



PERSPECTIVAS GLOBALES DE LA ENERGÍA EÓLICA 2006

GREENPEACE

GWEC
GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL

SEPTIEMBRE 2006

Índice de materias

RESUMEN EJECUTIVO	4
El Estado Global de la Energía Eólica Los Principales Factores del Desarrollo de la Energía Eólica Los Recursos Eólicos Mundiales y la Integración a la Red Los Impactos Ambientales de la Energía Eólica El Escenario de la Perspectiva Global de la Energía Eólica Problemas de Política Energética y Recomendaciones	
EL ESTADO GLOBAL DE LA ENERGÍA EÓLICA	8
Año Récord en el 2005 Europa Norteamérica Asia América Latina Australasia África Proyectos Eólicos Marítimos (Offshore)	
LOS PRINCIPALES FACTORES DEL DESARROLLO DE LA ENERGÍA EÓLICA	16
Seguridad de Abastecimiento Preocupaciones Ambientales Economía Empleo y Desarrollo Local Tecnología y Desarrollo Industrial	
LOS RECURSOS EÓLICOS MUNDIALES Y LA INTEGRACIÓN A LA RED	22
Evaluación del Recurso Eólico Integración a la Red y Variabilidad Problemas para la Integración de la Energía Eólica Estudios Recientes	
LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA ENERGÍA EÓLICA	28
Impacto Visual El Ruido La Fauna Silvestre y las Aves Fauna Silvestre y Murciélagos Parques Eólicos Marítimos (Offshore)	
EL ESCENARIO “DE LA PERSPECTIVA GLOBAL DE LA ENERGÍA EÓLICA”	36
Los Escenarios Proyecciones de la Eficiencia Energética Resultados de Base Resultados Detallados Bajas Regionales de la Capacidad y la Producción Principales Supuestos y Parámetros Costes y Beneficios Perspectivas Globales de la Energía Eólica – Investigación de Antecedentes	
LOS PROBLEMAS DE POLÍTICA ENERGÉTICA Y RECOMENDACIONES	50
Metas Legalmente Vinculantes para la Energía Renovable Mecanismos de Política Específica Reforma del Mercado de La Electricidad Acción Internacional Sobre el Cambio Climático Reforma del Financiamiento Internacional Acción de las Instituciones Internacionales Resumen de Políticas	
ANEXO	58

Prefacio

EN MUCHAS PARTES DEL MUNDO, la energía eólica ha crecido y ha pasado a ser una fuente de energía establecida. En el mundo desarrollado y especialmente en Europa, este crecimiento ha estado en gran parte influido por la preocupación por el cambio climático global.

El discurso sobre el cambio climático, además de complejo es extremadamente inquietante. Pese a lo devastadores que pudieron haber sido los huracanes Katrina y Rita, se trata de una violencia que es insignificante, comparada a los estragos que el cambio climático podría ocasionar en nuestro planeta, particularmente si los gobiernos del mundo no logran salir de su adicción a los combustibles fósiles. La disminución de las emisiones de gases con efecto invernadero, tiene tanto sentido ambiental como económico. La meta de la política climática, debe consistir en mantener el alza de la temperatura global en menos de 2 °C, respecto a los niveles preindustriales, como única manera de evitar un daño dramático a los ecosistemas y un completo trastorno del sistema climático. Para alcanzar estos objetivos, el mundo necesita cambiar fundamentalmente en la década que viene, su manera de generar y de utilizar la energía.



Sin embargo otros desafíos, tales como la inseguridad de los suministros de energía y la inestabilidad de los precios de los combustibles fósiles, presionan fuertemente tanto a la OCDE como a los mercados emergentes. Las necesidades energéticas globales, están creciendo en un porcentaje asombroso a través del mundo. Muy pocos mantienen su confianza en las importaciones de energía, sobre todo de países políticamente inestables y al mismo tiempo la volatilidad de los precios del petróleo y de la gasolina, crean una situación de inseguridad de los suministros, que ya está provocando un pérdidas gigantescas en la economía global.

La energía eólica, energía limpia y libre de carbono, es la solución más atractiva para enfrentar los desafíos de la energía a nivel mundial. Por otra parte, el viento es una energía autóctona de los países y además a través del globo sopla suficiente viento, como para hacer frente a la demanda eléctrica siempre en aumento. Este informe demuestra que la tecnología eólica, no es un sueño para el futuro, sino que es real, que está madura y que puede ser desarrollada a gran escala. Gracias a los últimos veinte años de progreso tecnológico, los aerogeneradores han tenido un enorme avance y en la actualidad un parque eólico puede tener una generación comparable a la de una central eléctrica convencional. Por otra parte, la generación de energía eólica es cada vez más competitiva con las fuentes convencionales de combustible fósil y hoy ya está en igualdad con las centrales eléctricas a gas o a carbón.

Con más de 60.000 MW de capacidad instalada mundial y con un promedio anual de crecimiento del mercado del 28 %, la energía eólica se está convirtiendo rápidamente, en una fuente de energía de uso corriente en muchos países del mundo. Con la voluntad política existente para promover su despliegue a gran escala y con medidas de igual importancia de eficiencia energética, antes del 2030 la energía eólica podría abastecer el 29 % de las necesidades mundiales de electricidad.

Las decisiones políticas que se tomen en los años que vienen, determinarán por muchas décadas la situación ambiental y económica del planeta. Si bien el mundo industrializado necesita repensar con urgencia su estrategia energética, la reflexión sobre los errores del pasado, también deberían conducir al mundo en desarrollo a la decisión de construir sus economías, sobre los sólidos cimientos de las fuentes de la energía sostenible. Para alcanzar un medioambiente sano, economías prósperas y estabilidad política, es necesario comprometerse ahora con la energía sostenible, que nos garantiza un futuro verdaderamente seguro construido con tecnologías limpias y que promueve el desarrollo regional y la creación de millones de nuevos puestos de trabajo. El mundo no puede seguir aferrado a la energía "convencional" para seguir dependiendo de los combustibles fósiles, nucleares y otras anticuadas tecnologías. El viento puede y tiene que desempeñar un rol principal en el futuro de la energía del mundo.

Handwritten signature of Arthouros Zervos in black ink.

ARTHOUROS ZERVOS
Presidente del Consejo Mundial de Energía Eólica (GWEC).

Handwritten signature of Sven Teske in black ink.

SVEN TESKE
Director de Energías Renovables de Greenpeace Internacional.



RESUMEN EJECUTIVO

El estado global de la energía eólica

El mercado global de la energía eólica, se ha ido expandiendo más rápidamente que ninguna de las otras fuentes de energía renovable. Si en 1995 el mundo apenas tenía instalados 4.800 MW, en diez años esta cifra se ha multiplicado por doce, superando a fines del 2005 los 59.000 MW.

Se espera que el mercado internacional, alcance en el 2006 una cifra anual de negocios, superior a los 13 mil millones de euros y que de acuerdo a las estimaciones se llegue a las 150.000 personas empleadas alrededor del mundo. El éxito de esta industria le ha permitido atraer tanto a inversionistas de las finanzas convencionales, como de los sectores de la energía tradicional.

En varios países, la proporción de electricidad generada por la energía eólica, está rivalizando con los combustibles convencionales. Actualmente en Dinamarca el 20 % de la electricidad del país está siendo proporcionada por el viento. En España esta contribución ha alcanzado al 8 % y se prevé que alcance al 15 % a fines de la década. Estas cifras muestran que actualmente la energía eólica, puede aportar una producción significativa de electricidad y sin emisiones de carbono. En el 2005, el sector de la energía eólica global registró un nuevo récord anual, con un total de 11.531 MW de nueva capacidad instalada. Esto representó un aumento del 40,5 % anual y un crecimiento acumulado del 24 %.

Actualmente, la energía eólica ya está establecida como fuente de energía, en más de 50 países. Los países con la mayor capacidad instalada total en el 2005 fueron: Alemania (18.428 MW), España (10.027 MW), los EE.UU. (9.149 MW), la India (4.430 MW) y Dinamarca (3.122 MW). Otros países como Italia, el Reino Unido, los Países Bajos, China, Japón y Portugal, ya han alcanzado el umbral de 1.000 MW.

Hasta ahora la industria de la energía eólica, había centrado su mayor dinamismo en los países de la Unión Europea, pero esto empieza a cambiar. Tanto Estados Unidos como Canadá, están experimentando una oleada de actividad y se están abriendo nuevos mercados en Asia y Sudamérica. Al mismo tiempo, los parques eólicos que se han ido estableciendo en zonas marítimas, han trazado una nueva frontera para el desarrollo de la energía eólica y comienzan a realizar una importante contribución al suministro eléctrico.

Los Principales Factores del Desarrollo de la Energía Eólica

El crecimiento del mercado de la energía eólica, está siendo orientado por un cierto número de factores. La combinación de estos factores ha permitido que en algunas regiones del mundo, se estén impulsando políticas de apoyo para el desarrollo de esta industria.

Seguridad de los suministros: Si no se llevan a cabo las medidas comprometidas de eficiencia energética, la Agencia Internacional de Energía (IEA), predice que antes del 2030 las necesidades energéticas del mundo, serán casi un 60 % más altas que ahora. Al mismo tiempo las fuentes de combustibles fósiles están en disminución. Algunas de las principales economías del mundo, están obligados a depender cada vez más del combustible importado, que muchas veces proviene desde regiones donde el conflicto y la inestabilidad política, constituyen una amenaza para la seguridad de los suministros. Por el contrario, virtualmente en cada país del mundo, la energía eólica es una fuente de energía propia y abundante, que está permanentemente disponible y sin costes de combustible.

Las preocupaciones ambientales: Una buena parte del ímpetu con que se extiende la energía eólica, se explica por la urgente necesidad de combatir el cambio climático global. Hoy día es un hecho aceptado, que se trata de la más importante amenaza ambiental que enfrenta el mundo. En 1997 con el Protocolo de Kyoto, los Estados miembros de la OCDE se comprometieron para rebajar sus emisiones de CO₂ en un promedio de 5,2 %. El mundo en desarrollo está más preocupado, por los efectos ambientales directos de la combustión de los combustibles fósiles, particularmente por sus consecuencias sobre la contaminación del aire.

Una serie de otros efectos ambientales se producen por los distintos combustibles utilizados para generar electricidad, entre los que figuran los peligros derivados de la exploración y de la explotación de los combustibles fósiles, la contaminación causada por los derrames accidentales de petróleo y los riesgos para la salud asociados a la radiación. Estos riesgos y peligros se podrían evitar con la explotación de fuentes renovables de energía.

Economía: Mientras que el mercado global va creciendo, la energía eólica va experimentando una importante baja de sus costes. En relación a 20 años atrás, un aerogenerador moderno produce anualmente 180 veces más electricidad que sus predecesores y a menos de la mitad del costo por unidad (kWh). En las buenas localizaciones, el viento puede competir en costes con la energía del carbón y del gas. La competitividad de la energía eólica, se ha visto todavía más realzada por las recientes subidas de los precios de los combustibles fósiles. Si los „costes externos“ del combustible fósil y de la generación nuclear fueran considerados en su totalidad y por lo tanto fueran efectivamente evaluados sus efectos sobre la salud y la contaminación, la energía del viento resultaría incluso más barata.

La energía eólica también posee otras ventajas económicas, entre las que está la capacidad que tiene su industria para generar empleo. En el mundo en desarrollo, la energía eólica también abre oportunidades económicas a las comunidades dispersas y aisladas de la red eléctrica.

Tecnología e industria: Desde los años 80, cuando fueron desplegados los primeros aerogeneradores comerciales hasta hoy, se han realizado avances impresionantes en capacidad, eficacia y diseño visual. Una turbina eólica moderna produce anualmente 180 veces más electricidad que sus equivalentes de hace 20 años. Las turbinas más grandes fabricadas actualmente, tienen una capacidad de más de 5 MW, con diámetros de las palas por sobre los 100 metros. Los aerogeneradores modernos son modulares y fáciles de instalar y los parques eólicos pueden variar de capacidad, desde algunos megavatios hasta varios cientos.

La energía eólica ha llegado a ser un importante negocio. Para satisfacer la demanda, los principales fabricantes de aerogeneradores, están habilitando fábricas de millones de dólares alrededor del mundo.

Los Recursos Eólicos Mundiales y la Integración a la Red

Los estudios y las evaluaciones que se han realizado, confirman que los recursos eólicos mundiales son inmensos y además bien distribuidos a través de casi todas las regiones y países. La carencia de viento es tan poco probable, que no puede considerarse como un factor limitante, para el desarrollo global de la energía eólica.

En la medida que la industria se va ampliando, estas grandes cantidades de electricidad necesitarán ser integradas en la red global. Esto no debiera constituir un problema mayor, puesto que la variabilidad del viento, no es un obstáculo para este desarrollo.

Los métodos de control ya establecidos y la capacidad de respaldo disponible, para gestionar los dos elementos variables de la demanda y de los suministros, permiten que actualmente se pueda manejar adecuadamente la integración de la energía eólica a niveles cercanos al 20 % de penetración. Por encima de esos márgenes, se podrían necesitar algunos cambios en los sistemas de energía y en sus métodos de operación. Las técnicas de pronósticos mejoradas y la dispersión geográfica creciente de los parques eólicos, serán una gran ayuda para la integración a la red, ya que el viento siempre está soplando en alguna parte.

El potencial para incorporar grandes cantidades de generación eólica, ya ha sido probado por Dinamarca, en donde ya tienen la capacidad de resolver el 20 % del consumo total de electricidad a través de la energía eólica. En esta misma línea, un estudio de la DENA concluye que la energía eólica en

Alemania podía triplicar su producción para el 2015, abasteciendo el 14 % del consumo neto de electricidad y sin ninguna necesidad de recurrir a reservas o balances de otras centrales eléctricas.

Los Impactos Ambientales de la Energía Eólica

La construcción y la operación de instalaciones de energía eólica, se realizan frecuentemente en zonas de campo abierto y por lo tanto a veces se presentan problemas relativos al impacto visual, el ruido y los efectos potenciales sobre la fauna silvestre. Generalmente estos problemas se pueden resolver efectuando evaluaciones de impactos ambientales.

Impacto visual: Los aerogeneradores son estructuras altas, lo que significa que probablemente serán visibles en un área relativamente amplia. Sin embargo, mientras algunas personas expresan preocupación por los efectos sobre la belleza de nuestro paisaje, otras ven estas turbinas como elegantes y agradables, símbolos de un futuro menos contaminado.

Las aves: Estas pueden ser afectadas por el desarrollo de la energía eólica, debido a pérdidas en el hábitat, perturbaciones en las áreas de alimentación y crianza o por lesiones o muertes causadas por la rotación de las palas. Sin embargo los estudios de Europa y de los Estados Unidos han demostrado, que el índice medio de colisiones no supera las dos aves por turbina y por año. Estas cifras se deben contrastar con los millones de aves que mueren cada año, a causa de las líneas de alta tensión, los pesticidas y los vehículos.

Ruido: El sonido de los aerogeneradores en operaciones, es comparativamente más bajo en comparación al tráfico de los caminos; los trenes; las actividades de la construcción y muchas otras fuentes de ruido industrial. No obstante, en los modelos más recientes de aerogeneradores, se ha logrado mejorar los diseños y mejorar los aislamientos, por lo que son mucho más silenciosos que sus predecesores. Y de todas maneras el procedimiento habitual de las autoridades reguladoras, consiste en asegurarse que las turbinas están colocadas bastante lejos de los hogares más próximos, de manera que se eviten los ruidos inaceptables.

El Escenario de la Perspectiva Global de la Energía Eólica

El Escenario de la Perspectiva Global de la Energía Eólica, examina el potencial futuro para esta energía hasta el año 2050. Se presentan tres escenarios diferentes para la energía eólica. Un escenario de Referencia basado en cifras de la Agencia de Energía Internacional; una versión Moderada que supone que los objetivos actuales para la energía renovable

se han realizado y una versión Avanzada que supone que se han adoptado todas las opciones de políticas en favor de las energías renovables. Luego se ponen en relación, con dos escenarios correspondientes a la demanda energética global. En el escenario de Referencia, el crecimiento de la demanda también está basado en proyecciones de la IEA. En la versión de Alta Eficiencia Energética, una variedad de medidas de eficiencia energética producen como efecto una substancial reducción en la demanda.

Los resultados demuestran que durante los próximos 30 años, la energía eólica puede hacer una contribución importante en la satisfacción de la demanda global con electricidad renovable limpia, y que su penetración en el sistema de abastecimiento energético, puede ser substancialmente aumentada, si al mismo tiempo se ponen en ejecución medidas serias de eficiencia energética. En el escenario de Referencia, la energía eólica proveería antes del 2030 el 5 % de la electricidad del mundo y el 6,6 % antes del 2050. En el escenario Moderado, la contribución de la energía eólica se ubicaría entre el 15,5 % en el 2030 hasta el 17,7 % antes del 2050. En el escenario Avanzado, la contribución de la energía eólica, respecto a la demanda mundial de electricidad, se ubicaría entre el 29,1 % en el 2030 hasta el 34,2 % antes del 2050.

Los tres escenarios asumen que una proporción del aumento de nueva capacidad de la energía eólica, será instalada en mercados emergentes, tales como Sudamérica, China, el Pacífico y Asia del Sur.

LOS COSTES Y LOS BENEFICIOS DE ESTOS ESCENARIOS INCLUYEN:

Inversión: El valor anual de la inversión del mercado de la energía eólica en el 2030, estará en un rango de € 21.2 mil millones en el escenario de Referencia, de € 45 mil millones en el escenario Moderado y finalmente de € 84.8 mil millones en el escenario Avanzado.

Costes de generación: Se espera que antes del 2020 el costo de producir electricidad con energía eólica, descienda a 3-3.8 centavos de €/kWh en las buenas localizaciones y a 4-6 centavos de €/kWh en las localizaciones con bajos índices de vientos.

Empleo: En el 2030 el número de trabajos creados por el mercado de la energía eólica, variará desde los 480.000 en el escenario de Referencia, hasta los 1.1 millones en el escenario Moderado y a los 2.1 millones en el escenario Avanzado.

Ahorros en dióxido de carbono: En el 2030 en el escenario de Referencia los ahorros estarán en los 535 millones de toneladas anuales de CO₂, en 1.661 millones de toneladas en el escenario Moderado y en 3.100 millones de toneladas en el escenario Avanzado.

Problemas de Política Energética y Recomendaciones

Las tecnologías renovables son perjudicadas por la falta de penalización de que gozan los combustibles convencionales, respecto a los costes económicos de la contaminación y de otros peligros que producen, así también por las distorsiones de los mercados de electricidad del mundo, ocasionadas por la ayuda financiera masiva y el apoyo estructural a las tecnologías convencionales. Sin ayuda política, la energía eólica no puede establecer su positiva contribución respecto a los objetivos ambientales y de seguridad de los abastecimientos.

LA ACCIÓN SE HACE NECESARIA EN LAS SIGUIENTES ÁREAS:

Metas para la energía renovable: Fijando metas se estimulará a los gobiernos, para que desarrollen los marcos reguladores necesarios para expandir las energías renovables, particularmente los marcos financieros, la regulación del acceso a la red, la planificación y los procedimientos administrativos.

Mecanismos de políticas específicas: El mercado para la energía generada, necesita ser claramente definido por las leyes nacionales, introduciendo la estabilidad de medidas fiscales de largo plazo, que minimicen los riesgos de los inversionistas y aseguren un adecuado retorno para las inversiones.

Reforma del mercado de la electricidad: Se necesitan reformas en el sector de la electricidad que impulsen la energía renovable, particularmente aquellas que eliminen las barreras de entrada a los mercados, que supriman los subsidios a los combustibles fósiles y nuclear y que impongan la internalización de todos los costes sociales y ambientales producidos por la energía contaminante.

