	82 1 83
3	 España	11 6 30	15 1 45	19 7 40	23 1 49	28 6 76	33 6 74	37 7 96	42 9 59	47 9 87	51 0 25	58 0 75
4	 Alemania	20 6 22	22 2 47	23 9 03	25 7 77	27 2 14	31 0 60	34 3 32	39 2 50	39 1 65	44 9 47	50 0 19
5	 India	627 0	785 0	9587	10 9 25	13 0 64	16 0 84	18 4 21	20 1 50	22 4 65	27 1 51	28 6 65
6	 Reino Unido	196 3	238 9	3288	4070	5203	6540	8445	10 7 11	12 4 40	13 6 03	14 5 42
7	 Francia	158 9	247 7	3426	4410	5660	6800	7196	8243	9285	10 3 58	12 0 65
8	 Canadá	146 0	184 6	2369	3319	4008	5265	6200	7823	9694	11 20 5	11 89 8
9	 Brasil	237	247	339	606	932	1509	2508	3466	5939	8715	10 7 40
10	 Italia	212 3	272 6	3537	4850	5797	6747	8144	8558	8663	8958	9257
11	 Suecia	571	831	1067	1560	2163	2970	3745	4382	5425	6025	6519
12	 Turquía	65	207	433	801	1329	1799	2312	2958	3763	4718	6081
13	 Polonia	153	276	472	725	1107	1616	2497	3390	3834	5100	5782

Potencia eólica total instalada (MW) [3435363738394041424344454647](#)

#	País	20 06	20 07	20 08	20 09	20 10	20 11	20 12	20 13	20 14	20 15	20 16
14	 Portugal	171 6	213 0	2862	3535	3702	4083	4525	4730	4914	5079	5316
15	 Dinamarca	314 0	312 9	3164	3465	3752	3871	4162	4807	4845	5063	5227
16	 Países Bajos	157 1	175 9	2237	2223	2237	2328	2391	2671	2805	3431	4328
17	 Australia 48	651	824	1306	1712	1991	2176	2584	3239	3806	4187	4327
18	 México	84	85	85	520	733	873	1370	1859	2551	3073	3527
19	 Japón	130 9	152 8	1880	2056	2304	2501	2614	2669	2789	3038	3234
20	 Rumanía	2	7	10	14,1	462	982	1905	2600	2953	2976	3028
21	 Irlanda	746	805	1245	1260	1379	1614	1738	2049	2272	2486	2830
22	 Austria	965	982	995	995	1011	1084	1378	1684	2095	2412	2632
23	 Bélgica	194	287	384	563	911	1078	1375	1651	1959	2229	2386
24	 Grecia	758	873	990	1087	1208	1629	1749	1866	1980	2152	2374
25	 Finlandia	86	110	143	147	197	199	288	447	627	1005	1539

Potencia eólica total instalada (MW) [3435363738394041424344454647](#)

#	País	20 06	20 07	20 08	20 09	20 10	20 11	20 12	20 13	20 14	20 15	20 16
26	 Sudáfrica	-	-	-	-	-	-	-	10	570	1053	1471
27	 Chile	-	-	-	20	168	172	205	331	836	933	1424
28	 Uruguay	-	-	-	-	-	43	56	59	701	845	1210
29	 Corea del Sur	176	192	278	348	379	407	483	561	609	835	1036
30	 Marruecos	64	125	125	253	286	291	291	487	787	787	882
31	 Noruega	325	333	428	431	441	512	704	811	819	838	838
32	 Bulgaria	36	70	120	177	500	612	674	681	691	691	691
33	 Taiwán	188	280	358	436	519	564	564	614	633	647	682
34	 Nueva Zelanda	171	322	325	497	530	623	623	623	623	623	623
35	 Egipto	230	310	390	430	550	550	550	550	610	610	610
36	 Pakistán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	255	591
37	 Ucrania	86	89	90	94	87	151	302	371	498	514	526
38	 Lituania	56	50	54	91	163	203	263	279	279	315	493

Potencia eólica total instalada (MW) [3435363738394041424344454647](#)