Una acción internacional por el cambio climático: Las metas para una continua reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero, deben ser proyectadas más allá del actual período de Kyoto (del 2008 al 2012).

Una reforma del financiamiento internacional: Los mecanismos de financiamiento multilateral deben establecer un aumento de los porcentajes de los préstamos destinados a proyectos de energía renovable, y al mismo tiempo, deben iniciar una rápida fase de eliminación del apoyo a los proyectos convencionales de energías contaminantes.

La acción de las instituciones internacionales: El bloque de países del G8 y la Comisión de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, deben apoyar el desarrollo global de las energías renovables.



EL ESTADO GLOBAL DE LA ENERGÍA EÓLICA

En el curso de la última década, el mercado global de la energía eólica se ha ido expandiendo más rápidamente, que ninguna de las otras fuentes de energía renovable. Desde el año 2000 la capacidad instalada acumulada ha crecido en promedio un 28 %. Si en 1995 el mundo apenas tenía instalados 4.800 MW en diez años esta cifra se ha multiplicado por doce, superando a fines del 2005 los 59.000 MW.

El resultado es una industria internacional, de la cual se espera que en el 2006 alcance una cifra anual de negocios, superior a los 13 mil millones de euros. Se ha creado una industria sólida, que de acuerdo a las estimaciones emplea 150.000 personas alrededor del mundo. Tal ha sido el éxito de esta industria, que está atrayendo a un número creciente de inversionistas, tanto del campo financiero convencional, como de sectores ligados a las energías tradicionales.

En varios países, la proporción de electricidad generada por la energía eólica, está desafiando a los combustibles convencionales. Actualmente en Dinamarca el 20 % de la electricidad del país, es proporcionada por el viento. En el norte de Alemania, la energía eólica puede contribuir en el 35 % del abastecimiento. En España, el quinto país mayor de Europa, esta contribución ha alcanzado al 8 % y está previsto que llegue hasta el 15 % a fines de la década.

Estas cifras muestran que actualmente la energía eólica, puede proporcionar una contribución significativa de energía eléctrica y sin emisiones de carbono.

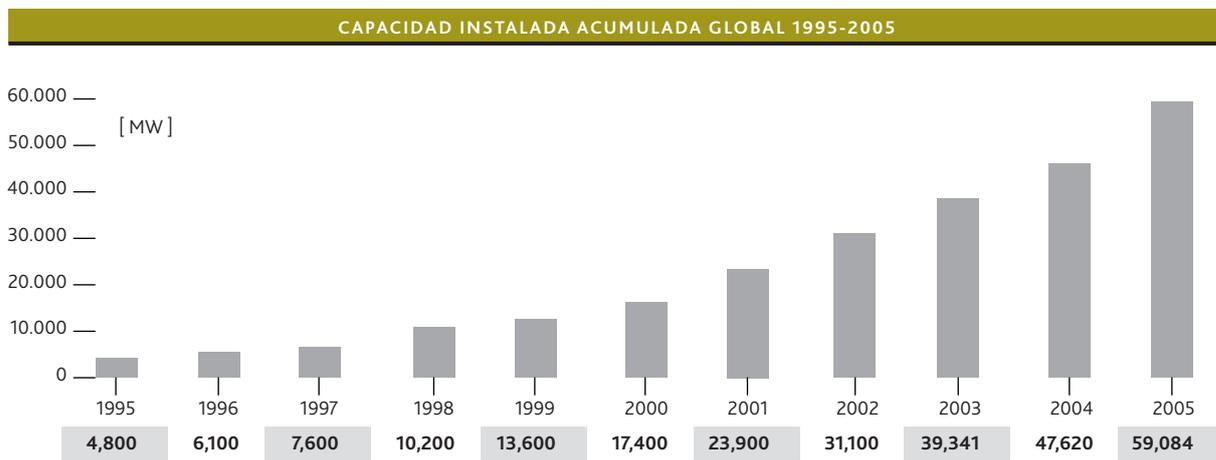
Año Récord en el 2005

El año pasado el sector global de la energía eólica, registró otro año récord. Durante el 2005 se instalaron en más de 30 países un total de 11.531 MW de nueva capacidad. Esto representó un aumento del 40,5 % anual y un crecimiento acumulado del 24 %. Así a finales de 2005, la capacidad instalada mundial de la energía eólica había llegado a los 59.084 MW.

Actualmente, la energía eólica ya está establecida como fuente de energía, en más de 50 países alrededor del mundo. Los países con la mayor capacidad instalada total son Alemania (18.428 MW), España (10.027 MW), los EE.UU. (9.149 MW), la India (4.430 MW) y Dinamarca (3.122 MW). Otros países como Italia, el Reino Unido, los Países Bajos, China, Japón y Portugal, ya han alcanzado el umbral de 1.000 MW.

Hasta ahora la industria de la energía eólica, había centrado su mayor dinamismo en los países de la Unión Europea, pero esto empieza a cambiar. Tanto Estados Unidos como Canadá, están experimentando una oleada de actividad y se van abriendo nuevos mercados en Asia y Sudamérica. En Asia, tanto China como la India, registraron un nivel récord de expansión durante 2005.

Los proyectos instalados en tierra, fueron la base del desarrollo de la energía eólica, pero cada vez más, las necesidades de espacio y el interés por alcanzar una mayor productividad a través de mejores regímenes de viento, fueron impulsando la utilización de territorios marítimos. Estos nuevos proyectos han abierto nuevas demandas, tales como cables subacuáticos extensos, cimientos más sólidos y turbinas individuales con mayor capacidad. Al mismo tiempo se espera que los parques marítimos, participen en una proporción creciente, en el aumento de la capacidad eólica global, especialmente en el norte de Europa.



Otra manera de manejar el crecimiento de la demanda de energía eólica, en lugares en que los terrenos aptos son limitados, ha consistido en aumentar la potencia "repowering". Esto implica sustituir las antiguas turbinas eólicas menos eficientes, por un número menor de turbinas de modelos recientes, con una mayor capacidad de generación. El aumento de potencia está ganando terreno en ciertos países, cuya industria eólica se encuentra establecida desde hace diez años o más. Entre estos países está Dinamarca, el Reino Unido y Alemania.

Europa

La Unión Europea todavía lidera el mundo, con más de 40.500 MW de capacidad instalada de energía eólica, que a fines del 2005 representaba el 69 % del total global. Esto significa que el objetivo fijado por la Comisión Europea de 40.000 MW para el 2010, ha sido alcanzado con cinco años de anticipación.

El aumento de la energía eólica en la Unión Europea, ha sido impulsada por las políticas particulares implementadas por cada uno de los Estados miembros, para apoyar la energía renovable. Estas políticas deben cumplir con el objetivo de contribuir a la reducción de las emisiones de gases con efecto invernadero e incluyen una gama de incentivos financieros, entre los que se encuentran los subsidios a las inversiones y las tarifas preferenciales. En el 2001 una directiva de la UE sobre energía renovable, estableció a cada Estado miembro, un objetivo que debería ser alcanzado antes de 2010. La meta conjunta Europea consiste en llegar al 21 % de los suministros de electricidad.

La Asociación Europea de Energía Eólica (EWEA), estima que para el 2010, el ahorro de emisiones de gases con efecto invernadero, producto solamente de la expansión de la energía eólica, permitirá cumplir con un tercio de las obligaciones de Kyoto contraídas por la Unión Europea. La EWEA se plantea como objetivos alcanzar 75.000 MW de

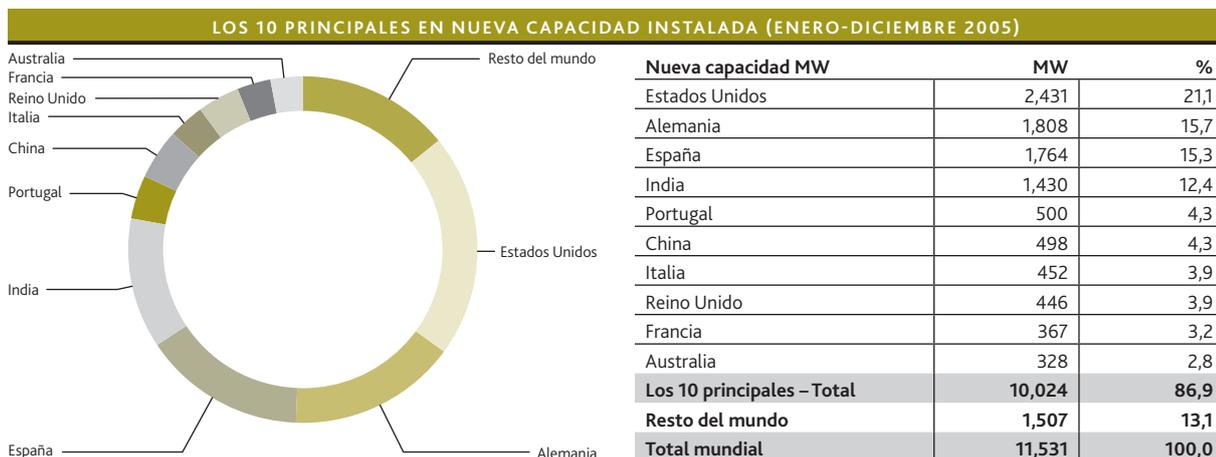
capacidad eólica en el 2010; 180.000 MW en el 2020 y 300.000 MW en el 2030.

Hoy en día **Alemania** cuenta con el mayor desarrollo en energía eólica de Europa. Estos resultados han sido impulsados por una serie de leyes sucesivas, entre las cuales la más reciente es la Ley de Fuentes de Energía Renovable del 2000 (actualizada en el 2004), las que han permitido pagar sobre tarifas a los generadores de energía eólica, que se irán reduciendo gradualmente, de acuerdo a un plazo contractual de 20 años. Estos mecanismos de política energética han probado ser extremadamente acertados, atrayendo a una gran cantidad de pequeños inversionistas y dando por resultado, un crecimiento anual de dos dígitos desde los años 90.

Los proyectos eólicos, también reciben un tratamiento preferencial bajo la ley alemana de gestión territorial, que incita a las autoridades locales a designar zonas para promover los parques eólicos. La energía eólica provee actualmente cerca del 5,5 % de la electricidad alemana y poseía a fines del 2005 una capacidad instalada de 18.428 MW.

Aunque en Alemania, el índice de instalaciones de aerogeneradores en tierra, ha comenzado a disminuir su ritmo, principalmente debido a la escasez de sitios adecuados disponibles, esta situación debería ser compensada, por el aumento de la potencia de las turbinas más antiguas o repowering y por la apertura de nuevos sitios marítimos en el Mar del Norte y el Báltico. Un estudio realizado por el Ministerio del Medio Ambiente Alemán (BMU), estima que la energía eólica producida costa afuera (off-shore), podría alcanzar un nivel entre 12.000 y 15.000 MW en el 2020.

España ha aumentado rápidamente su capacidad en energía eólica desde mediados de los años 90, impulsada por tarifas nacionales preferenciales y una política basada en planes industriales regionales. En muchas comunidades autónomas las empresas de prospección sólo pueden acceder a los sitios de los proyectos, si se comprometen a establecer una base



productiva en la región. Esto ha dado lugar a que comunidades relativamente poco industrializadas, pero con vientos aptos para la generación de energía, como Navarra por ejemplo, alcancen un desarrollo económico importante y que la energía eólica represente actualmente cerca del 60 % del suministro de electricidad. En comunidades mayores, como Castilla - La Mancha y Galicia, este nivel ha alcanzado un porcentaje superior al 20%.

La mayor parte de las turbinas eólicas instaladas en España, han sido construidas en el país. El año pasado los pedidos de nuevos aerogeneradores, alcanzaron un récord cercano a los 1.764 MW, lo que corresponde a un aumento del 20 % respecto a 2004 y un ahorro de 19 millones de toneladas de emisiones de dióxido de carbono. Esto elevó el total de la energía eólica española por encima de 10.000 MW lo que permite satisfacer el 8,25 % de la demanda de electricidad del país. El gobierno se ha propuesto como objetivo superar los 20.000 MW en el 2010.

Dinamarca ha sido el pionero, de la industria productora de turbinas eólicas en Europa y continúa manteniendo, el porcentaje más alto de penetración de energía eólica en su matriz energética. A fines del 2005 tenía una capacidad de generación de más de 3.000 MW y cuando el viento sopla fuertemente, las fuentes de energía eólica, pueden proporcionar más de la mitad de la electricidad necesaria a la parte occidental del país. Las proyecciones del Operador del Sistema de Transmisión danés (Energinet), muestran que en el 2010, el consumo de electricidad en Dinamarca occidental, podría ser satisfecho regularmente por una mezcla eólica y de pequeñas plantas eléctricas combinadas (calor y electricidad), sin necesidad de recurrir a la generación centralizada. En los años 90 Dinamarca también fue pionera en el desarrollo de los parques eólicos marítimos y todavía posee el parque eólico marítimo más grande del mundo.

Una segunda oleada de países, entre los que están **Portugal, Francia, el Reino Unido, Italia, los Países Bajos y Austria**, se está agregando a los líderes de este mercado. En Portugal, una fuerte política del gobierno, apoyada en un sistema de pagos de tarifa fijas, ha permitido el aumento de las capacidades eólicas, desde 100 MW en 2000 hasta sobrepasar los 1.000 MW a finales del 2005. En Italia, se introdujo un objetivo nacional para la energía renovable, que se ligó en el 2001a un sistema de certificados verdes transmisibles, produciendo un crecimiento de 452 MW en el 2005 para alcanzar una capacidad eólica total de más de 1.700 MW.

Aunque todavía no se ha materializado el potencial de los diez nuevos estados, que en 2004 pasaron a formar parte de la Unión Europea, se espera que en los próximos años se produzca el efectivo despegue de algunos de ellos, tales como **Polonia, Hungría y los Estados Bálticos**.

Norteamérica

En el 2005, se instaló en Norteamérica casi un cuarto de la nueva potencia mundial, aumentando la capacidad en un 37 % y dando un gran impulso a la energía eólica tanto en los Estados Unidos como en Canadá.

El lugar de origen de la expansión a gran escala de la energía eólica, fue California a finales de los años 80 y a comienzos de los 90. **Los Estados Unidos** están experimentando un renacimiento, que muy pronto podría hacerlos alcanzar el éxito de los líderes europeos del mercado. Muchos estados de los EE.UU., tienen un excelente régimen de vientos y grandes espacios abiertos, aptos para el desarrollo eólico y además tienen una demanda creciente de energía, que desearía evitar la inestabilidad de los precios de los combustibles fósiles.

En el 2005 la industria de los EE.UU., rompió todos los récords anuales anteriores, instalando cerca de 2.500 MW de nueva capacidad. Esto significó que la energía eólica total del país, asciende hoy día a más de 9.100 MW. Se espera que esta industria llegue incluso a mejores resultados en el 2006, debido a las nuevas instalaciones que probablemente superarán los 3.000 MW.

Actualmente, este desarrollo ha desbordado su base californiana y el avance de empresas a gran escala, se expande a través de 31 estados de los EE.UU. Los nuevos parques eólicos terminados en 2005 incluyen doce proyectos de 100 MW o más y se extienden geográficamente desde el proyecto Maple Ridge de 140 MW en Nueva York, hasta el proyecto de Hopkins Ridge de 150 MW en el Estado de Washington en el Pacífico del Noroeste. El proyecto particular más grande que fuera terminado el año pasado, fue Horse Hollow de 210 MW del centro de energía eólica en Tejas. Con 700 MW adicionales en 2005, una cantidad mayor que cualquier otro estado, Tejas se acercó a California, que desde siempre ha sido el líder nacional de la energía eólica.

El crecimiento del mercado de los EE.UU., se debe en gran parte a los tres años de estabilidad que se están viviendo actualmente, gracias al Crédito Fiscal a la Producción (PTC), que es el incentivo federal para la energía eólica. Por primera vez en la historia de los créditos fiscales, el Congreso de los EE.UU., extendió el PTC antes de su expiración, validándolo hasta finales de 2007. En consecuencia, la industria eólica espera vivir varios años de rompimientos sucesivos de récord.



El fracaso en la renovación del PTC en años anteriores produjo en el mercado eólico de los EE.UU., una verdadera „montaña rusa“, con años de confianza descendente de los inversionistas, seguidos por breves períodos de auge. Actualmente la Asociación Americana de Energía Eólica (AWEA), está en pleno trabajo de “lobby” para lograr una extensión a más largo plazo de los incentivos. Con políticas estables de apoyo, la energía eólica podría proporcionar en el 2020 por lo menos el 6 % de la electricidad de los EE.UU., lo que según la AWEA correspondería a una proporción similar a la que representa actualmente la hidroelectricidad. Sin embargo, en una perspectiva de más largo plazo, la energía eólica podría alcanzar una contribución superior al 20 %.

Gracias a una mezcla de incentivos federales y de iniciativas provinciales para impulsar el aumento de la energía renovable, la capacidad eólica en **Canadá** aumentó en el 2005 en un impresionante 54 % y ahora están situados en 683 MW. Esto equivale a una producción de energía suficiente, para aprovisionar a más de 200.000 hogares canadienses.

El apasionante mercado de Canadá ha contado con el importante apoyo del “Incentivo para la Producción de Energía Eólica” del gobierno federal (WPPI), similar al PTC. En el 2005 se extendió la validez del WPPI hasta el 2010 y con los fondos disponibles, se aumentó la ayuda para alcanzar hasta 4.000 MW de capacidad. Varias provincias también han implementado políticas destinadas a impulsar proyectos eólicos, incluyendo contratos públicos por cerca de 2.000 MW de nuevos parques eólicos.

Como resultado de estas políticas, se espera que en 2006 se tengan por lo menos 500 MW de proyectos eólicos encomendados. La Asociación Canadiense de la Energía Eólica, estima que más de 8.000 MW podrían estar en funcionamiento en el 2015.

Asia

El continente asiático, se está convirtiendo en uno de los principales centros neurálgicos del desarrollo de la energía eólica, con un 19 % de nuevas instalaciones en el 2005, un índice de crecimiento por encima del 46% y con una capacidad total de la región cercana a los 7.000 MW.

El mercado asiático más fuerte sigue siendo la **India**, con una instalación superior a los 1.430 MW de nueva capacidad durante el año pasado, aumentando su capacidad eólica a 4.430 MW. Esto lo elevó a la cuarta posición, en el tablero de posiciones de la liga internacional de la energía eólica. La Asociación Hindú de Fabricantes de Turbinas Eólicas (IWTMA), espera que se encargarán cada año y durante los tres próximos años, entre 1.500 y 1.800 MW.

El gobierno Hindú proporciona incentivos al sector de la energía eólica, bajo la forma de supresiones y reducciones de impuestos. En el 2003 la Ley Eléctrica también estableció en la mayoría de los Estados, las Comisiones Reguladoras de Electricidad Estatal, con un mandato para promover la energía renovable con tarifas preferenciales y con un mínimo obligatorio para las compañías de distribución, de que un cierto porcentaje de su abastecimiento provenga de energías renovables. Las tarifas para los parques eólicos conectados a la red varían de estado a estado.

Durante los últimos años, el gobierno y la industria de la energía eólica, han tenido éxito en la introducción de una mayor estabilidad al mercado hindú. Esto ha animado la inversión de grandes empresas del sector privado y público. También ha estimulado una mayor fabricación nacional, llevando a que hoy algunas compañías integren a sus turbinas, más del 80 % de componentes producidos en la India. Esto ha dado lugar tanto a una producción más rentable, como a un empleo local adicional.

El despliegue geográfico de la energía eólica hindú, se ha concentrado hasta ahora en algunas regiones, especialmente en el estado sureño de Tamil Nadu, que cuenta con más de la mitad de todas las instalaciones. Esto está comenzando a cambiar, con otros estados que empiezan a avanzar, entre los cuales están el Maharashtra, Gujarat, Rajasthan y Andhra Pradesh. Con un potencial de casi 65.000 MW de capacidad eólica a través del país (estimación de la IWTMA), el progreso en la India debería acelerarse durante la próxima década.

Con su gran territorio y su larga línea costera, **China** tiene un rico potencial en energía eólica. El Instituto de Investigación de Meteorología Chino, estima que la energía explotable con instalaciones en tierra firme, tiene un potencial cercano a los 253 GW de capacidad. Sin embargo los proyectos en zonas marítimas podrían proporcionar 750 GW adicionales.



El primer parque eólico chino fue instalado en 1986 como un proyecto de demostración. A fines del 2005, las instalaciones totales en China continental, habían alcanzado los 1.260 MW, representando un crecimiento anual del 60 %.

La política del gobierno chino, ha consistido en impulsar la fabricación nacional de turbinas eólicas, reduciendo así los costes, para que la energía eólica pueda competir con la generación a partir del combustible fósil. La industria de generación de energía de China, está actualmente dominada por las centrales eléctricas a carbón, que causan contaminación atmosférica y otros problemas ambientales. Para establecer una industria nacional de aerogeneradores, que tuviera un desarrollo comercial a gran escala, la Comisión de Desarrollo Nacional y de Reforma (NRDC) promovió la idea de las Concesiones de Energía Eólica. Mediante el sistema de las concesiones las autoridades locales invitan a inversionistas, tanto internacionales como nacionales, para que desarrollen parques eólicos de 100 MW en sitios potenciales, con llamados a propuestas que bajen los costes de generación y aumenten la proporción de componentes fabricados localmente. Una de las reglas es que el 70 % de los componentes se deben fabricar en China.

Recientemente el mercado de la energía eólica en China, ha sido significativamente dinamizado por una nueva Ley sobre Energía Renovable, que entró en vigor a principios del 2006. El propósito de esta ley es establecer un objetivo nacional, para el desarrollo renovable y adoptar un sistema nacional de tarifas de apoyo. En respuesta, una gran cantidad de compañías internacionales, han lanzado empresas a riesgo compartido con las compañías chinas y están instalando fábricas y ensambladoras de componentes.

La meta actual para la energía eólica en China, es alcanzar los 5.000 MW para fines del 2010. Al mismo tiempo el gobierno chino en su planificación a largo plazo, es decir hasta el 2020, se ha propuesto alcanzar 30 GW en energía eólica. Para esa

fecha se estima, que para satisfacer su creciente demanda, la capacidad total de producción de energía en China, debería haber alcanzado 1.000 GW. Para entonces la electricidad generada por el viento, representaría el 1,5 % de la producción total de energía.

En **Japón** la industria de la energía eólica, también se ha ido expandiendo, por una parte estimulada por una exigencia del gobierno a las compañías de electricidad, que consiste en un aumento del porcentaje de las energías renovables en los abastecimientos (parecida a las leyes RPS o Carteras de Energía Renovable), y por otra parte por la introducción de los incentivos de mercado. Estos últimos, incluyen un precio superior para la energía renovable y subvenciones en capital para proyectos de energía limpia. El resultado obtenido es un aumento en la capacidad instalada de Japón, a partir de 461 MW a fines del ejercicio del año fiscal 2002, a más de 1.000 MW en marzo del 2006.

El objetivo oficial del gobierno japonés para la energía eólica, consiste en alcanzar los 3.000 MW para el 2010. Los factores principales que podrían retrasar esta meta, son el nivel relativamente bajo del porcentaje objetivo del RPS y las dificultades encontradas por algunos proyectos eólicos, debido a condiciones atmosféricas turbulentas e inestables, especialmente en las regiones montañosas.

Corea del Sur y Taiwán también tienen la experiencia de un fuerte crecimiento durante el 2005, que llevó a cada país a terminar el año con 100 MW de capacidad instalada. Entre los nuevos mercados de la energía eólica, está Filipinas que quisiera convertirse en un importante productor, aunque el primer parque eólico de 25 MW fue erigido solamente en el 2005. El gobierno Filipino se ha planteado una meta a diez años, que apunta a alcanzar los 417 MW. Filipinas cuenta de lejos, con el más alto potencial de energía eólica en Asia Sur Oriental. Un estudio realizado por el estadounidense "National Renewable Energy Laboratory", concluyó que el país podría alcanzar sobre los 70.000 MW de capacidad instalada, entregando más de 195 mil millones kWh por año.

América Latina

Aunque hasta la fecha ha existido poca actividad en América Latina, algunos gobiernos están en el proceso de implementar leyes o programas de energía renovable y se espera que la energía eólica se desarrolle fuertemente en los próximos años.

Los altos precios del petróleo, los cortes eléctricos y los problemas de contaminación atmosférica, han puesto presión sobre el gobierno de **Brasil**, para que busque soluciones sostenibles a través del etanol, la biomasa, la hidroelectricidad, la energía eólica y solar. La energía eólica se articula bien, con el perfil de las plantas hidroeléctricas existentes en el país, especialmente en el nordeste, en donde los fuertes vientos coinciden con las bajas precipitaciones y proporcionan un alto factor de carga. Según un atlas del viento publicado en 2001 por el Ministerio Brasileño de Minas y de Energía (MME), el potencial total del viento del país se estima en 143 GW, pese a que solamente han sido considerados los sitios con velocidades del viento sobre 7 metros por segundo.

En el 2002 el gobierno brasileño introdujo el programa PROINFA para estimular el desarrollo de generación con biomasa, eólica y pequeña hidráulica. El objetivo inicial fue la implementación de proyectos por 3.300 MW hasta finales del 2006. La electricidad de los generadores de energía renovable, es comprada por la compañía pública de electricidad brasileña Eletrobrás, bajo acuerdos de compra de energía por 20 años, con un precio de compra garantizado y con financiamiento de proyectos a través del Banco de Desarrollo Nacional Brasileño (BNDES). El 60 % de los costes en equipos y en construcción, deben provenir de proveedores nacionales. Debido a esta limitada perspectiva del mercado, con un calendario reducido para el programa y sin un seguimiento adecuado posterior, PROINFA no provocó la inversión deseada en instalaciones de fabricación adicionales. Con un fuerte monopolio en fuentes de aprovisionamiento de electricidad, una considerable burocracia y carencias en infraestructura, los costes para instalar la energía eólica, han sido relativamente altos (cerca de US\$ 2.000/kW). El progreso por lo tanto ha sido lento y los primeros parques eólicos de PROINFA están comenzando a ser construidos sólo recientemente. Se espera que la capacidad total de la energía eólica en Brasil, aumente desde los 28 MW en el 2005 a cerca de 200 MW en el 2006.

A pesar de tener en funciones solamente dos pequeños parques eólicos, la Asociación Mexicana de Energía Eólica, proyecta que **México** podría tener por lo menos 3.000 MW de capacidad instalados, para el período 2006-2014. Una razón es la tramitación en el congreso mexicano, en diciembre de 2005 de una Ley de Utilización de la Energía Renovable, dirigida a establecer un programa con el objetivo de que las energías renovables, contribuyan en un 8 % de la producción de energía nacional en el 2012 (excluyendo las grandes hidroeléctricas). La ley también prevé la creación de una organización que respalde los proyectos de energía

renovable, de electrificación rural, biocombustibles y la investigación y desarrollo en tecnología (R&D).

En América latina y el Caribe, otros países con potencial para la energía eólica, son Argentina, Chile, Costa Rica, Nicaragua, Uruguay, Colombia, la República Dominicana y Jamaica.

Australasia

Australia dispone de recursos eólicos que están entre los mejores del mundo y muchas regiones con tierras agrícolas, predominantemente abiertas, tienen extraordinarios coeficientes de capacidad. Durante 2005 el incremento de la capacidad instalada del país, casi se duplicó con la adición de 328 MW, llevando el total a 708 MW. Paralelamente, una serie de proyectos por aproximadamente 6.000 MW están en distintas etapas de ejecución o en el desarrollo previo a la construcción.

Las Metas Obligatorias de Energía Renovable, constituyen el incentivo nacional principal para la energía eólica, pese a que tiene un modesto objetivo de 9.500 GWh de generación de energías renovables para el 2010, apenas sobre el 1 % de la demanda de electricidad de Australia. La Asociación Australiana de la Energía Eólica (Auswind), ha hecho un llamado para que la meta se eleve hasta el 10 %.

Algunos estados están planeando introducir por su cuenta, esquemas con incentivos más ambiciosos, tales como el gobierno del Estado de Victoria, que se propone alcanzar una participación del 10 % de energía renovable, respecto a su capacidad total para el 2010. Auswind argumenta que la política federal debe reconocer que la energía eólica, es una tecnología madura, que requiere de mecanismos específicos para cerrar la brecha de precios, entre ella y la generación convencional con combustibles fósiles. La industria cree que es necesario agregar, por lo menos 600 MW de nueva capacidad anual en el país, para que la industria de la energía renovable pueda continuar creciendo y para que Australia mantenga una base industrial eólica.

Aunque hasta antes de fines de 2005, sólo se instalaron 168 MW de capacidad eólica, **Nueva Zelanda** rivaliza buscando convertirse en un mercado dinámico. Después de un período discreto, en la actualidad ya tiene casi 1.000 MW en proyectos autorizados para comenzar su construcción, con un potencial de 2.000 MW de capacidad futura si se continúa con el mismo ritmo.

África

El potencial para el desarrollo a gran escala de la energía eólica, se concentra en el norte y en el sur de África, constatándose en el área central, velocidades del viento relativamente bajas.

En el norte, **Marruecos** tiene instalados 64 MW y un plan de acción nacional para instalar 600 MW hacia el 2010, mientras que **Túnez** está esperando para realizar su primer proyecto de 60 MW. El país más exitoso ha sido **Egipto**, donde se han construido varios grandes parques eólicos, en una zona designada de 80 km² en Zafarana, en el Golfo de Suez. La mayoría de estos parques se han realizado, con la ayuda de las agencias públicas de desarrollo de los gobiernos europeos. Otra área en el Golfo Gabal EL-Zayt, de 700 km² está destinada actualmente para un parque eólico de 3.000 MW. Este sitio goza de una excelente velocidad media del viento de 10,5 metros por segundo.

De un nivel actual de 145 MW, la Autoridad de Energías Nuevas y Renovables del gobierno egipcio, está examinado la instalación de 850 MW para el 2010. Entre el 2020 y el 2025 el total podría alcanzar los 2.750 MW.

En el sur, **Sudáfrica** vio su primera pequeña instalación en el 2002, pero proyectos mayores deberían ser estimulados por incentivos adecuados del mercado.

Proyectos eólicos marítimos (Offshore)

La posibilidad de emplazar los aerogeneradores en el lecho del mar, ha abierto una nueva frontera para la energía eólica, especialmente en los países de Europa del norte, en donde la disponibilidad de costas relativamente poco profundas, se combina con la necesidad de encontrar espacios aptos, para proyectos mucho más grandes de los que son posibles en tierra.

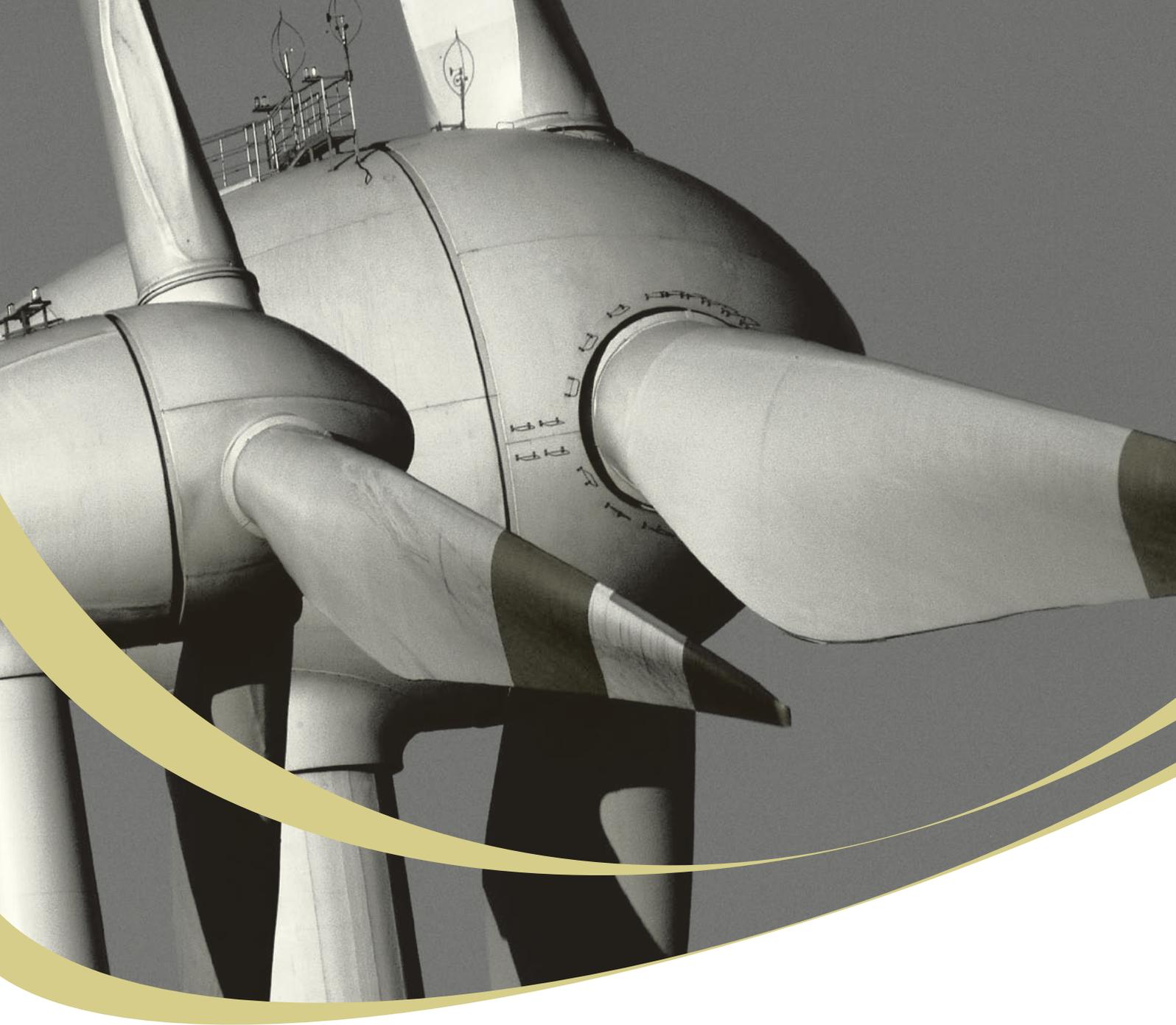
Dinamarca ha sido pionera en la explotación eólica marítima, habiendo instalado los dos parques más grandes en el mar: 160 MW en Horns Rev en el Mar del Norte y 158 MW en Nysted en el Báltico. Actualmente otros dos grandes proyectos están en pleno desarrollo en los mismos sitios.



El **Reino Unido** también ha alcanzado una posición de liderazgo, con 214 MW construidos en cuatro emplazamientos. Además se está impulsando un proyecto por más de 1.000 MW y que ya cuenta con el acuerdo, para avanzar en ocho sitios e incluso proyectos individuales más grandes (de hasta 1.000 MW cada uno) están previstos dentro de tres áreas estratégicas costa afuera, identificadas por el gobierno.

Otros parques eólicos marítimos, han sido construidos alrededor de las costas de **Suecia** y de **Irlanda**, con una capacidad instalada total en Europa, que alcanzaba a los 680 MW a finales del 2005. Otros proyectos están previstos o en proceso de construcción, frente a las costas de los **Países Bajos**, de **Bélgica**, de **Francia** y de **España**. En los **Estados Unidos**, los sitios marítimos están progresando en las etapas de planificación, en la costa Este y de Tejas en el Golfo de México.

La instalación de turbinas eólicas en el mar, ha probado ser más costosa que lo previsto, por lo que un cierto número de proyectos están actualmente suspendidos mientras se reevalúan en términos económicos. Un factor que se espera que mejore la viabilidad de los parques eólicos marítimos, es la evolución comercial de la nueva generación de turbinas, con una capacidad superior (sobre 5 MW). Un problema adicional que deberá ser resuelto, es cómo serán compartidos entre los constructores de parques y las empresas de abastecimientos eléctricos, los nuevos costes de tendido de los cables de conexión desde el mar hacia la red.



LOS PRINCIPALES FACTORES DEL DESARROLLO DE LA ENERGÍA EÓLICA

El crecimiento del mercado para la energía eólica, está siendo orientado por un cierto número de factores, los que incluyen globalmente la demanda y el abastecimiento de energía, el perfil ascendente del tema medioambiental y las mejoras impresionantes de la tecnología en sí misma. Estos factores se han combinado en ciertas regiones del mundo, para apoyar políticamente el desarrollo de la industria.

Seguridad de Abastecimiento

La demanda global de energía está aumentando a un ritmo impresionante. La Agencia Internacional de Energía (IEA) predice que para el 2030, las necesidades energéticas del mundo serán casi un 60 % más alta que en el presente. Dos tercios de este aumento ocurrirá en China, la India y otras economías de rápido desarrollo y para el 2030 estos países participarán en cerca de la mitad del consumo global de energía.

Si ocurre este sostenido aumento de la demanda energética en el mundo, se requerirá de una inversión significativa en nueva capacidad de generación y en infraestructura para la red eléctrica, especialmente en el mundo en desarrollo. La IEA estima que el sector global de la energía, necesitará instalar aproximadamente 4.800 GW de nueva capacidad entre hoy y el 2030. Esto implicará una inversión de aproximadamente 2 mil millones de dólares (1,7 mil millones de euros) en la generación de energía y de US\$ 1,8 mil millones en redes de transmisión y de distribución.

Los países industrializados hacen frente a una situación diferente aunque paralela. En la medida que la demanda siga aumentando, los días de sobrecapacidad en la producción de electricidad estarán terminados. Muchas de las centrales eléctricas más antiguas llegarán pronto al final de sus vidas útiles. La IEA predice que en los países de la OCDE para el 2030, será necesario instalar sobre 2.000 GW de nueva capacidad de generación, incluyendo el reemplazo de las plantas que estarán fuera de servicio.

Sin medidas de eficiencia energética, se espera que la demanda de electricidad en la Unión Europea, aumente en un 51 % entre el 2000 y el 2030, requiriendo inversiones en generación de energía por alrededor de 625 mil millones de euros (US\$ 760 mil millones). La mitad de este monto es necesario para reemplazar centrales eléctricas ya existentes.

Sin embargo, el efecto potencial del ahorro de energía sobre la demanda global, podría ser considerable. De acuerdo al estudio de Ecofys y DLR utilizado en este informe, si una amplia gama de tecnologías e iniciativas son aplicadas, la demanda de electricidad podría solamente aumentar en un 30 % en el 2030. Pero aunque en el escenario de "Alta eficiencia energética", se reconocen las limitaciones impuestas por los costes y otros obstáculos, la demanda global de energía podría ser un 39 % menor en el 2030, que la propuesta en el escenario de Referencia de la IEA.

En ausencia de medidas de eficiencia, la demanda energética continuará aumentando y al mismo tiempo disminuirá el suministro de los principales combustibles fósiles usados en la generación de energía, especialmente el gas. Una de las principales consecuencias es que algunas de las principales economías del mundo, están teniendo que depender cada vez más del combustible importado, a veces de regiones del mundo donde el conflicto y la inestabilidad política amenazan la seguridad de las fuentes.

En Europa, las fuentes de petróleo y de gas propias, principalmente en el Mar del Norte, están en rápida declinación. Actualmente el 50 % de los suministros de energía de Europa son importados. Se espera que en el plazo de dos décadas, este porcentaje aumente hasta el 70 %. Incluso el uranio, que provee actualmente el combustible para producir sobre el 30 % de la electricidad europea, tiene un curso de vida global estimado de no más de 40 años y los países de la Unión Europea poseen menos del 2 % de las reservas de uranio del mundo.