#	País	20 06	20 07	20 08	20 09	20 10	20 11	20 12	20 13	20 14	20 15	20 16
39	 Croacia	n/a	n/a	69,4	104	152	187, 4	207, 1	302	347	387	422
40	 Hungría	61	65	127	201	295	329	329	329	329	329	329
41	 Etiopía	-	-	-	-	-	23	81	171	171	324	324
42	 Estonia	31,8	59	78	142	149	184	269	280	302	303	310
43	 Costa Rica	-	-	74	123	119	132	147	148	198	268	298
44	 República Checa	57	116	150	192	215	217	260	269	281	281	281
45	 Argentina	-	-	-	-	-	113	167	218	271	279	279
46	 Panamá	-	-	-	-	-	-	-	-	35	270	270
47	 Túnez	-	-	-	-	-	54	104	245	245	245	245
48	 Perú	-	-	-	-	-	-	-	146	148	148	241
49	 Tailandia	-	-	-	-	-	7	112	223	223	223	223
50	 Filipinas	-	-	-	-	-	-	-	66	216	216	216
51	 Nicaragua	-	-	-	-	-	62	102	146	186	186	186

Potencia eólica total instalada (MW) [3435363738394041424344454647](#)

#	País	20 06	20 07	20 08	20 09	20 10	20 11	20 12	20 13	20 14	20 15	20 16
52	 Jordania	-	-	-	-	-	-	-	-	2	119	185
53	 Honduras	-	-	-	-	-	-	102	102	126	176	176
54	 Chipre	-	-	-	-	-	-	-	-	147	158	158
55	 Irán	47	67	82	91	91	91	91	91	91	129	134
56	 Sri Lanka	-	-	-	-	-	-	63	63	n.a.	n.a.	
57	 Letonia	-	-	-	-	-	-	-	-	62	62	
58	 Luxemburgo	-	-	-	-	-	-	-	-	58	58	
59	 Mongolia	-	-	-	-	-	-	-	50	n.a.	n.a.	
60	 Venezuela	-	-	-	-	-	-	30	-	n.a.	n.a.	
61	 Cabo Verde	-	-	-	-	-	24	24	24	24	n.a.	
	Caribe	-	-	-	-	-	-	191	250	250	250	
	Islas del Pacífico	-	-	-	-	-	12	12	12	12	12	
	Resto de Europa	-	-	-	-	-	-	3815	4956	5715	6543	

Potencia eólica total instalada (MW) ³⁴³⁵³⁶³⁷³⁸³⁹⁴⁰⁴¹⁴²⁴³⁴⁴⁴⁵⁴⁶⁴⁷												
#	País	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Resto de Latinoamérica y Caribe	-	-	-	-	-	54	54	250	250	285	
	Resto de África y Oriente Medio	-	-	-	-	-	-	1165	1255	129	151	
	Resto de Asia	-	-	-	-	-	-	71	87	-	167	
Total mundial (MW)		74 151	93 927	121 188	157 899	197 637	238 035	282 482	318 596	369 553	432 419	486 800

Energía eólica en España

A finales de 2018, España tenía instalada una capacidad de energía eólica de 23 507 [MW](#), lo que supone el 22,6 % de la capacidad del sistema eléctrico nacional, la segunda fuente de energía del país por detrás del [ciclo combinado](#) con 26 284 MW.⁴⁹ Se sitúa así en cuarto lugar en el mundo en cuanto a potencia instalada, detrás de China, EE. UU. y Alemania.³¹ Ese mismo año la energía eólica produjo 49 570 [GWh](#), el 18,4 % de la demanda eléctrica.⁴⁹

El 29 de enero de 2015, la energía eólica alcanzó un máximo de potencia instantánea con 17 553 MW,⁵⁰ cubriendo un 45 % de la demanda.⁵¹

Asimismo, está creciendo bastante el sector de la minieólica.⁵² Existe una normativa de fabricación de pequeños aerogeneradores, del [Comité Electrotécnico Internacional](#) CEI (Norma IEC-61400-2 Ed2) la cual define un aerogenerador de pequeña potencia como aquel cuya área barrida por su rotor es menor de 200 m². La potencia que corresponde a dicha área dependerá de la calidad del diseño del aerogenerador, existiendo de hasta 65 kW como máximo.⁵³

Energía eólica en el Reino Unido^[editar]