Como resultado de estas presiones, en los dos últimos años se ha producido un aumento sin precedente de los precios del petróleo y del gas. El petróleo ha elevado sus precios desde un rango de \$25 a \$35 por barril en 2004 a más de \$70 y con la expectativa de que el precio seguirá estando alto durante algunos años. Han aumentado los costes al por mayor del gas, repercutiendo en un aumento de los precios domésticos de la electricidad a través de Europa; en el Reino Unido, el promedio de las cuentas de la energía doméstica, han aumentado desde el 2003 en un 63 % para el gas y en un 44 % para la electricidad.

Los analistas precisan que el aumento acumulativo, en precios reales del petróleo crudo desde el 2002, está cerca de aquel de las crisis petroleras de los años 70, que produjeron dos recesiones globales y una oleada inflacionaria sin precedente. Los gobiernos alrededor del mundo se están inquietando cada vez más, por la amenaza que la inestable situación actual de las fuentes de abastecimiento, representa para el crecimiento económico.



Contrariamente a las incertidumbres que envuelven a las fuentes de combustibles convencionales y a sus volátiles precios, la energía eólica es una fuente de energía local y abundante, que está permanentemente disponible en virtualmente cada país del mundo. No hay costes de combustible, ningún riesgo geopolítico y ninguna dependencia de los suministros importados de regiones inestables políticamente.

Preocupaciones Ambientales

La urgente necesidad de combatir el cambio climático, está detrás del ímpetu creciente con que se ha extendido la energía eólica. En el presente, ya es un hecho aceptado que el cambio climático es la mayor amenaza ambiental que enfrenta el mundo. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas, proyecta que las temperaturas medias alrededor del mundo aumentarán hasta 5,8 °C en el siglo actual. Esta previsión implica una amplia gama de cambios del clima, incluyendo el derretimiento de los cascos de hielo polares, las inundaciones de las tierras bajas, tormentas, sequías y cambios violentos en los patrones del clima. La responsabilidad del cambio climático, está ligada a la acumulación excesiva de los gases con efecto invernadero en la atmósfera, una tendencia que se origina en la industrialización cada vez mayor del mundo. En lo que concierne al uso de la energía, el culpable principal son los combustibles fósiles, cuya combustión produce el dióxido de carbono, uno de los gases principales del efecto invernadero.

Las fuentes renovables poseen el potencial, para disminuir significativamente las emisiones de dióxido de carbono, pero sigue siendo esencial un cambio en la manera de producir y de consumir energía, además de alcanzar un uso más eficiente de ella.



El principal instrumento internacional, para combatir el cambio climático, ha sido el Protocolo de Kyoto de 1997. Este acuerdo señala objetivos nacionales, para que los Estados miembros de la OCDE disminuyan para el 2012, sus emisiones de CO₂ en un 5,2 % en promedio respecto a sus niveles de 1990. Sin embargo, el combate en contra del cambio climático, es sólo un factor secundario que impulsa, el desarrollo de la energía eólica en los países en desarrollo. Una preocupación más inmediata, tiene que ver con los efectos medioambientales directos, que surgen de la combustión de los combustibles fósiles, particularmente la contaminación atmosférica. Este es un problema importante en países como la India y China, que utilizan grandes cantidades de carbón para la generación de energía.

Otros efectos ambientales, causados por los combustibles actualmente en uso para la generación de electricidad, incluyen: la degradación del paisaje; los peligros que surgen de la exploración y la explotación de los combustible fósiles; la contaminación causada por derrames accidentales de petróleo y los riesgos para la salud, asociados a la radiación del ciclo del combustible nuclear, por el funcionamiento diario de las plantas y la gestión de los residuos. Explotar fuentes renovables de energía, incluyendo la energía eólica, evita estos riesgos y peligros.

Economía

Al mismo tiempo que el mercado global va creciendo, la energía eólica ha tenido una impresionante baja en sus costes. Una turbina eólica moderna produce anualmente 180 veces más electricidad y a menos de la mitad del costo por unidad (KWh), que su equivalente de hace veinte años atrás. Incluso en las buenas localizaciones, el viento puede competir en costes con la energía del carbón y del gas.



El costo de la generación de energía eólica desciende, a medida que aumenta la velocidad media del viento. El análisis de la publicación de la industria Windpower Monthly (Enero del 2006), demuestra que en un sitio con una velocidad media del viento de más de 7 metros por segundo y un costo de capital por kilovatio instalado, de aproximadamente 1.000 euros, el viento es más barato que el gas, el carbón y la energía nuclear.

La competitividad de la energía eólica, ha mejorado enormemente por la reciente subida del precio de los combustibles fósiles, en particular para el gas utilizado en las centrales eléctricas. En los Estados Unidos, esto ha provocado que la electricidad eólica, pase a ser una opción cada vez más atractiva para las empresas eléctricas, que deben enfrentar precios cada vez mayores. Contra la volatilidad de los costes de la electricidad convencional, el viento ofrece una fuente de energía sin combustibles y que no se ve afectada por los problemas del comercio mundial.

Sin embargo pese a esto, las comparaciones directas de costes entre la energía eólica y las otras tecnologías de generación son engañosas, porque no tienen en cuenta los „costes externos“ para la sociedad y el medioambiente, que surgen de la quema de los combustibles fósiles o de la producción de la energía nuclear. Entre estos costes externos están los efectos de la contaminación atmosférica y de las emisiones de radiación, que no se incluyen en los precios de la electricidad.

El estudio paneuropeo, conocido como el proyecto „ExternE“ y que se lleva a cabo en los 15 Estados miembros originales de la UE., ha podido evaluar estos costes externos para una serie de combustibles. Sus últimos resultados publicados en el 2002, demostraron que la energía eólica está en la gama más baja de estos costes ocultos (0,15 a 0,25 centavos de euros/kWh), que deben ser comparados con el carbón que tiene costes ocultos muy superiores (2 a 15 centavos de

euros/kWh). El estudio concluyó, que si los costes externos asociados al ambiente y a la salud fueran considerados, los costes reales de la electricidad del carbón o del petróleo doblarían y que los del gas aumentarían en un 30 %.

El efecto de la contaminación de los combustibles fósiles, se ha visto reflejado recientemente en las medidas para la reducción del carbono, tales como el “Esquema Europeo de Comercio de Emisiones”, que fija un límite en la cantidad de dióxido de carbono, que puede ser emitida por todas las principales empresas industriales.

Empleo y Desarrollo Local

La energía eólica, también proporciona beneficios económicos, a través del empleo que genera su industria. La fabricación de las turbinas eólicas y sus componentes, ofrece importantes oportunidades de trabajo, a menudo desarrollándolas a partir de conocimientos previos de ingeniería y de materias primas. En las áreas rurales, la energía eólica puede traer inversiones y empleos a las comunidades aisladas, ya que los parques eólicos proveen a los agricultores de una renta constante, mientras continúan con el pastoreo o la cosecha de sus tierras.

Los niveles del empleo creado varían de un país a otro, pero la Asociación de la Energía Eólica de Alemania (BWE), estima que a fines del 2005 el número de empleos generados en Alemania, llegaba a los 64.000. El Consejo Mundial de Energía Eólica (GWEC), estima que el empleo producido a nivel mundial supera los 150.000 puestos de trabajo.

Un estudio realizado recientemente en los EE.UU., por el National Renewable Energy Laboratory del gobierno, concluyó que la inversión en energía eólica, cuando se desarrolla en las regiones rurales, tiene un impacto económico medido en nuevos trabajos, rentas e impuestos, mayor



que el impacto que se produce, cuando la inversión se destina a una central eléctrica a combustible fósil.

En los países en desarrollo, la energía eólica es atractiva como un medio para proporcionar un abastecimiento de electricidad barato y flexible, a comunidades que están dispersas y que a menudo están aisladas del sistema de la red. Su efecto sobre el desarrollo económico puede ser muy importante. Proveer bastante energía para la iluminación básica y una televisión o una computadora, puede cambiar substancialmente la vida doméstica, las oportunidades educativas y la viabilidad de las pequeñas empresas.

Tecnología y Desarrollo Industrial

Desde los años 80, cuando las primeras turbinas comerciales fueron instaladas, se ha mejorado enormemente, principalmente en sus capacidades, en eficacia y en el diseño visual.

Las mejoras más importantes han sido el aumento del tamaño y del rendimiento de las turbinas. De las máquinas de apenas 25 kilovatios de hace veinte años, se ha pasado hoy día a una gama comercial que va de los 750 hasta los 2.500 kilovatios (2,5 MW). Cada turbina de 2 MW produce más energía que 200 de las clásicas turbinas de los años 80.



Las turbinas de viento también han crecido, hoy son más fuertes y más altas. Los aerogeneradores modernos tienen 100 veces el tamaño de aquellos de 1980. En este mismo período, los diámetros de las palas han aumentado ocho veces. La fabricación de las turbinas eólicas, se ha beneficiado de la mejor comprensión de la aerodinámica y de los factores de carga, así como de las ventajas económicas que aportan las técnicas de la producción en masa.

Las turbinas completas y sus componentes de apoyo, se elaboran en fábricas que ahora se distribuyen a través de Europa y del mundo. Los principales fabricantes de turbinas se encuentran en Dinamarca, Alemania, España, los Estados Unidos, la India y Japón.

Las turbinas más grandes que son fabricadas hoy en día, tienen una capacidad de más de 5 MW, con los diámetros de las palas por encima de los 100 metros. Uno de los resultados es que actualmente con muy pocas turbinas se puede alcanzar la misma generación de energía anterior y ahorrando en la utilización del suelo. Dependiendo de su localización, una turbina de 1MW puede producir suficiente electricidad para 650 casas. Globalmente, los aerogeneradores están diseñados para un período de vida útil entre 20 y 25 años.

Las turbinas modernas son modulares y de muy rápida instalación; el proceso de la construcción puede ser sólo una cuestión de meses. Esto es de mucha importancia, para países que tienen la necesidad de un rápido aumento de la producción eléctrica. Los parques eólicos pueden variar de capacidad, desde algunos megavatios hasta varios cientos. Stateline, el parque eólico más grande del mundo tiene 300 MW y se conecta a los Estados de Oregón y de Washington en los Estados Unidos del noroeste.



Contrariamente a lo que los escépticos habían anticipado, la variabilidad del viento ha producido muy pocos problemas en la gestión de la red de electricidad. Por ejemplo, en noches ventosas del invierno, las turbinas eólicas pueden producir la mayor parte de la generación de energía, de la parte occidental de Dinamarca y los operadores de la red pueden manejarlo con éxito.

A medida que su atracción económica aumenta, la energía eólica se convierte en un gran negocio. Los principales fabricantes de turbinas de viento, están habilitando fábricas de millones de dólares alrededor del mundo para satisfacer la demanda.

Lo más importante, es que el negocio de la energía eólica, está atrayendo el interés de inversionistas tradicionales. En el 2002 por ejemplo, la fábrica de aerogeneradores Enron Wind fue comprada por una división de General Electric, una de las corporaciones más grandes del mundo. Esta iniciativa fue seguida por Siemens, que en 2004 asumió el control del fabricante danés Bonus Energy. Del lado de los generadores de electricidad, varias compañías tradicionales grandes, se han convertido ahora en propietarios importantes de parques eólicos. Entre estas están Florida Power and Light de los Estados Unidos y la empresa española Iberdrola, ambas con más de 3.500 MW de capacidad.

También es significativa la decisión de un número de compañías petroleras, de tener una parte en la energía eólica. Por ejemplo la división de energías renovables de Shell, ya ha invertido en 740 MW de capacidad de energía eólica, principalmente en los EE.UU. Estas adquisiciones ponen en evidencia, que el viento se está convirtiendo en una tendencia importante en el mercado de la energía.

LAS VENTAJAS DE LA ENERGÍA EÓLICA

- Bajo costo – puede ser competitiva con la energía nuclear, carbón y gas con reglas de juego similares
- El combustible es libre, abundante e inagotable
- Energía limpia - no se producen emisiones de dióxido de carbono
- Proporciona una barrera contra la volatilidad del precio de los combustibles
- Seguridad de abastecimiento - evita la dependencia de combustibles importados
- Modular y rápida para instalar
- Proporciona una cantidad de energía equivalente a las fuentes convencionales
- Amistosa con la tierra - las actividades agrícolas e industriales pueden continuar a su alrededor



LOS RECURSOS EÓLICOS MUNDIALES Y LA INTEGRACIÓN A LA RED

Evaluación del Recurso Eólico

Pocos estudios se han hecho sobre los recursos eólicos del mundo, salvo por la investigación más detallada centrada en el continente Europeo. Sin embargo, las evaluaciones que se han realizado, confirman que los recursos eólicos mundiales son extremadamente grandes y bien distribuidos a través de casi todas las regiones y países. La carencia de viento es tan poco probable, que no puede ser un factor limitante para el desarrollo global de la energía eólica. Cuando se han hecho análisis específicos en países o regiones, a menudo se ha demostrado que se trata de un recurso incluso mayor, de lo que globalmente se suponía.

Según Michael Grubb y Neils Meyer en las „Fuentes de Energía Renovable para los Combustibles y la Electricidad“ (1994), los recursos eólicos del mundo, tienen la capacidad para generar anualmente 53.000 TWh de electricidad. Ésta es casi tres veces la cifra que proporcionó la Agencia Internacional de Energía, respecto al consumo global de electricidad en el 2003 (13.663 TWh).

Un estudio del Consejo Consultivo Alemán sobre el Cambio Global (WBGU), „Mundo en Transición – Hacia Sistemas de Energía Sostenibles“ (2003), calculaba que el potencial técnico global, para la producción de energía eólica de las instalaciones terrestres y marítimas era de 278.000 TWh por año. El informe entonces asumió, que solamente entre el 10 % y el 15 % de este potencial, se podría explotar de una manera sostenible, estableciendo entonces una cifra de aproximadamente 39.000 TWh por año, como la contribución realizable de la energía eólica en el largo plazo. Esto representaba el 35 % de la demanda energética primaria total del mundo en 1998 (112.000 TWh) que fue usada en el estudio.

Los cálculos del WBGU sobre el potencial técnico, se basaron en los valores medios de las velocidades del viento, extraídos de los datos meteorológicos, respecto a un período de 14 años (1979–1992). También asumieron, que serían utilizados convertidores avanzados de energía eólica de múltiples megavatios. Las limitaciones al potencial surgieron por la exclusión de todas las áreas urbanas y aquellas con características naturales tales como los bosques, los humedales, las reservas de la naturaleza, los glaciares y las dunas de arena. Por otra parte, en términos de la utilización del suelo, la energía eólica no fue vista como competidora de la agricultura.

Más recientemente, los investigadores del Proyectos Clima Global y Energía de la Universidad de Stanford en California, estimaron que los recursos mundiales en viento, pueden generar más que la energía necesaria, para satisfacer la demanda energética global total. Después de recoger las mediciones de 7.500 sitios en superficie y de 500 estaciones de monitoreo por globos sonda, se busco establecer las velocidades globales del viento a 80 metros sobre el nivel del suelo, para finalmente concluir que casi el 13 % tenía una

velocidad media, por sobre los 6,9 metros por segundo (clase 3), que es más que suficiente para la generación de energía.

También se llegó a la conclusión, que Norteamérica poseía el mayor potencial en energía eólica y aunque algunos de los vientos más fuertes fueron observados en Europa del norte, también se registraron vientos fuertes, significativos y sostenidos en el extremo meridional de América del Sur y de la isla australiana de Tasmania.

El estudio no consideró incertidumbres tales como efectos climáticos y variaciones a largo plazo o consideraciones prácticas tales como disponibilidad, líneas de transmisión y accesibilidad del sitio. Sin embargo, respecto a la producción energética, el informe concluyó que utilizando solamente un pequeño 20 % del recurso potencial, la energía eólica podría satisfacer más de siete veces la demanda eléctrica del mundo.

Mirando más en detalle, tanto el recurso viento como el solar, en 13 países en vías de desarrollo, el proyecto SWERA (Evaluación de los Recursos de Energía Eólica y Solar), apoyado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, ha encontrado entre otros ejemplos un potencial de 7.000 MW de capacidad eólica en Guatemala y 26.000 MW en Sri Lanka. Ninguno de los dos países, ha comenzado todavía a explotar seriamente este abundante recurso.

Integración a la Red y Variabilidad

La energía eólica se describe a menudo, como una fuente de energía „intermitente“ y por lo tanto poco fiable. Sin embargo el término intermitente es engañoso, puesto que en la práctica las turbinas de viento no comienzan o se detienen a intervalos irregulares. Su producción es variable, pero no más que el sistema de energía en sí mismo, que es intrínsecamente variable.

Los flujos eléctricos (tanto la oferta como la demanda), son influenciados por una gran cantidad de factores planeados o imprevistos. Cambia la temperatura y la gente acciona el interruptor de su calefacción o anochece y prende la luz, por otra parte millones de consumidores, esperan disponer al instante de la energía necesaria para la TV o sus computadoras. Del lado de la oferta, cuando una gran central eléctrica se desconecta, de manera programada o accidental, lo hace de manera instantánea causando una pérdida inmediata de muchos centenares de megavatios. Por el contrario, la energía eólica no sale repentinamente del sistema. Las variaciones son más suaves, porque hay centenares o millares de unidades, en lugar de algunas pocas centrales eléctricas grandes, lo que hace más fácil para el operador del sistema predecir y manejar los cambios de proveedores. Si el viento deja de soplar en un lugar particular, hay poco impacto total, porque el viento siempre está soplando en alguna parte.

Los sistemas de energía, siempre han tenido que gestionar variaciones repentinas, causadas por la salida de alguna gran central eléctrica y los procedimientos en vigor se pueden aplicar también, a las variaciones en la producción de energía eólica. El problema por lo tanto, no es la variabilidad en sí misma, sino cómo se puede predecir, manejar y mejorar esta variabilidad y al mismo tiempo qué herramientas utilizar para mejorar la eficiencia.

En muchas partes del mundo, el desafío consiste en la falta de estructuras reguladoras o de red eléctrica, que permitan la explotación completa de las extensas reservas globales del viento. En este caso tendrán que ser desarrolladas a un costo significativo, aunque de todos modos las grandes inversiones siempre serán necesarias, con cualquier opción de generación que se haya elegido.

Actualmente la energía eólica, sigue en una situación de desventaja respecto a las fuentes convencionales, puesto que éstas desarrollaron sus infraestructuras, en gran parte bajo la cobertura de monopolios nacionales integrados verticalmente, que financiaban las mejoras a la red de distribución con subsidios del estado y a través de las cuentas de electricidad. Estas opciones se les han ido cerrando en los países con mercados más liberalizados, pero continúan existiendo numerosas distorsiones, desde cargos discriminatorios en las conexiones, hasta los abusos potenciales de las grandes compañías dominantes y que siguen perjudicando a la generación renovable en el mercado de la energía.

Integración a la Red

En la discusión pública, sobre la integración a la red eléctrica de la energía eólica, se suele repetir el gran error de tratar el tema de manera aislada. Un sistema de electricidad en la práctica es similar a una enorme tina de baño, con centenares de grifos (centrales eléctricas), que proporcionan la entrada y millones de tapones (consumidores) que drenan la salida. Los grifos y los tapones se están abriendo y cerrando todo el tiempo. Para los operadores de la red, la tarea consiste en cerciorarse de si hay suficiente agua en el baño, para mantener la estabilidad del sistema. Lo que importa por lo tanto, es la combinación de los efectos de todas las tecnologías, así como los patrones de la demanda.

Los niveles actuales de conexión de la energía eólica con los sistemas de electricidad, ya están demostrando que es factible integrar esta tecnología en un grado significativo. Por ejemplo, la experiencia con más de 40 GW instalados en Europa, con niveles altos, medios y bajos de penetración y en diferentes condiciones, ha demostrado que tipo de embotellamientos y problemas pueden ocurrir.

Cuando se trata de bajos niveles de penetración, la operación de la red no se verá afectada en grados significativos. En la UE la energía eólica suministra actualmente menos del 3 % de la demanda total de la electricidad, aunque hay grandes variaciones regionales y nacionales. Los métodos de control ya establecidos y la capacidad de respaldo disponible para gestionar los dos elementos variables, la demanda y los suministros, permiten manejar adecuadamente hasta niveles cercanos al 20 % de penetración, otra fuente variable adicional como la energía eólica. Por encima de esos márgenes, se podrían necesitar algunos cambios en los sistemas de energía y en los métodos de operación.

La integración de grandes cantidades de energía eólica, se considera a menudo como imposible y muchos operadores de la red son reacios a realizar cambios, en procedimientos ya establecidos desde hace mucho tiempo. En Dinamarca, sin embargo el 21 % del consumo total eléctrico del 2004, provino de la energía eólica. En la mitad occidental del país, hasta el 25 % de la demanda se satisface con energía eólica y en algunas ocasiones particulares, ha cubierto hasta el 100 % de la demanda instantánea.

Hace „siete u ocho años, dijimos que el sistema de electricidad no podría funcionar, si la energía eólica aumentara sobre 500 MW. Ahora estamos manejando casi cinco veces esa magnitud. Y quisiera decir al gobierno y al parlamento, que estamos listos para operar aún más, pero requiere que se nos permita utilizar las herramientas correctas para manejar el sistema“.

HANS SCHIØTT, PRESIDENTE DE ELTRA, (OPERADOR DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN) TSO PARA DINAMARCA DEL OESTE EN EL 2003

Problemas para la Integración de la Energía Eólica

A pesar de las experiencias exitosas, si se pretende que grandes cantidades de energía eólica, puedan ser integradas satisfactoriamente a la red, hay que tratar todavía un cierto número de problemas. Estos problemas se relacionan con el sistema de operación, la conexión a la red, la estabilidad del sistema y las mejoras de la infraestructura.

SISTEMA DE OPERACIONES

A primera vista la energía eólica, parece presentar un desafío difícil para el sistema de energía, lo que a menudo da por resultado que los costes de los servicios complementarios, tengan estimaciones muy altas o se establezcan supuestos, como que la capacidad del viento debe ser „respaldada“, con grandes cantidades de generación convencional. Sin embargo, tales juicios a menudo pasan por alto factores claves. Entre estos están:

- Los sistemas de la red se diseñan para enfrentar rutinariamente variaciones y demandas inciertas, además de las interrupciones inesperadas en la generación y la transmisión.
- La producción de energía eólica puede ser agregada en el ámbito del sistema, lo que produce un significativo efecto de suavizado, que mejora con la extensa distribución geográfica de los parques eólicos.
- La previsión de la producción de energía eólica en franjas por hora y por día.

La interrupción de la energía eólica, tendrá de todas formas un impacto en las reservas del sistema de energía, pero su magnitud dependerá del tamaño del propio sistema; de la matriz energética; de las variaciones de carga; de la magnitud de la demanda a gestionar y del grado de interconexión de la red. Sin embargo los grandes sistemas de energía, pueden sacar ventaja de la diversidad natural de las fuentes variables. Tienen mecanismos flexibles, para seguir las variaciones de carga y las interrupciones, que no siempre pueden ser previstas con exactitud.

La necesidad de una capacidad de reserva adicional, con la penetración cada vez mayor de la energía eólica, en la práctica es muy reducida e incluso penetraciones significativas de esta energía, que produjeran desequilibrios impredecibles, podrían ser contrarrestadas con las reservas que ya posee el sistema. Varios estudios nacionales y regionales indican que los costes de balances adicionales, fluctúan en torno a un orden que va de 0 a 3 euros/MWh, si los niveles de la energía eólica llegaran hasta el 20 %.



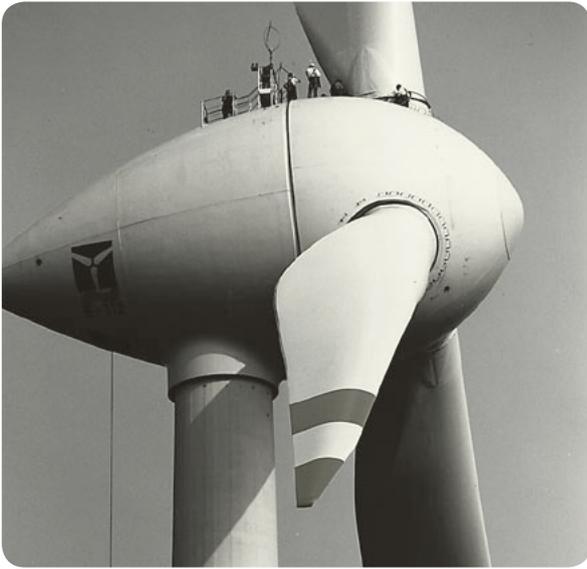
En Alemania ha disminuido el nivel de capacidad de la reserva que se mantenía disponible, al mismo tiempo que ha aumentado la energía eólica. Entre 2002 y 2004 el nivel de „potencia de control“ mantenida disponible cayó de 8,3 GW a 7,3 GW. En el mismo período fueron instalados 6 GW adicionales de capacidad eólica.

FUENTE: "OFFSHORE WIND ENERGY: IMPLEMENTING A NEW POWERHOUSE FOR EUROPE", GREENPEACE INTERNATIONAL 2005

En lo que concierne a las técnicas de pronóstico, se puede constatar que las mejoras son constantes. Usando pronósticos meteorológicos cada vez más sofisticados, análisis estadísticos y modelos de generación eólica, es posible predecir en escalas de tiempo de hasta 72 horas por adelantado, la generación por lapsos de cinco minutos con intervalos horarios y considerando períodos estacionales y anuales. Usando herramientas actuales, el error de pronóstico¹ para un parque eólico particular estaría entre el 10 y el 20 % de la producción de energía, con un horizonte de previsión de 36 horas. Sin embargo, cuando se trata de parques agregados regionalmente, el error de pronóstico está en el orden de un 10 % con un día de adelanto y de un 5 % si el avance es entre 1 y 4 horas.

Los efectos de la distribución geográfica, también pueden ser significativos. Mientras que una turbina en particular, puede experimentar oscilaciones de energía de hora en hora por hasta el 60 % de su capacidad, la supervisión del Instituto Germano de Investigaciones ISET ha demostrado que la máxima variación horaria en Alemania, no excede el 20 % cuando se trata de parques eólicos agregados de 350 MW. Para un área más grande, tal como el sistema Nordel que cubre cuatro países (Finlandia, Suecia, Noruega y Dinamarca del este), las mayores variaciones por hora son menores al 10 %.

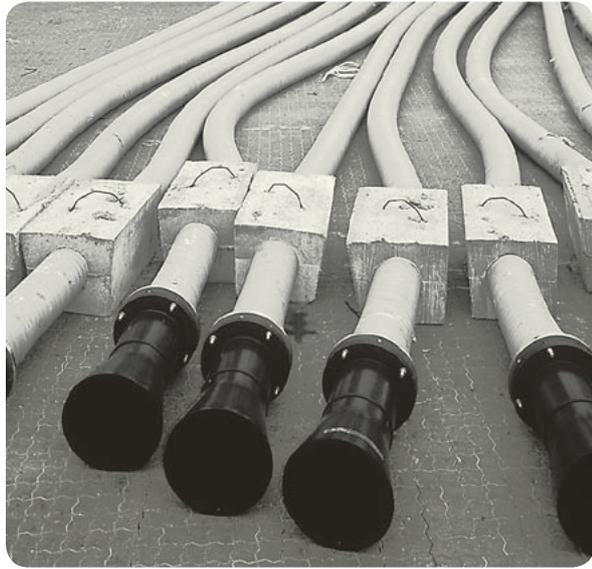
¹ RMSE normalizado para capacidad instalada de energía eólica.



CONEXIÓN A LA RED Y ESTABILIDAD DEL SISTEMA

La conexión de los parques eólicos a las redes de transmisión y de distribución, provoca cambios en los niveles de voltaje en la red local, lo que lleva a que la gestión cuidadosa del voltaje sea esencial, para la operación adecuada de la red. Por eso, todos los operadores de sistemas de la red establecen „procedimientos de operación“, que definen la manera en que la generación de las estaciones conectadas con el sistema, deben funcionar para mantener la estabilidad. Estos procedimientos varían de un país al otro, pero siempre cubren problemas tales como la calidad del voltaje y el control de la frecuencia.

Gracias a los diseños de las turbinas eólicas más recientes, las respuestas frente al aumento de las demandas al Operador (TSO), han mejorado substancialmente, por ejemplo para mantener la conexión con el sistema, durante un episodio de fallo. La mayoría de las turbinas que están siendo instaladas actualmente, responden a las exigencias más estrictas de los procedimientos de operación y tienen características avanzadas, que incluyen capacidades para soportar sin desconexión fallos de la red. Esto les permite cooperar con la estabilidad del sistema eléctrico cuando ocurren grandes fallos. Los modernos parques eólicos, están en camino de convertirse en centrales eléctricas de energía eólica, que pueden ser activamente controladas.



PERFECCIONAMIENTOS DE LA INFRAESTRUCTURA

La infraestructura de la red de transporte y de distribución, necesitará ser modernizada para incluir con eficacia, grandes cantidades de energía eólica. Sin embargo la expansión de la energía eólica no es el único motivo. También son necesarias las extensiones y los refuerzos para incluir otras fuentes de energía, que son necesarias para resolver rápidamente una demanda cada vez mayor de electricidad.

En relación a los costes, un cierto número de estudios en países específicos, han indicado que los costes de extensión/refuerzo de la red, causados por la generación eólica adicional, están en un rango de 0.1 a 4.7 euros/MWh, en donde el valor más alto, correspondía a una penetración eólica de un 30 % en el sistema Británico. Si estos costes fueran „socializados correctamente“ (es decir pagados por el conjunto de la sociedad), la parte para cada consumidor sería pequeña. Por otra parte, el aumento de la participación de la energía eólica entre las fuentes de electricidad, probablemente será ventajoso respecto al costo de la energía final para los usuarios, especialmente si se toman en cuenta las reducciones de dióxido de carbono que resultarán y sus efectos beneficiosos, en relación a la salud y a la degradación ambiental.

Estudios Recientes

Una buena cantidad de estudios recientes han concluido, que una gran contribución de la energía eólica, a las necesidades de la generación de energía, es técnica y económicamente factible y en un mismo orden de magnitud, que las suministradas por las tecnologías convencionales desarrolladas en el último siglo. Así mismo concluyen, que las barreras a la creciente penetración de la energía eólica, no son intrínsecamente técnicas, sino que se trata principalmente de una cuestión de modificaciones regulatoras, institucionales y de mercado.

Un estudio de la Agencia Alemana de Energía (DENA 2005): "Planning for grid integration of wind energy in Germany onshore and offshore up to the year 2020" concluía que:

- La energía eólica en Alemania podía triplicar su producción, llegando a 77 TWh en 2015, proporcionando el 14 % del consumo neto de electricidad, sin ninguna necesidad adicional de reservas o balances de otras centrales eléctricas. Al 2015 podría haber 26 GW de capacidad eólica instalados en tierra y 10 GW costa afuera.
- Solamente se requeriría una extensión de menor importancia de la red. Se deberían construir 850 kilómetros adicionales de líneas de alto voltaje para el 2015 y modernizar otros 400 kilómetros más. Esto representa sólo alrededor del 5 % de la red existente y ya está tomada en cuenta la extensión prevista, para los parques eólicos costa afuera. El costo de la inversión se ha estimado en 1.1 mil millones de euros, lo que aumentaría el precio de la electricidad para los consumidores, en menos de 1 euro por hogar y por año.

Un detallado informe técnico de la Asociación Europea de Energía Eólica (EWEA): "Large scale integration of wind energy in the European power supply" (2005), concluía que:

- Es técnicamente factible, que la energía eólica cubra una parte significativa (hasta el 20 %) de la demanda de electricidad, en los grandes sistemas de energía interconectados de Europa, manteniendo un alto grado de seguridad del sistema y con modestos costes adicionales.
- En el caso de una fuerte integración de la energía eólica, la eficiencia y la economía, dependerán de la capacidad para aplicar previsiones de corto plazo; de las reglas del mercado y de los procedimientos de operación.



- La penetración a gran escala de la energía eólica, requiere mejoras en la infraestructura de la red de transporte, incluyendo las interconexiones que sean necesarias. Sin embargo las ventajas de estas modernizaciones, serán utilizadas por todo el sistema de energía. Los costes adicionales de reforzar la red, según varios estudios nacionales sobre integración eólica son modestos, incluso con penetraciones eólicas fuertes (0.1 a 4.5 euros/MWh).
- La tecnología moderna de la energía eólica, está en condiciones de cumplir con las exigencias requeridas por la red, para mantener la seguridad del suministro eléctrico. Los procedimientos de operación en los Estados europeos miembros, necesitan ser desarrollados teniendo presente la tecnología específica y una cuidadosa implementación para evitar costes innecesarios.
- Adicionando energía eólica al sistema existente, se está contribuyendo favorablemente a la seguridad del abastecimiento: por la reducción de la dependencia de combustibles; por la diversificación de la tecnología; porque es una producción local y por la capacidad de saldo positivo de la energía eólica, es decir por el porcentaje de su producción, que puede proporcionar un suministro seguro.

Un informe de la Agencia Internacional de Energía "Variability of Wind Power and Other Renewables: Management Options and Strategies" (2005), confirmó que los obstáculos a una mayor penetración de las energías renovables a la red existente, son más económicos y reguladores que técnicos. Los mercados eléctricos en los países de la OCDE necesitarán inversiones por US\$ 1.8 billones en las redes de transmisión y de distribución, en un período que se extiende hasta el 2030. „Una política que mira hacia el futuro, debe apuntar a conciliar las necesidades de inversión, con las inversiones relacionadas con la energía renovable, creando así una estrategia integrada para hacer frente a los desafíos del futuro, en el campo de la transmisión, de la distribución y de la interconexión.“



LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LA ENERGÍA EÓLICA

La construcción y la operación de instalaciones de energía eólica, se realizan frecuentemente en zonas de campo abierto, suscitando temas como el impacto visual, el ruido y los efectos potenciales sobre la ecología local y la fauna silvestre. Muchos de estos problemas se tratan en reuniones con las autoridades locales de planificación territorial, quienes deben autorizar las instalaciones y en la mayoría de los casos establecer una evaluación previa y detallada de impacto ambiental.

Impacto Visual

Los aerogeneradores son estructuras altas, que necesitan funcionar en un sitio expuesto, que les permita hacer el mejor uso del viento predominante. Esto significa que probablemente serán visibles en un área relativamente amplia. Si esto tiene un efecto perjudicial o no, es una cuestión altamente subjetiva. Ser visible no es lo mismo que interferir en el espacio. Mientras que algunas personas expresa preocupación, por los efectos que los aerogeneradores tienen sobre la belleza del paisaje, otras los ven como elegantes y agradados o como los símbolos de un futuro mejor y menos contaminado.

En una buena medida el paisaje ha sido construido por los humanos y ha seguido evolucionando con el tiempo. Se van produciendo cambios en el aspecto visual de los campos, como por ejemplo con las líneas eléctricas, que antes eran consideradas intrusiones y ahora en gran parte son aceptadas como parte de la vista. En comparación a otros desarrollos energéticos, tales como las centrales a carbón, a gas o nuclear, además de las minas de carbón a cielo abierto, los parques eólicos tienen relativamente poco impacto visual. Sin embargo, la mayoría de los países con una industria de energía eólica, han establecido reglas que excluyen la instalación en ciertas áreas, tales como parques nacionales o reservas de la naturaleza. Otros han identificado áreas prioritarias, para impulsar específicamente la energía eólica.

Algunos aerogeneradores están situados en áreas industriales o cerca de otras infraestructuras tales como autopistas, donde pueden ser consideradas menos inoportunas. Los grandes parques eólicos de 100 o más turbinas, también se pueden situar en el mar. También se debe subrayar, que las turbinas eólicas no son estructuras permanentes. Una vez que son removidas, el paisaje puede volver rápidamente a su condición anterior.

El Ruido

El ruido de la producción de los aerogeneradores, se puede subdividir en ruido mecánico y aerodinámico. Los componentes que emiten el más alto nivel de sonido, son el generador, el mecanismo de orientación que gira la góndola de la turbina, para ponerla cara al viento, el multiplicador y las palas del rotor. Algo del sonido generado por estos componentes es regular y algunos son irregulares, pero todos estos (excepto el generado por el mecanismo de orientación) están presentes solamente mientras la turbina está realmente funcionando. Incluso entonces, comparados al tráfico de los caminos; a los trenes; a las actividades de la construcción y a muchas otras fuentes de ruido industrial, el sonido generado por las turbinas en operación es comparativamente más bajo (véase la tabla).

Los modelos más recientes de las turbinas eólicas, han logrado mejores diseños y mejores aislamientos, por lo que son mucho más silenciosas que sus predecesoras. El modo de ocuparse de los problemas de ruido de los parques eólicos, por parte de las autoridades reguladoras, ha consistido generalmente en calcular en primer lugar el nivel de ruido (ya existente) en el ambiente y en las casas aledañas y después asegurarse que las turbinas sean colocadas lo suficientemente lejos, como para evitar disturbios inaceptables.

NIVELES DE RUIDOS COMPARATIVOS ENTRE DIFERENTES FUENTES

Fuente/actividad	Nivel de ruido indicativo dB(A)
Umbral de molestia	140
Avión Jet a 250 mts.	105
Taladro neumático a 7 mts.	95
Camión a 48 klm/hora a 100 mts.	65
Oficina trabajando	60
Automóvil a 64 klm/hora a 100 mts.	55
Turbina eólica a 350 mtrs.	35-45
Dormitorio tranquilo	35
Fondo rural en la noche	20-40

Fuente: "Wind Power in the UK", Sustainable Development Commission, 2005

La Fauna Silvestre y las Aves

Las aves pueden ser afectadas por el desarrollo de la energía eólica, debido a pérdidas en el hábitat, perturbaciones en las áreas de alimentación y crianza y por lesiones o muertes causadas por las palas del rotor en movimiento. Sin embargo, comparando con otras causas de mortalidad entre las aves (véase la tabla), la energía eólica tiene un efecto relativamente menor. Una estimación de los Estados Unidos, nos dice que las turbinas comerciales causan la muerte directa, de un porcentaje que está entre el 0,01 y 0,02 % de todas las aves muertas anualmente, por colisiones con estructuras y actividades humanas.