El [Reino Unido](#) cerró 2008 con 4015 MW eólicos instalados, lo que supone una presencia testimonial en su producción eléctrica. Sin embargo es uno de los países del mundo que más capacidad eólica tiene planificada, y ya ha otorgado concesiones para alcanzar los 32 000 MW eólicos marinos en sus costas:

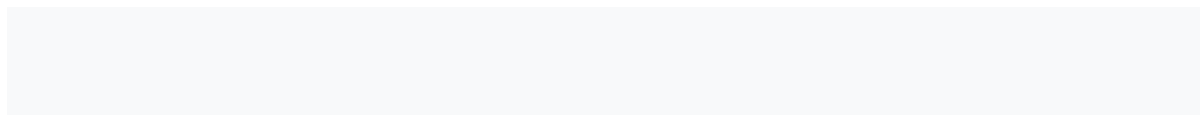
- Dogger Bank; 9000 MW; Mar del Norte; Forewind * (SSE Renewables, RWE Npower Renewables, StatoilHydro & Statkraft)
- Norfolk Bank; 7200 MW; Mar del Norte; *Iberdrola Renovables (ScottishPower) & Vattenfall
- Mar de Irlanda; 4100 MW; Mar de Irlanda; Céntrica
- Hornsea; 4000 MW; Mar del Norte; * Mainstream Renewables, Siemens & Hochtief Construction
- Ría del Forth; 3400 MW; Escocia; SeaGreen * (SSE Renewables y Fluor)
- Canal de Bristol; 1500 MW; Costa Suroeste; RWE Npower Renewables
- Ría de Moray; 1300 MW; Escocia; * EDP Renovables & SeaEnergy
- Isla de Wight (Oeste); 900 MW; Sur; Enerco New Energy
- Hastings; 600 MW; Sur; E.On Climate & Renewables

Según la administración británica “la industria eólica marina es una de las claves de la ruta del Reino Unido hacia una economía baja en emisiones de CO₂ y debería suponer un valor de unos 75 000 millones de libras (84 000 millones de euros) y sostener unos 70 000 empleos hasta 2020”.⁵⁴

Energía eólica en Suecia^[editar]

Suecia cerró 2009 con 1021 MW eólicos instalados y tiene planes para alcanzar los 14 000 MW en el año 2020, de los cuales entre 2500 y 3000 MW serán marinos.⁵⁵

Energía eólica en Centroamérica y Sudamérica^[editar]





Parque eólico en Bahía Blanca



Parque Azul PBA

El desarrollo de la energía eólica en los países de [Centroamérica](#) y [Sudamérica](#) está en sus inicios, y la capacidad conjunta instalada en ellos, hasta finales de 2013, llega a los 4709 MW.⁴⁶ El desglose de potencia instalada por países es el siguiente:^{46 56}

- [Brasil](#): 12 763 MW
- [Chile](#): 2157 MW
- [Uruguay](#): [1505 MW](#)
- [Costa Rica](#): 378 MW
- [Panamá](#): 270 MW
- [Perú](#): 243 MW
- [Argentina](#): 228 MW
- Caribe (*): 191 MW
- Otros (**): 54 MW

(*) Incluye: Aruba, Bonaire, Curazao, Cuba, Dominica, República Dominicana, Guadalupe, Jamaica, Martinica.

(**) Incluye: Colombia, Ecuador, Venezuela.

Desventajas de la energía eólica[\[editar\]](#)

Aspectos técnicos[\[editar\]](#)



Parque eólico en [Dinamarca](#)