OCDE NORTEAMÉRICA

CAPACIDAD TOTAL EN GW

	2005	2010	2020	2030
Escenario de Referencia	9,839	16,804	43,304	94,204
Crecimiento Moderado del Mercado	9,839	29,100	166,855	333,717
Crecimiento Avanzado del Mercado	9,839	35,639	283,875	570,178

EUROPA

CAPACIDAD TOTAL EN GW

	2005	2010	2020	2030
Escenario de Referencia	40,783	77,000	142,000	186,000
Crecimiento Moderado del Mercado	40,783	77,159	175,400	294,000
Crecimiento Avanzado del Mercado	40,783	77,159	241,279	385,663

AMÉRICA LATINA

CAPACIDAD TOTAL EN GW

	2005	2010	2020	2030
Escenario de Referencia	213	3,200	6,198	10,298
Crecimiento Moderado del Mercado	213	3,217	53,606	122,819
Crecimiento Avanzado del Mercado	213	3,238	99,627	198,062

ÁFRICA

CAPACIDAD TOTAL EN GW

	2005	2010	2020	2030
Escenario de Referencia	229	700	1,999	5,099
Crecimiento Moderado del Mercado	229	700	8,044	20,246
Crecimiento Avanzado del Mercado	229	700	16,803	47,567

DEFINICIONES DE REGIONES DE ACUERDO A LA CLASIFICACIÓN DE IEA

OCDE Europa: Austria, Bélgica, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Islandia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Noruega, Polonia, Portugal, República Eslovaca, España, Suecia, Suiza, Turquía, Reino Unido

OCDE N. América: Canadá, México, Estados Unidos

OCDE Pacífico: Japón, Corea del Sur, Australia, Nueva Zelanda

Economías de Transición: Albania, Armenia, Azerbaijón, Bielorrusia, Bosnia-Herzegovina, Bulgaria, Croacia, Estonia, República Federal de Yugoslavia, Macedonia, Georgia, Kazajstán, Kirguizistán, Latvia, Lituania, Moldavia, Rumania, Rusia, Eslovenia, Tadjikistán, Turkmenistán, Ucrania, Uzbekistán, Chipre, Gibraltar, Malta

Asia del Sur: Bangla Desh, La India, Nepal, Pakistán, Sri Lanka

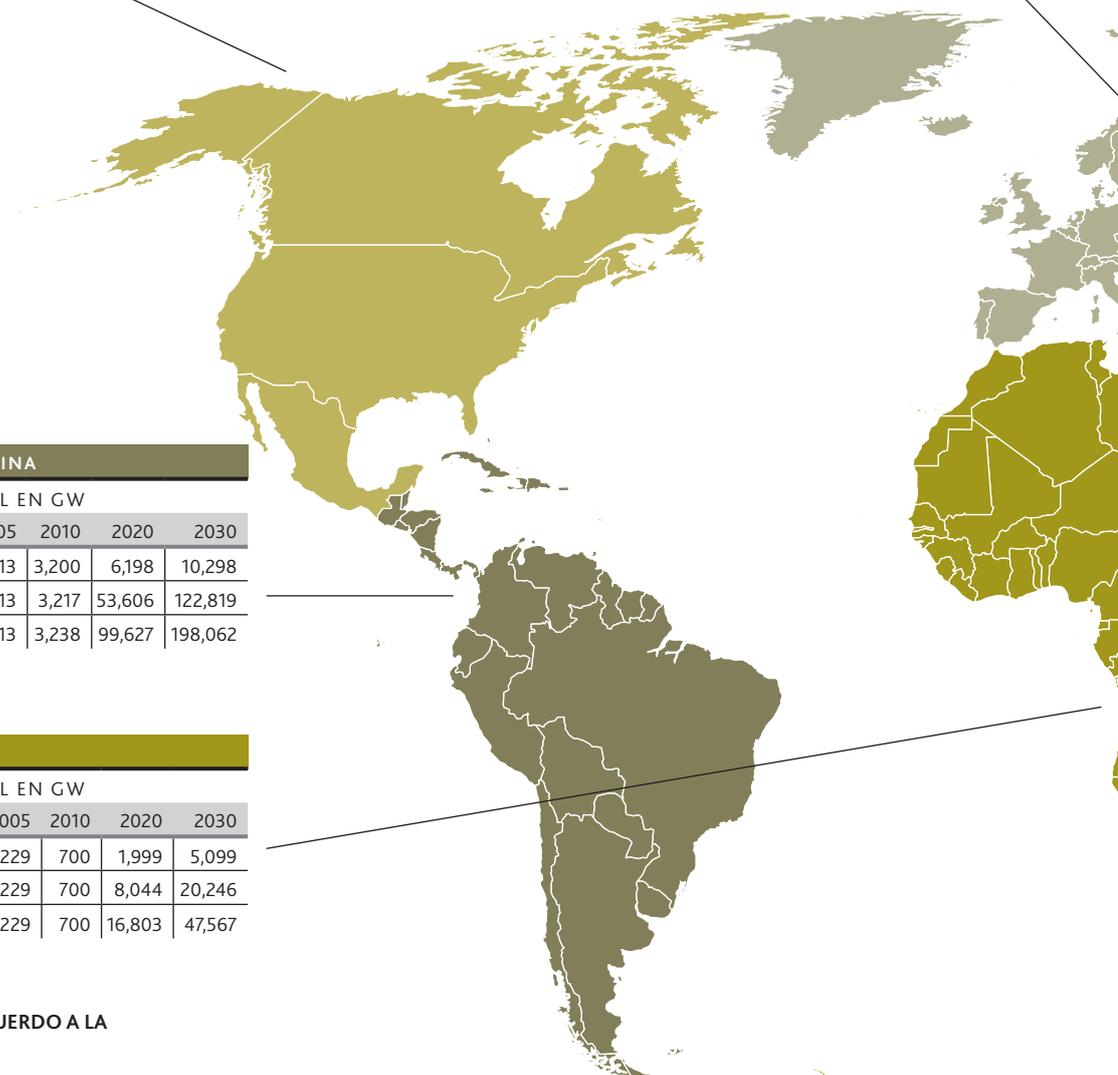
América Latina: Antigua y Barbuda, Argentina, Bahamas, Barbados, Belice, Bermudas, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Santo Domingo, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guayana Francesa, Granada, Guadalupe, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, Martinica, Antillas Holandesas, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, San Cristóbal y San Nevis, Anquilla, Santa Lucía, San Vicente y Granadinas, Surinam, Trinidad y Tobago, Uruguay, Venezuela

Asia del Este: Afganistán, Bhután, Brunei, Camboya, Fiji, Polinesia Francesa, Indonesia, Kiribati, República Democrática Popular de Corea, Laos, Malasia, Maldivas, Myanmar, Nueva Caledonia, Papú Nueva Guinea, Filipinas, Samoa, Singapur, Islas Salomón, Tailandia, Vietnam, Vanuatu.

África: Argelia, Angola, Benin, Botswana, Burkina Faso, Burundi, Camerún, Cabo Verde, República Centroafricana, Chad, República del Congo, República Democrática del Congo, Costa de Marfil, Djibouti, Egipto, Guinea Ecuatorial, Eritrea, Etiopía, Gabón, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Kenia, Lesotho, Liberia, Libia, Madagascar, Malawi, Malí, Mauritania, Isla Mauricio, Marruecos, Mozambique, Namibia, Níger, Nigeria, Rwanda, Santo Tomé y Príncipe, Senegal, Seychelles, Sierra Leona, Somalia, África del Sur, Sudán, Swazilandia, República Unida de Tanzania, Togo, Túnez, Uganda, Zambia, Zimbabwe

Medio Oriente: Bahrein, Irán, Irak, Israel, Jordania, Kuwait, Líbano, Omán, Qatar, Arabia Saudita, Siria, Emiratos Árabes Unidos, Yemen

China



ECONOMÍAS DE TRANSICIÓN

CAPACIDAD TOTAL EN GW

	2005	2010	2020	2030
Escenario de Referencia	110	300	7,000	12,000
Crecimiento Moderado del Mercado	110	363	7,462	27,712
Crecimiento Avanzado del Mercado	110	308	13,217	115,539

CHINA

CAPACIDAD TOTAL EN GW

	2005	2010	2020	2030
Escenario de Referencia	1,349	4,502	11,402	24,602
Crecimiento Moderado del Mercado	1,349	7,217	40,738	85,655
Crecimiento Avanzado del Mercado	1,349	7,217	168,731	328,087

ASIA DEL ESTE

CAPACIDAD TOTAL EN GW

	2005	2010	2020	2030
Escenario de Referencia	30	1,000	4,895	6,595
Crecimiento Moderado del Mercado	30	1,117	27,274	59,047
Crecimiento Avanzado del Mercado	30	1,117	70,577	142,243

OCDE PACÍFICO

CAPACIDAD TOTAL EN GW

	2005	2010	2020	2030
Escenario de Referencia	2,065	2,500	5,300	12,100
Crecimiento Moderado del Mercado	2,065	3,065	33,859	90,267
Crecimiento Avanzado del Mercado	2,065	4,960	91,667	143,881

MEDIO ORIENTE

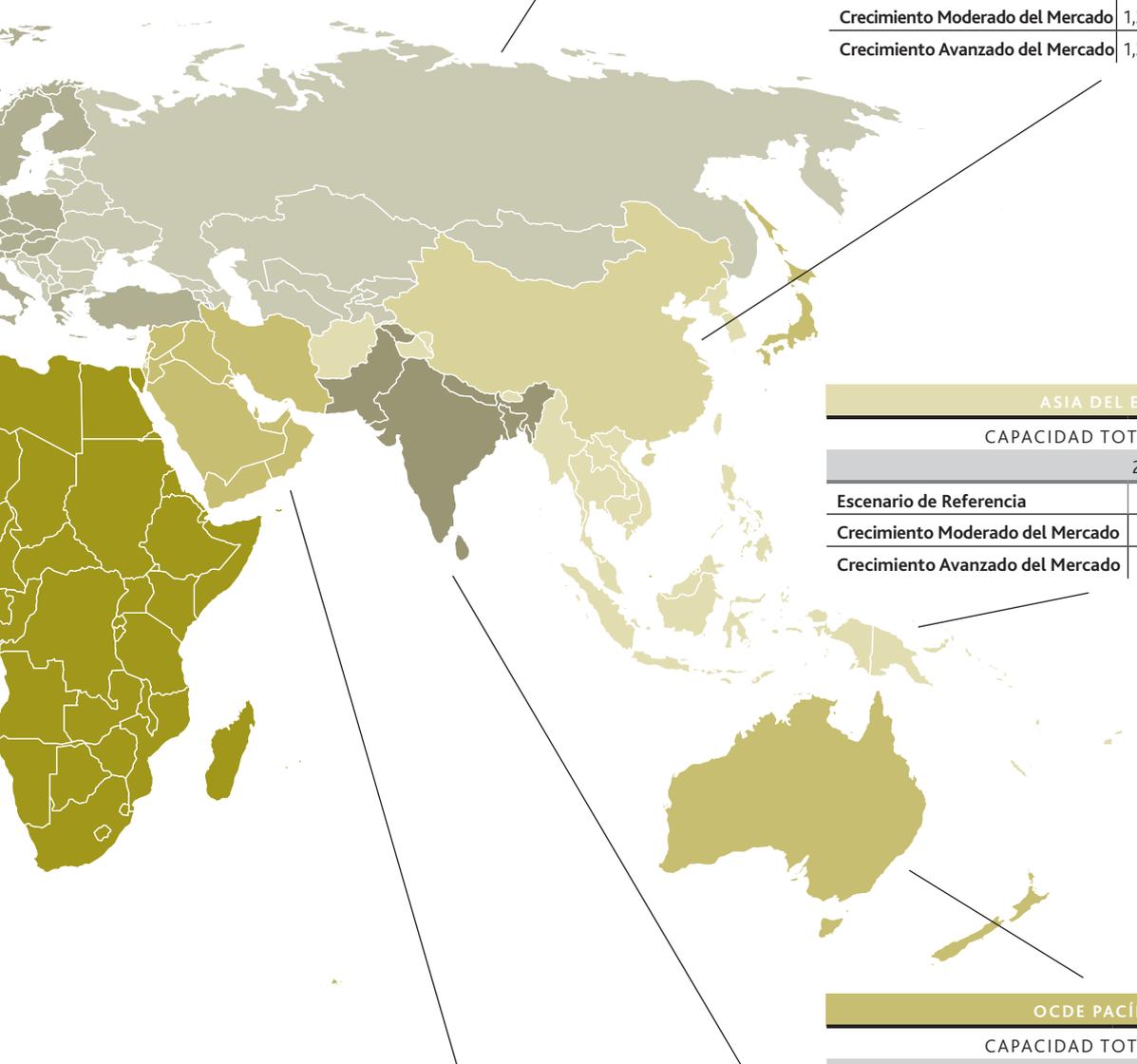
CAPACIDAD TOTAL EN GW

	2005	2010	2020	2030
Escenario de Referencia	35	500	2,400	3,700
Crecimiento Moderado del Mercado	35	500	8,587	17,749
Crecimiento Avanzado del Mercado	35	500	24,221	47,437

ASIA DEL SUR

CAPACIDAD TOTAL EN GW

	2005	2010	2020	2030
Escenario de Referencia	4,430	6,013	6,300	9,300
Crecimiento Moderado del Mercado	4,430	14,033	38,557	74,989
Crecimiento Avanzado del Mercado	4,430	17,200	60,918	125,568





Los informes extensamente publicados sobre las aves muertas, especialmente aves de rapiña, en sitios como el Paso de Altamont cerca de San Francisco y Tarifa en el sur de España, no son indicativos de la experiencia cotidiana de millares de instalaciones de energía eólica, que funcionan alrededor del mundo.

Por lo general, los pájaros notan que hay nuevas estructuras en su área y aprenden a evitarlas, especialmente a las palas que giran y pueden continuar alimentándose y criando en el mismo sitio. Los problemas son más probables, cuando la localización está en una ruta de migración, con multitudes de aves, atravesando el área o porque es particularmente atractiva como tierra de alimentación o crianza. Esto se puede evitar utilizando procedimientos cuidadosos de localización de los emplazamientos. Al mismo tiempo, las turbinas modernas tienen una rotación más lenta de sus palas y han probado ser menos problemáticas que los modelos anteriores.

Un estudio del 2001 de los consultores en temas ecológicos WEST para el National Wind Coordinating Committee, estimó en 33.000 las aves que fueron muertas ese año en los Estados Unidos, por los 15.000 aerogeneradores que estaban entonces en funcionamiento, algo más de dos aves por turbina. La mayoría fueron víctimas de viejas máquinas con rotación más rápida, que todavía estaban en operaciones en California, pero que están siendo substituidas por turbinas más modernas de rotación más lenta.

En Europa, un estudio del 2003 en la provincia española de Navarra y que consideró 692 turbinas, que estaban funcionando en 18 parques eólicos, permitió concluir que la tasa de mortandad de las aves medias y grandes era de 0,13 por turbina.



En Alemania, los archivos sobre muertes de aves de la Oficina Nacional del Medio Ambiente de Brandeburgo, dan cuenta para el período 1989 a 2004 de un total de 278 muertes en los parques eólicos. Solamente diez de estas aves pertenecían a especies protegidas por la legislación de la Unión Europea. Al final de este período, Alemania tenía sobre 16.500 turbinas en operaciones².

La principal entidad que se ocupa de la protección de las aves en el Reino Unido, la "Royal Society for the Protection of Birds" (RSPB), dice que a largo plazo la amenaza más significativa proviene del cambio climático. Estos cambios alterarán el patrón de las especies de plantas autóctonas y la vida de los insectos que dependen de ellas, volviendo ciertas áreas cada vez menos atractivas e inhabitables para los pájaros. Según la RSPB: „la investigación científica reciente, indica que desde mediados de este siglo, el cambio climático podría provocar la extinción de un tercio o más de las plantas y de los animales terrestres, incluyendo ciertas especies de pájaros británicos“. En comparación a esta amenaza, concluye la RSPB: „la evidencia disponible, sugiere que los parques eólicos situados apropiadamente, no plantean un peligro significativo para las aves“.

El trabajo de colaboración entre la industria eólica y los grupos de conservación de la vida silvestre, también se ha dirigido a limitar las muertes de aves. En el Paso de Altamont, por ejemplo, los operadores convinieron en detener sus turbinas, durante los momentos más críticos de los períodos migratorios.

² Breve investigación del MEP Dr. Christel Happach Kazan et al; Referencia número 15/5064, Daños para los pájaros y murciélagos por las turbinas eólicas.



En el Reino Unido, la solución que se adoptó en el “Beinn an Tuirc” un parque eólico en Escocia, consistió en recrear un hábitat totalmente nuevo para las águilas reales, que cazaban allí, creando una fuente fresca de provisión del urogallo, que es su presa favorita.

Los combustibles fósiles y los pájaros

Como resultado del accidente de un sólo navío, el Exxon Valdez y el derrame de su carga de petróleo en el golfo del Príncipe Guillermo, en Alaska, murieron más de 500.000 pájaros migratorios, cerca de 1.000 veces el total anual estimado para las centrales eléctricas eólicas de California. Un estudio sobre una central eléctrica a carbón de cuatro chimeneas en Florida, permitió registrar durante el período migratorio de otoño, la muerte estimada de 3.000 aves en una sola tarde.

FUENTE: UNION OF CONCERNED SCIENTISTS / FLORIDA ORNITHOLOGICAL SOCIETY

PRINCIPALES CAUSAS DE LAS MUERTES DE AVES EN LOS ESTADOS UNIDOS

Causa	Muertes estimadas al año
Líneas de transmisión y distribución	130-174 millones
Colisión con vehículos en la ruta	60-80 millones
Colisión con edificios	100-1,000 millones
Torres de telecomunicaciones	40-50 millones
Pesticidas agrícolas	67 millones
Gatos	39 millones

Fuente: Asociación Americana de Energía Eólica

Fauna Silvestre y Murciélagos

Las aves en general están expuestas al peligro que representan muchas actividades humanas y los murciélagos también enfrentan situaciones semejantes: el envenenamiento por pesticidas; la colisión con estructuras; la pérdida del hábitat. Pero a pesar de la publicidad dada a las muertes de murciélagos alrededor de los parques eólicos, principalmente en los Estados Unidos, los estudios han demostrado que los aerogeneradores no son una amenaza significativa para estas poblaciones. Una revisión de la evidencia disponible, por parte de la consultoría ecológica WEST les permitió concluir que: „la mortalidad por colisión del murciélago, durante el período de cría es virtualmente inexistente, a pesar que un numero relativamente grande de especies, han sido registradas en las proximidades de los parques eólicos. Estos datos confirman que actualmente en los lugares estudiados de los EE.UU., los aerogeneradores no afectan a estas poblaciones residentes y que están en período de cría.“

Según un informe de WEST del 2004, la tasa media de mortandad total para los proyectos eólicos de los Estados Unidos, es de 3,4 murciélagos por turbina y por año. No se ha encontrado ninguna especie de murciélago, que esté siendo amenazada o puesta en peligro a escala nacional.

La supervisión de los parques eólicos en los EE.UU., indica que la mayoría de las muertes, implican a murciélagos que migran a finales de verano y en otoño. Una teoría es que los murciélagos migratorios, que no están buscando insectos o alimentando, apagan sus sistemas de navegación de „ecolocación“ para conservar energía. La Asociación Americana de la Energía Eólica, se ha unido a la Conservación Internacional de Murciélagos; el Servicio de la Fauna y de los Peces de los EE.UU., y el Laboratorio Nacional de la Energía Renovable, para determinar porqué ocurren estas colisiones y cómo se pueden prevenir.



Un cierto número de asociaciones nacionales de la industria eólica, han adoptado pautas para orientar a los eventuales promotores, sobre como deberían considerar el problema tanto de las aves como de los murciélagos. La Asociación Australiana de la Energía Eólica (Auswind), por ejemplo „recomienda fuertemente... estudios científicamente rigurosos, sobre las actividades de las aves y de los murciélagos en todos los períodos”... Esto incluye investigaciones focalizadas para „obtener los datos generales necesarios, sobre el uso que aves y murciélagos, hacen de los sitios y su región circundante” y que permitan a los operadores y a sus reguladores, evaluar los riesgos de colisiones.

En general, los parques eólicos son populares entre los agricultores, porque sus tierras pueden continuar siendo productivas, desarrollando cultivos o utilizando los pastos para el ganado. Las ovejas, las vacas y los caballos no son inquietados por los aerogeneradores. “Delabole” que fuera el primer parque construido en el Reino Unido, está en Cornwall, en los terrenos de una escuela de equitación y de caballerizas y es habitual ver al agricultor Peter Edwards cabalgando alrededor de las turbinas.



Parques eólicos marítimos (offshore)

En la mayor parte de los estados costeros europeos, se han establecido regulaciones nacionales, que determinan los procedimientos exigidos, para la obtención de permisos para construir parques eólicos marítimos. El promotor del proyecto, tiene que evaluar en términos cualitativos y cuantitativos, los impactos previstos para el medioambiente marino. Estos procedimientos aseguran que los proyectos cumplan con las leyes internacionales y de la UE, así como las convenciones y las regulaciones que resguardan el hábitat y la conservación de la fauna silvestre.

La estructura de una evaluación de impacto ambiental, implica que inicialmente se realiza un estudio de base, antes de que pueda ocurrir cualquier impacto. Posteriormente la supervisión y seguimiento, son necesarios para registrar cualquier cambio dentro del ambiente marino, que pudiera haber sido causado por factores antropogénicos. La fase de supervisión y seguimiento, puede extenderse por varios años y las evaluaciones y las conclusiones se actualizan anualmente, para evaluar cambios en el tiempo.

LOS IMPACTOS POTENCIALES DE LOS PARQUES EÓLICOS MARÍTIMOS INCLUYEN³ :

Campos electromagnéticos: Los campos magnéticos que emanan de los cables de transmisión de energía, pueden afectar a los animales marinos, por lo tanto para evitar este fenómeno, las conexiones para los parques eólicos marinos, están basados en sistemas de cables multiconductores.



Ruido: La fauna marina puede ser perturbada por las operaciones de construcción, especialmente por las operaciones de apisonamiento, para los cimientos de las turbinas en el lecho del mar. Sin embargo, por ejemplo en el sitio de Horns Rev en el Mar del Norte de Dinamarca, la supervisión ha mostrado que ni las focas ni las marsopas del puerto, ambas especies activas en el área, han sido forzadas a realizar cualquier cambio substancial en su comportamiento. En los hechos, tanto los peces como las comunidades bentónicas, más bien han sido atraídos por los cimientos de las turbinas eólicas después de su construcción, dándoles un uso de vivero o terreno de criaderos.

Sobre el ruido producido por el funcionamiento de las turbinas eólicas marinas, la información actualmente disponible indica, que está en la misma gama de frecuencia, que la generada por fuentes tales como los navíos de carga, los buques de pesca, el viento y las olas.

Aves: Como en tierra, las aves marinas han aprendido generalmente a vivir con la presencia de las turbinas. Por ejemplo, en los parques eólicos de Utgrunden y de Yttre Stengrund en Suecia, las investigaciones demuestran que muy pocas aves acuáticas, incluyendo los patos vuelan lo bastante cerca de las turbinas, como para sufrir el riesgo de una colisión. Una estimación es que muere un ave acuática por cada turbina eólica por año.



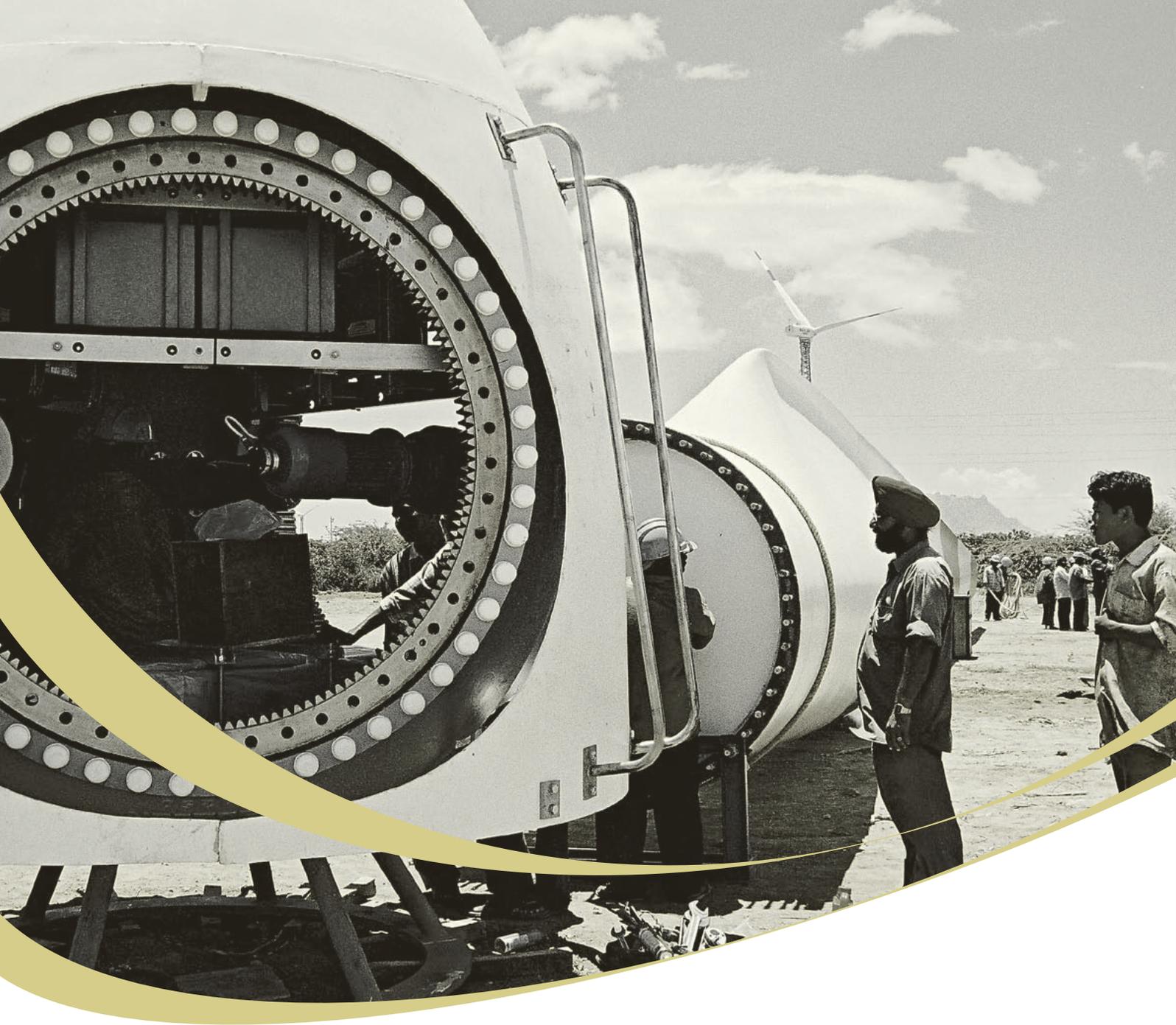
En Nysted el parque eólico más grande de la costa de Dinamarca, la investigación con radar plotting, comprobó que bandadas de aves marinas en migración, volaban sobre todo alrededor del exterior del bloque de 72 turbinas.

En el Reino Unido, en una implantación de nueve turbinas a lo largo del rompe olas de Blyth en Northumbria, se han registrado entre 1 y 2 colisiones por turbina y por año.

BENEFICIOS AMBIENTALES

Frente a los efectos negativos potenciales del desarrollo de la energía eólica, nos debemos fijar con atención, en las ventajas que produce un cambio a una fuente renovable de energía. En términos ambientales, la energía eólica es una de las maneras más benignas de producir la electricidad que necesitamos en nuestras vidas cotidianas. Si no cambiamos a formas más limpias de energía, el cambio climático alterará seriamente y de un modo irrevocable la mayor parte de nuestro paisaje, así como la fauna y la flora.

³ "Parques Eólicos Marítimos - Implementar una Nueva Central Eléctrica para Europa" (Offshore Wind - Implementing a new Power House for Europe) es un anteproyecto estratégico, que esboza los contornos de cómo los parques eólicos marítimos, podrán proveer en el 2020 cerca del 10 % de la electricidad de Europa. El informe representa una herramienta crucial en la carrera para terminar con las emisiones con efecto invernadero. También destaca la urgencia de las acciones políticas, técnicas y ambientales necesarias, que permitan construir centrales eléctricas amistosas con el ambiente. El informe completo está disponible en: <http://www.greenpeace.org/international/press/reports/offshore-wind-implementing-a#>



EL ESCENARIO “DE LA PERSPECTIVA GLOBAL
DE LA ENERGÍA EÓLICA”

Las secciones iniciales de este informe, han descrito el estado actual del progreso de la energía eólica alrededor del mundo; la variedad de factores que están detrás de su expansión y los problemas ambientales y de suministros a la red, que necesitan ser resueltos para que continúe su desarrollo. Aunque la energía eólica ha sido fuertemente impulsada por la urgente necesidad de combatir los peligros del cambio climático global, ahora su progreso también está siendo impulsado por el aumento de las preocupaciones respecto a la seguridad de los suministros de energía y en particular por el precio creciente de los combustibles fósiles. Para el mundo en desarrollo, otra atracción de la energía eólica es que puede ayudar a resolver con velocidad y flexibilidad, el acuciante problema de las nuevas capacidades de generación de electricidad.

Con ese trasfondo, esta segunda parte del informe examinará ahora el potencial futuro de la energía eólica. Mediante el Escenario de la Perspectiva Global de la Energía Eólica, se abre el horizonte hacia el año 2050, adelantando una variedad de proyecciones, que consideran tanto el desarrollo esperado por la industria de la energía eólica, como el crecimiento global anticipado de la demanda de electricidad.

Este ejercicio es el resultado de una colaboración entre el Consejo Mundial de Energía Eólica (GWEC), Greenpeace Internacional y el Centro Aeroespacial Alemán (DLR), la organización de investigación más grande de ingeniería de Alemania (véase „la Perspectiva Global de la Energía Eólica – Antecedentes de la Investigación“). Las proyecciones sobre el patrón futuro del desarrollo de la energía eólica, se han extrapolado de un estudio más amplio, sobre las vías para la energía sostenible global hasta el 2050, que fue conducido por el DLR para Greenpeace y el Consejo Europeo de Energía Renovable (EREC).

Los Escenarios

Respecto al futuro crecimiento de la energía eólica alrededor del mundo, se destacan tres diferentes escenarios. El más conservador es el escenario de „Referencia“, que se basa en una proyección del último informe de la Agencia Internacional de Energía (IEA), sobre la Perspectiva de la Energía en el Mundo (World Energy Outlook 2004). Aquí se proyecta el crecimiento hasta el 2030, de todas las energías renovables incluyendo la energía eólica. La evaluación de la IEA ha sido ampliada hasta el 2050 usando los datos del estudio de DLR.

El escenario „Moderado“ considera todas las medidas de política, para apoyar las energías renovables, que ya estén en ejecución o planeadas alrededor del mundo. También se asume que las metas fijadas por muchos países, para las energías renovables o la energía eólica, han sido implementadas con éxito. El supuesto aquí, es que el éxito alcanzado en Europa respecto a la implementación de las metas de energía eólica fijadas por la Unión Europea, serán repetidas globalmente.

El escenario más ambicioso, es la versión „Avanzada“, el que sigue una trayectoria de desarrollo similar al diseñado, en los informes “Wind Force 10” y “Wind Force 12” producidos desde 1999 por la Asociación Europea de Energía Eólica (EWEA), el Consejo Mundial de Energía Eólica (GWEC) y Greenpeace. Aquí se examinó la factibilidad de que la energía eólica pueda llegar al 10 % y más adelante al 12 % de la electricidad del mundo en el 2020. El supuesto es que todas las opciones de políticas en favor de la energía renovable, señaladas en las recomendaciones de este informe, han sido seguidas y que existe la voluntad política de llevarlas a cabo.

Para el 2010 las cifras sobre la capacidad instalada, se acercan más a predicciones que a escenarios. Esto es porque los datos disponibles de la industria de la energía eólica, muestran el crecimiento previsto de los mercados mundiales durante los próximos cinco años. El patrón del desarrollo después del 2010 es claramente mucho más difícil de anticipar. Sin embargo, los escenarios siguen mostrando que las cifras podrían ser alcanzadas, si el mercado de la energía eólica recibe el apoyo que necesita.

Proyecciones de la Eficiencia Energética

Estos tres escenarios para el mercado global de la energía eólica, se enfrentan a dos trayectorias para el crecimiento futuro de la demanda de electricidad. Pero lo más importante, es que estas proyecciones no sólo asumen, que la demanda creciente de los consumidores, necesitará inevitablemente ser abastecida con diversas opciones. Además, se considera también que si se quiere enfrentar seriamente la amenaza del cambio climático, la demanda tendrá que reducirse mediante un aumento creciente de la eficiencia energética.

La más conservadora de las dos proyecciones de la demanda global de electricidad, también está basada en los datos del 2004 del “World Energy Outlook” de la IEA, extrapolados hasta el 2050. Ésta es la proyección de „Referencia“. No toma en cuenta ninguna iniciativa de política probable o posible a futuro y asume por ejemplo, que no habrá cambios en las políticas nacionales sobre energía nuclear. El supuesto de la IEA es que „en ausencia de nuevas políticas de gobierno, las necesidades energéticas del mundo aumentarán inexorablemente“. La demanda global por lo tanto, casi doblaría la base de 13.423 TWh en el 2003 para alcanzar 25.667 TWh en el 2030 y para continuar aumentando a 37.935 TWh en el 2050.

Las expectativas de la IEA sobre el incremento de la demanda energética, son luego contrapuestas a los resultados de un estudio desarrollado por DLR y la consultora Ecofys, sobre los ahorros de energía, que se podrían alcanzar gracias a la eficiencia energética. Este estudio describe un camino de desarrollo ambicioso, aprovechando las medidas de eficiencia energética. Supone que se utilizan las mejores prácticas y tecnologías actuales y disponibles en el futuro, asumiendo igualmente que existirá una continua innovación.

Realizando una proyección de „Alta eficiencia energética“, los datos de los modelos de DLR/Ecofys, muestran el efecto de estos ahorros de energía, sobre el perfil global de la demanda de electricidad. Aunque esto asume la introducción de una amplia gama de tecnologías y de iniciativas, su extensión esta limitada por las barreras potenciales de los costes y por otros obstáculos probables. Lo que todavía da lugar a un incremento de cerca del 30 % de la demanda global, alcanzando 17.786 TWh en el 2030. Al final del período de este escenario en el 2050, la demanda es un 39 % menor que bajo el escenario de Referencia.

Principales Resultados

Los resultados de los escenarios sobre La Perspectiva Global de la Energía Eólica, demuestran que incluso bajo la visión conservadora de la IEA respecto al potencial del mercado global, la energía eólica podría proveer el 5 % de la electricidad mundial en el 2030 y el 6,6 % en el 2050. Esto supone que se ha introducido la proyección de la „Alta Eficiencia Energética“.

Con la proyección Moderada del crecimiento de la energía eólica, en conjunto con ahorros ambiciosos de energía, la energía eólica podría proveer el 15,6 % de la electricidad mundial en el 2030 y el 17,7 % en el 2050.

Con la proyección Avanzada del crecimiento de la energía eólica, en conjunto con ahorros ambiciosos de energía, la energía eólica podría proveer el 29,1 % de la electricidad mundial en el 2030 y el 34,2 % en el 2050.

Con los niveles de penetración considerados en el escenario Avanzado, cualquier producción de energía eólica, que no fuera utilizada para la producción eléctrica, sería liberada para almacenarla o para abastecer nuevos sectores tales como el transporte. Actualmente se está realizando un esfuerzo considerable, en la investigación y el desarrollo necesarios para avanzar y mejorar estas tecnologías.

Estos resultados muestran, no sólo que la energía eólica puede hacer una contribución mayor, respecto a la satisfacción de las necesidades globales de electricidad limpia y renovable en el plazo de los 30 próximos años, sino que su penetración en el sistema de suministros, puede ser substancialmente aumentada, si al mismo tiempo se ponen en ejecución medidas serias de eficiencia energética.

RESUMEN DE LOS ESCENARIOS DE LA PERSPECTIVA GLOBAL DE LA ENERGÍA EÓLICA PARA EL 2030

Escenario Global	Capacidad acumulada de energía eólica (GW)	Producción de electricidad (TWh)	Porcentaje de la electricidad en el mundo (alta eficiencia energética)	Capacidad instalada Anual (GW)	Inversiones anuales (€ mil millones)	Puestos de trabajo (Millones)	Ahorro anual de CO ₂ (millones de toneladas)
Referencia	364	892	5 %	24.8	21.2	0.48	535
Moderado	1,129	2,769	15.6 %	58.3	45.0	1.14	1,661
Avanzado	2,107	5,176	29.1 %	129.2	84.8	1.44	3,100

RESUMEN DE LOS ESCENARIOS DE LA PERSPECTIVA GLOBAL DE LA ENERGÍA EÓLICA PARA EL 2050

Escenario Global	Capacidad acumulada de energía eólica (GW)	Producción de electricidad (TWh)	Porcentaje de la electricidad en el mundo (alta eficiencia energética)	Capacidad instalada Anual (GW)	Inversiones anuales (€ mil millones)	Puestos de trabajo (Millones)	Ahorro anual de CO ₂ (millones de toneladas)
Referencia	577	1,517	6.6 %	34.3	28.8	0.65	910
Moderado	1,557	4,092	17.7 %	71.0	54.2	1.39	2,455
Avanzado	3,010	7,911	34.3 %	168.6	112.0	2.80	4,747

Resultados Detallados

Un análisis más detallado de los escenarios de la Perspectiva Global de la Energía Eólica, muestra que son posibles una amplia gama de resultados para el mercado global de la energía eólica y que estos dependen de la elección de las opciones, por un lado de la demanda y por otro lado de los diversos supuestos, relativos a los índices de crecimiento de los suministros de energía eólica.

En el **escenario de Referencia básico de la energía eólica**, se supone un índice de crecimiento del 15 % anual de la capacidad de energía eólica hasta el 2010, seguido por un 10 % hasta el 2014. Después se produce una rápida declinación, cayendo a 3 % por año para el 2031.

El resultado es que para el final de esta década, la capacidad global acumulada habría alcanzado casi a 113 Gigawatts (GW). Para el 2020, la capacidad global estaría sobre los 230 GW y para el 2030 casi en 364 GW. En el 2050 para el final del período del escenario, la capacidad de la energía eólica mundial habría crecido a más de 577 GW. El ritmo anual de instalación de nueva capacidad para entonces estaría en los 34 GW.

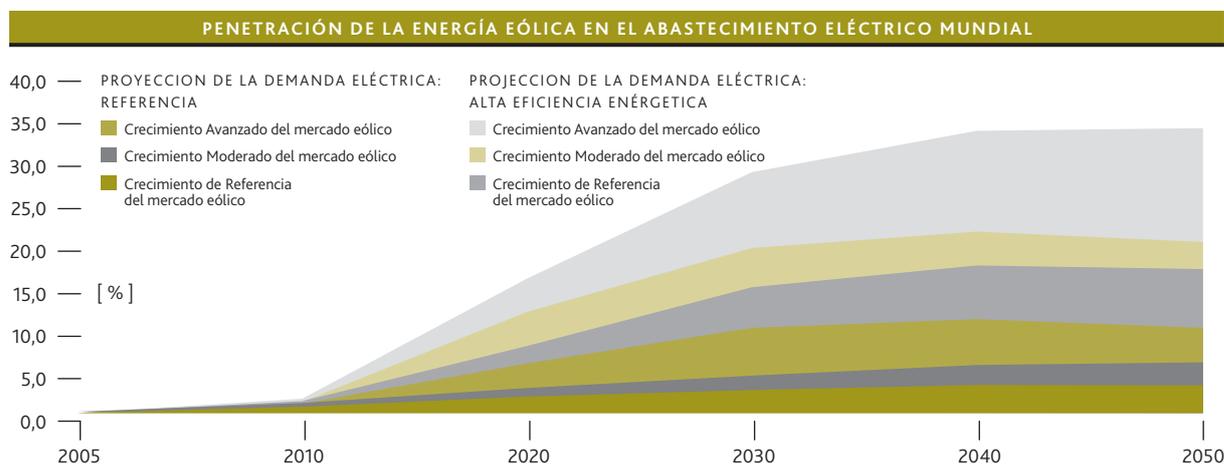
La penetración relativa de la energía eólica en el sistema global de suministros de electricidad, variará de acuerdo a cual proyección de la demanda estará siendo aplicada. En la proyección de Referencia, la contribución eólica aumentaría a

partir de 1,5 % en el 2010 hasta el 4 % en el 2050. En la proyección de „Alta Eficiencia Energética" esta contribución aumentaría a partir del 1,8 % en el 2010 al 6,6 % en el 2050.