Debido a la variabilidad natural y la impredecibilidad del viento, para que la energía eólica pueda ser usada como única fuente de energía eléctrica es necesario almacenar la energía que se produce cuando hay viento para poder luego utilizarla cuando no lo hay. Pero hasta el momento no existen sistemas lo suficientemente grandes como para almacenar cantidades considerables de energía de forma eficiente. Por lo tanto, para hacer frente a los valles en la curva de producción de energía eólica y evitar apagones generalizados, es indispensable un respaldo de las energías convencionales como [centrales termoeléctricas](#) de carbón, gas natural, petróleo o [ciclo combinado](#) o [centrales hidroeléctricas reversibles](#), por ejemplo. Esto supone un inconveniente, puesto que cuando respaldan a la eólica, las centrales de carbón no pueden funcionar a su rendimiento óptimo, que se sitúa cerca del 90% de su potencia. Tienen que quedarse muy por debajo de este porcentaje para poder subir sustancialmente su producción en el momento en que amaine el viento. Es por ello que, cuando funcionan en este modo, las centrales térmicas consumen más combustible por [kWh](#) producido. ^{[[cita requerida](#)]} Además, al aumentar y disminuir su producción cada vez que cambia la velocidad del viento se produce un desgaste mayor de la maquinaria. ^{[[cita requerida](#)]} Este problema del respaldo en [España](#) se va a tratar de solucionar mediante una interconexión con [Francia](#) que permita emplear el sistema europeo como colchón de la variabilidad eólica. ^{[[cita requerida](#)]} Además, la variabilidad en la producción de energía eólica tiene otras importantes consecuencias:

- Para distribuir la electricidad producida por cada parque eólico (que suelen estar situados además en parajes naturales apartados) es necesario construir unas [líneas de alta tensión](#) que sean capaces de conducir el máximo de electricidad que sea capaz de producir la instalación.
- Técnicamente, uno de los mayores inconvenientes de los aerogeneradores es el llamado [hueco de tensión](#). Ante uno de estos fenómenos, las protecciones de los aerogeneradores con [motores de jaula de ardilla](#) provocan la desconexión de la red para evitar ser dañados y consecuentemente nuevas perturbaciones en ella, en este caso, de falta de suministro. Este problema se soluciona bien mediante la modificación del sistema eléctrico de los aerogeneradores, lo que resulta bastante costoso, bien mediante la utilización de [motores síncronos](#), aunque es bastante más fácil asegurarse de que la red a la que se va a conectar sea fuerte y estable.
- Además de la evidente necesidad de una velocidad mínima en el viento para poder mover las aspas, existe también una limitación superior: una máquina puede estar generando al máximo de su potencia, pero si la velocidad del viento sobrepasa las especificaciones del aerogenerador, es obligatorio desconectarlo de la red o cambiar la inclinación de las aspas para que dejen de girar, puesto que su estructura puede resultar dañada por los esfuerzos que aparecen en el eje. La consecuencia inmediata es un descenso evidente de la producción eléctrica, a pesar de haber viento en abundancia, y supone otro factor más de incertidumbre a la hora de contar con esta energía en la red eléctrica de consumo.

Aunque estos problemas parecen únicos a la energía eólica, son comunes a todas las energías de origen natural:

- Un [panel solar](#) solo producirá energía mientras haya suficiente luz solar.
- Una [central hidroeléctrica](#) solo podrá producir mientras las condiciones hídricas y las precipitaciones permitan la liberación de agua

Una de las formas de paliar la falta de control sobre los recursos renovables (viento, radiación solar), son los llamados sistemas híbridos, donde se combinan fuentes de energía junto con almacenamiento. Hay una tendencia a la creación de centrales renovables en las que participan generadores eólicos, solares y almacenamiento por baterías (por lo general de ion litio). En países como Australia o Estados Unidos se está regulando su uso e incluso se definen tarifas específicas para la inyección de energía desde estas centrales que comienzan a competir de igual a igual con las centrales basadas en combustibles fósiles, dado que comienzan a tener una previsión de generación a un día vista o más.

Aspectos medioambientales



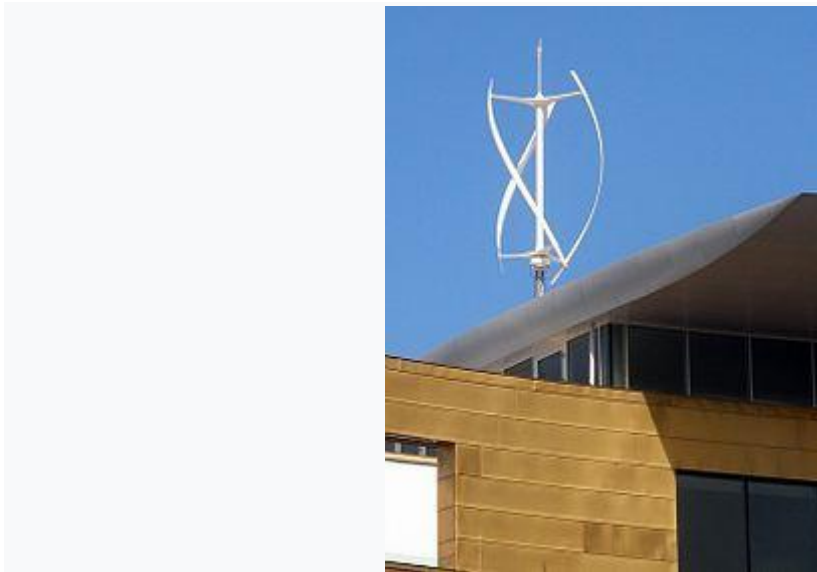
Molinos en [La Mancha, España](#), famosos desde la publicación de la novela [Don Quijote de la Mancha](#) en 1605, son un patrimonio nacional.

- Generalmente, aunque no siempre, se combina con centrales térmicas, lo que lleva a que algunas personas consideren que realmente no se ahorran demasiadas emisiones de [dióxido de carbono](#). No obstante, hay que tener en cuenta que ningún tipo de energía renovable permite, al menos por sí sola, cubrir toda la demanda y producción de electricidad, pero sin embargo su aportación a la red eléctrica es netamente positiva desde el punto de vista del ahorro de emisiones.
- Existen parques eólicos en España en espacios protegidos como [ZEPA \(Zona de Especial Protección para las Aves\)](#) y [LIC \(Lugar de Importancia Comunitaria\)](#) de la [Red Natura 2000](#), lo que supone un impacto natural —si bien reducido— debido a la actividad humana.
- Al comienzo de su instalación, los lugares seleccionados para ello coincidieron con las rutas de las [aves migratorias](#) o con las zonas donde las aves aprovechan vientos de ladera, lo que hace que los aerogeneradores entren en conflicto con aves y murciélagos. Afortunadamente los niveles de mortandad son muy bajos en comparación con otras causas como por ejemplo los atropellos, aunque esta afirmación es cuestionada por expertos independientes. [\[cita requerida\]](#) Actualmente los estudios de impacto ambiental necesarios para el reconocimiento del plan del parque eólico tienen en consideración la situación ornitológica de la zona. Además, dado que los [aerogeneradores](#) actuales son de baja velocidad de rotación, el problema de choque con las aves se está reduciendo significativamente.
- El impacto paisajístico es una nota importante debido a la disposición de los elementos horizontales que lo componen y la aparición de un elemento vertical como es el aerogenerador. Producen el llamado «efecto discoteca»: este aparece cuando el sol está por detrás de los molinos y las sombras de las aspas se proyectan con regularidad sobre los jardines y las ventanas, parpadeando de tal modo que la gente denominó este fenómeno «efecto discoteca». Esto, unido al [ruido](#), puede llevar a la gente hasta un alto nivel de [estrés](#), con efectos de consideración para la salud. No obstante, la mejora del diseño de los aerogeneradores ha permitido ir reduciendo progresivamente el ruido que producen.
- La apertura de parques eólicos y la presencia de operarios en ellos hace que la presencia humana sea constante en lugares hasta entonces poco transitados, lo que afecta también a la fauna.

Ventajas de la energía eólica

- Es un tipo de [energía renovable](#) ya que tiene su origen en procesos atmosféricos debidos a la energía que llega a la Tierra procedente del Sol.
- Es una energía limpia al no requerir una [combustión](#), por lo que no produce emisiones atmosféricas ni residuos contaminantes, evitando así un incremento del [efecto invernadero](#) y el cambio climático.
- Puede instalarse en espacios no aptos para otros fines, por ejemplo en zonas desérticas, próximas a la costa, en laderas áridas o muy empinadas para ser cultivables.
- Puede convivir con otros usos del suelo, por ejemplo prados para uso [ganadero](#) o [cultivos](#) bajos como [trigo](#), [maíz](#), [patatas](#), [remolacha](#), etc.
- Crea un elevado número de puestos de trabajo en las plantas de ensamblaje y las zonas de instalación.
- Su instalación es rápida, entre 4 y 9 meses.
- Su inclusión en una [red eléctrica](#) permite, cuando las condiciones del viento son adecuadas, ahorrar combustible en las [centrales térmicas](#) y/o agua en los embalses de las [centrales hidroeléctricas](#).
- Su utilización combinada con otros tipos de energía, habitualmente la [energía solar fotovoltaica](#), permite la autoalimentación de viviendas, logrando autonomías superiores a las 82 horas y terminando así con la necesidad de conectarse a redes de suministro.
- La situación física actual dispersa en países como España permite compensar la baja producción de unos parques eólicos por falta de viento con la alta producción en otras zonas. De esta forma se estabiliza la forma de onda producida en la generación eléctrica, solventando los problemas que presentaban los aerogeneradores como productores de energía en sus inicios.
- Es posible construir parques eólicos en el mar, donde el viento es más fuerte, más constante y el impacto social es menor, aunque aumentan los costos de instalación y mantenimiento. Los parques *offshore* son especialmente importantes en los países del norte de [Europa](#) como [Dinamarca](#).

Microgeneración de energía eólica[\[editar\]](#)



Una turbina helicoidal de eje vertical (llamada *Quietrevolution QR5*) en [Bristol, Reino Unido](#). Con un diámetro de 3 m y 5 m de altura, permite generar una potencia de 6,5 kW que se vierte a la [red eléctrica](#).

La microgeneración de energía eólica consiste en pequeños sistemas de generación de hasta 50 kW de potencia.⁵⁷ En comunidades remotas y aislada, que tradicionalmente han utilizado [generadores diésel](#), su uso supone una buena alternativa. También es empleada cada vez con más frecuencia por hogares que instalan estos sistemas para reducir o eliminar su dependencia de la red eléctrica por razones económicas, así como para reducir su [impacto medioambiental](#) y su [huella de carbono](#). Este tipo de pequeñas turbinas se han venido usando desde hace varias décadas en áreas remotas junto a sistemas de almacenamiento mediante [baterías](#).⁵⁸

Las pequeñas turbinas aerogeneradoras conectadas a la red eléctrica pueden utilizar también lo que se conoce como almacenamiento en la propia red, reemplazando la energía comprada de la red por energía producida localmente, cuando esto es posible. La energía sobrante producida por los microgeneradores domésticos puede, en algunos países, ser vertida a la red para su venta a la compañía eléctrica, generando ingresos al propietario de la instalación que [amortice](#) la instalación.^{59,60}

Los sistemas desconectados de la red pueden adaptarse a la intermitencia del viento, utilizar baterías, sistemas [fotovoltaicos](#) o generadores diésel que complementen la energía producida por la turbina. Otros equipos, como pueden ser parquímetros, señales de tráfico iluminadas, alumbrado público, o sistemas de telecomunicaciones pueden ser también alimentados mediante un pequeño aerogenerador, generalmente junto a un sistema fotovoltaico que cargue unas pequeñas baterías, eliminando la necesidad de la conexión a la red.⁶¹

La minieólica podría generar electricidad más barata que la de la red en algunas zonas rurales de Reino Unido, según un estudio de la organización [Carbon Trust](#), publicado en 2010.⁶² Según ese informe, los mini aerogeneradores podrían llegar a generar 1,5 TWh de electricidad al año en Reino Unido, un 0,4 % del consumo total del país, evitando la emisión de 0,6 millones de toneladas de [CO₂](#). Esta conclusión se basa en el supuesto de que el 10 % de las viviendas instalara miniturbinas eólicas a precios competitivos con aquellos de la red eléctrica, en torno a 12 [peniques](#) (unos 0,17 €) por kWh.⁵⁷ Otro informe preparado en 2006 por *Energy Saving Trust*, una organización dependiente del Gobierno de Reino Unido, dictaminó que la microgeneración (de diferente tipo: eólica, solar, etc.) podría proporcionar hasta el 30 % o 40 % de la demanda de electricidad en torno al año 2050.⁶³

La [generación distribuida](#) procedente de [energías renovables](#) se ha incrementado en los últimos años, como consecuencia de la mayor concienciación acerca de la influencia del ser humano en el [cambio climático](#). Los equipos electrónicos requeridos para permitir la conexión de sistemas

de generación renovable a la red eléctrica pueden además incluir otros sistemas de estabilidad de la red para asegurar y garantizar la calidad del suministro eléctrico.⁶⁴