En el **escenario Moderado** se espera que los índices de crecimiento de la energía eólica, sean substancialmente más altos que bajo la versión de Referencia. Hasta el 2010, la tasa de crecimiento anual es de 19 % luego a partir del 2011 hasta el 2014 es de 16 % y a partir del 2015 hasta el 2020 es de 15 %. Entonces declina a 10 % hasta el 2025 antes de caer a 5 %.

El resultado es que en el 2020, la capacidad global de la energía eólica, habría alcanzado un nivel de 560 GW y en el 2030 casi los 1.129 GW. En el 2050 para el final del período del escenario, la capacidad de la energía eólica mundial sería superior a los 1.557 GW. Para entonces la tasa anual de instalación de nueva capacidad estaría en los 71 GW.

Con el escenario de Referencia de Eficiencia Energética la proyección de la demanda, en términos de penetración en el sistema global de suministros de electricidad, llevaría a que la contribución de la energía eólica aumentaría a partir del 1,8 % en el 2010 hasta el 10,8 % en el 2050. Bajo una proyección de Alta Eficiencia Energética, aumentaría a partir del 2,2 % en el 2010 al 17,7 % en el 2050.



3 DIFERENTES ESCENARIOS DE DESARROLLO DEL MERCADO EÓLICO – CON DIFERENTES DESARROLLOS DE LA DEMANDA MUNDIAL DE ELECTRICIDAD							
		2005	2010	2020	2030	2040	2050
PROYECCIÓN DE REFERENCIA DE LA IEA SOBRE EL CRECIMIENTO DEL MERCADO EÓLICO							
Penetración de la energía eólica en la electricidad mundial en % - Referencia (Proyección IEA de la Demanda)	%	0.8	1.5	2.7	3.5	4.1	4.0
Penetración de la energía eólica en la electricidad mundial en % - Alta Eficiencia Energética	%	0.8	1.8	3.6	5.0	6.3	6.6
CRECIMIENTO MODERADO DEL MERCADO EÓLICO							
Penetración de la energía eólica en la electricidad mundial en % - Referencia	%	0.8	1.8	6.6	10.8	11.8	10.8
Penetración de la energía eólica en la electricidad mundial en % - Alta Eficiencia Energética	%	0.8	2.2	8.6	15.6	18.1	17.7
CRECIMIENTO AVANZADO DEL MERCADO EÓLICO							
Penetración de la energía eólica en la electricidad mundial en % - Referencia	%	0.8	2.1	12.1	20.1	22.1	20.9
Penetración de la energía eólica en la electricidad mundial en % - Alta Eficiencia Energética	%	0.8	2.4	16.5	29.1	34.0	34.2

Bajo el escenario Avanzado de la energía eólica, se prevé una expansión aún más rápida del mercado global de la energía eólica. Las tasas de crecimiento son más rápidas en las primeras dos décadas. Hasta el 2015, se supone un índice de crecimiento en la capacidad anual de la energía eólica del 20 % que luego baja al 17 %. Después se reduce al 10 % entre el 2020 y el 2025, para caer después a menos del 5 %. El resultado es que para el final de esta década, la capacidad global acumulada habría crecido en casi 154 GW. Para el 2020, la capacidad global estaría sobre los 1.073 GW y en el 2030 casi en los 2.110 GW. En el 2050 para el final del período del escenario, la capacidad de la energía eólica mundial sería superior a los 3.010 GW. Para entonces el tamaño del mercado anual, para la nueva capacidad eólica sería de 150 GW.

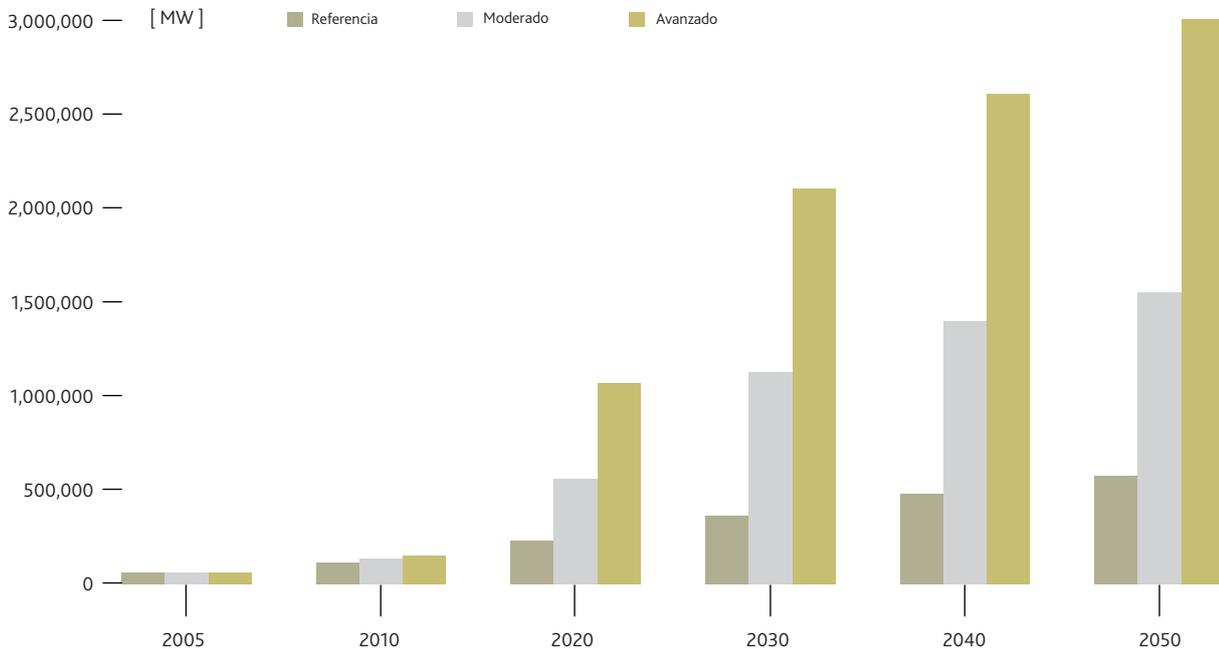
En términos de penetración en el sistema global de suministros de electricidad, bajo el escenario de proyección de la demanda de Referencia, la contribución de la energía eólica aumentaría a partir del 2,1 % en el 2010 hasta el 20,9 % en el 2050. Bajo una proyección de Alta Eficiencia Energética, aumentaría a partir del 2,4 % en el 2010 hasta el 34,3 % en el 2050.

Desglose Regional

Los tres escenarios para la energía eólica, son analizados, por regiones del mundo, basándose en la metodología utilizada por la IEA, con una diferenciación suplementaria para Europa. Para los fines de este informe, las regiones son definidas como Unión Europea (Estados miembros actuales de la UE, más Rumania y Bulgaria); el Resto de Europa (países no-UE); las Economías en Transición (los Estados que formaron la Unión Soviética anterior, aparte de aquellos que ahora hacen parte de la UE); Norteamérica, Central y Sudamérica; Asia del Este; Asia del Sur; China; el Oriente Medio; África y el Pacífico (incluyendo Australia, Corea del Sur y Japón).

Se muestra en la página 41 un desglose regional de la capacidad y de la producción (TWh) de la energía eólica esperada en cada región del mundo, en el 2010, el 2020 y el 2030. Esto muestra que Europa, bajo un escenario de Referencia menos ambicioso, continuaría dominando el mercado mundial. En el 2030 Europa todavía tendría el 51 % del mercado eólico global, seguida por Norteamérica con un 26 %. A continuación la región más grande sería China con un 7 %.

CAPACIDAD ACUMULADA DE ENERGÍA EÓLICA GLOBAL



CAPACIDAD ACUMULADA GLOBAL [MW] Y GENERACIÓN ELÉCTRICA [TWH]

Año		2005	2010	2020	2030	2040	2050
Referencia	[MW]	59.078	112.818	230.658	363.758	482.758	577.257
	[TWh]	124	247	566	892	1.269	1.517
Moderado	[MW]	59.078	136.543	560.445	1.128.707	1.399.133	1.556.901
	[TWh]	124	299	1.375	2.768	3.677	4.092
Avanzado	[MW]	59.078	153.759	1.072.928	2.106.656	2.616.210	3.010.302
	[TWh]	124	337	2.632	5.167	6.875	7.911

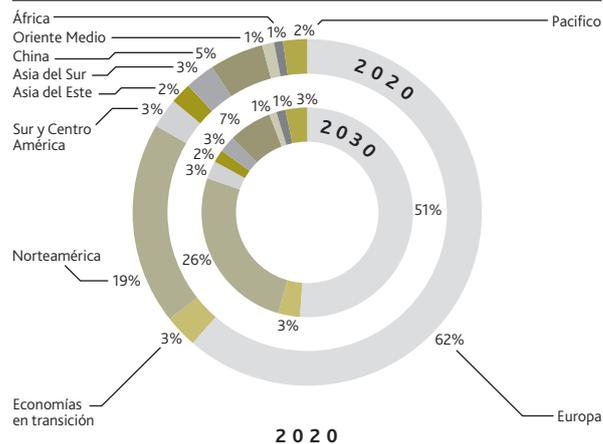


Sin embargo los dos escenarios más ambiciosos, prevén un crecimiento mucho más fuerte en regiones fuera de la Unión Europea actualmente dominante. Bajo un escenario Moderado, Europa bajaría su participación al 26 % en el 2030; América del Norte contribuiría con un dominante 30 % y contribuciones importantes vendrían de América Central y Sudamérica (11 %); China (8 %); la región del Pacífico (8 %) y Asia del Sur incluyendo India (7 %).

Bajo un **escenario Avanzado**, una irrupción incluso más fuerte vendría de Asia y de Sudamérica, con la parte de China en el mercado mundial aumentando al 16 % en el 2030 y la parte del Pacífico y de Sudamérica alcanzando cada uno al 9 % y la región del Pacífico 7 %. La parte de Europa en la capacidad eólica mundial llegaría sólo al 19 %. Dado el lento avance de los progresos realizados hasta ahora y la persistencia de las barreras del mercado, se espera de las economías en transición, una contribución menos importante de la que se había supuesto previamente.

En los tres escenarios se asume, que una parte del aumento de nueva capacidad, resulta del reemplazo de las viejas plantas. Se considera que un aerogenerador tiene como base una vida promedio de 20 años. Y por otra parte, se asume que las turbinas substituidas dentro de la escala de tiempo de los escenarios mantienen la misma capacidad de producción. El resultado es que una parte creciente de la capacidad instalada anual, vendrá de las turbinas reemplazadas por otras de mayor potencia. Estas nuevas máquinas contribuirán a elevar el nivel total de la inversión, de la producción de las fábricas y del empleo. Sin embargo, por sí mismas la introducción de turbinas de reemplazo, no aumentarán el total calculado de capacidad acumulada global.

DESGLOSE REGIONAL: ESCENARIO DE REFERENCIA [GW]

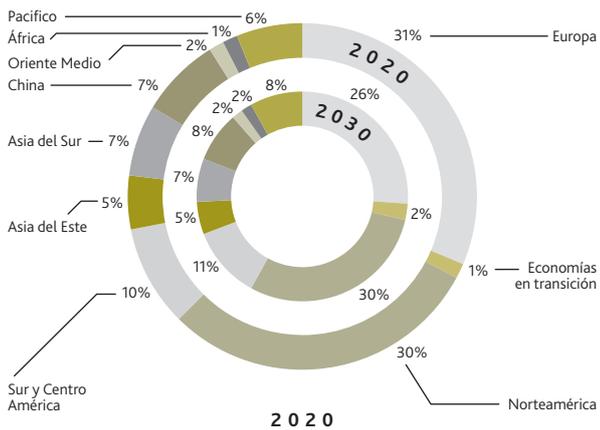


2020	
Europa	142 GW
Economías en transición	7 GW
Norteamérica	43 GW
Sur y Centro América	6 GW
Asia del Este	5 GW
Asia del Sur	6 GW
China	11 GW
Oriente Medio	2 GW
África	2 GW
Pacífico	5 GW

2030	
Europa	186 GW
Economías en transición	12 GW
Norteamérica	94 GW
Sur y Centro América	10 GW
Asia del Este	7 GW
Asia del Sur	9 GW
China	25 GW
Oriente Medio	4 GW
África	5 GW
Pacífico	12 GW



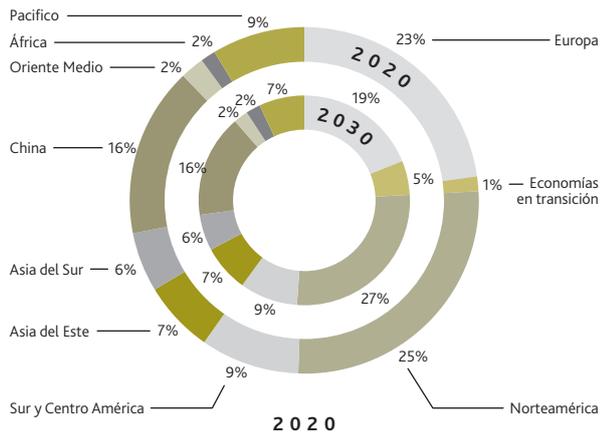
DESGLOSE REGIONAL: ESCENARIO MODERADO [GW]



2020	
Europa	174 GW
Economías en transición	7 GW
Norteamérica	167 GW
Sur y Centro América	54 GW
Asia del Este	27 GW
Asia del Sur	39 GW
China	41 GW
Oriente Medio	9 GW
África	8 GW
Pacífico	34 GW

2030	
Europa	295 GW
Economías en transición	28 GW
Norteamérica	334 GW
Sur y Centro América	123 GW
Asia del Este	59 GW
Asia del Sur	75 GW
China	87 GW
Oriente Medio	18 GW
África	20 GW
Pacífico	90 GW

DESGLOSE REGIONAL: ESCENARIO AVANZADO [GW]



2020	
Europa	245 GW
Economías en transición	13 GW
Norteamérica	284 GW
Sur y Centro América	100 GW
Asia del Este	71 GW
Asia del Sur	61 GW
China	169 GW
Oriente Medio	24 GW
África	17 GW
Pacífico	90 GW

2030	
Europa	392 GW
Economías en transición	116 GW
Norteamérica	570 GW
Sur y Centro América	198 GW
Asia del Este	142 GW
Asia del Sur	126 GW
China	328 GW
Oriente Medio	47 GW
África	48 GW
Pacífico	140 GW

Principales supuestos y parámetros

1. ÍNDICES DE CRECIMIENTO

En este escenario los índices de crecimiento del mercado, están basados en una mezcla de estadísticas históricas y de información obtenida de los analistas del mercado de los aerogeneradores. Los índices de crecimiento de hasta 20 % por año, según lo previsto en la versión Avanzada del escenario, son altos para una industria que produce equipo pesado. Sin embargo la industria eólica ha experimentado índices de crecimiento mucho más altos en años recientes. Desde el año 2000 la capacidad instalada acumulada ha crecido en un promedio de 28 %.

Debe considerarse también, que si bien en los distintos escenarios las estadísticas parciales verán eventualmente declinar los índices de crecimiento, los niveles de capacidad de la energía eólica están previstos para un período de 30 años, por lo cual incluso pequeños porcentajes de crecimiento de los índices, se traducirán para entonces en grandes cifras en términos de megavatios anualmente instalados.

2. CAPACIDAD DE LAS TURBINAS

Los aerogeneradores individuales, han estado creciendo constantemente en términos de su capacidad instalada, sin embargo el máximo de producción eléctrica, se alcanzará cuando operen con su potencia total. La capacidad media de los aerogeneradores globalmente instalados en el 2005 fue de 1.2 MW. Al mismo tiempo las turbinas más grandes elaboradas para el mercado, ahora están alcanzando más de 5 MW de capacidad. El escenario asume el supuesto conservador de que el tamaño promedio, aumentará gradualmente desde las magnitudes de hoy hasta los 2 MW en el 2013 y después se nivelará. Sin embargo es posible que en la práctica esta cifra resulte ser mayor. Puesto que si la capacidad media de los aerogeneradores aumenta, se necesitarán menos unidades en total, para satisfacer una penetración dada de la demanda global de electricidad.

3. EL FACTOR DE CAPACIDAD

El factor de capacidad de un aerogenerador, es una indicación de cuan eficientemente está funcionando. El porcentaje se refiere al porcentaje promedio en el año, durante el cual la turbina eólica generará electricidad desplegando toda su capacidad. Con un factor de capacidad promedio actual de 24 %, el escenario supone que las mejoras en la tecnología de los aerogeneradores y en la localización de los parques eólicos, darán lugar a un aumento constante. Los factores de capacidad son también mucho más altos en las localizaciones marítimas, donde los vientos son más fuertes y predecibles. El tamaño del mercado eólico en los territorios marítimos, especialmente en Europa es cada vez mayor, lo que contribuirá a un aumento en estos promedios.

El escenario proyecta que el factor global promedio de capacidad, aumentará al 28 % en el 2012 y luego al 30 % en el 2036.

4. COSTES DEL CAPITAL E ÍNDICES DE PROGRESO TECNOLÓGICO (PROGRESS RATIOS)

El costo del capital para producir los aerogeneradores, ha bajado constantemente en los últimos 20 años; se han optimizado las técnicas de fabricación; los diseños de las turbinas se han concentrado en gran parte en el modelo rotor tripala a barlovento, con regulación variable de la velocidad y de la inclinación de las palas, así mismo la producción en masa y la automatización han dado lugar a economías de escala.

La conclusión general de la teoría industrial de la curva, es que los costes disminuyen en alrededor de un 20 % cada vez que dobla el número de unidades producidas. Un 20 % de declinación de los costes es equivalente a un índice de progreso de 0.80.

Los estudios sobre los últimos desarrollos de la industria de la energía eólica, demuestran que el progreso a través de los esfuerzos en R&D ya han dado lugar a una reducción de precios entre el 15 y el 20 %, lo que es equivalente a un índice de progreso entre 0.85 y 0.80. En este informe el método de cálculo de las reducciones de costes, está relacionado con los números de unidades, es decir turbinas y no con la capacidad en megavatios. El aumento en el tamaño medio de las unidades por lo tanto también está considerado.

En este estudio el supuesto del índice de progreso, es que comienza en 0.90 y se mantiene hasta el 2010. Después se reduce hasta un 0.92. Más allá del 2025, cuando los procesos de producción se supone que han sido optimizados y el nivel de producción de fabricación global ha alcanzado un pico, baja hasta un 0.98.

La razón de la graduación de este supuesto, particularmente para los primeros años, es que hasta ahora la industria no ha beneficiado completamente de la producción en serie, especialmente debido a la rápida progresión y mejoramiento de los productos. Todavía no se ha utilizado todo el potencial, que las optimizaciones del diseño tienen para el futuro. Incluso así el costo de los aerogeneradores ha bajado perceptiblemente y la industria reconoce que se está entrando a la „fase de la comercialización“, según lo expresado por las teorías de la curva.

En el 2005 los costes de capital por kilovatio de capacidad instalada, fueron de € 1.000 en promedio. Se supone entonces una baja constante a € 912 en el 2010 y a € 784 para el 2025. Desde allí hacia adelante el escenario supone una nivelación de los costes. Todas las cifras se dan en precios del 2005.

Costes y Beneficios

1. INVERSIÓN

La atracción relativa que ejerce el mercado de la energía eólica sobre los inversionistas, es dependiente de un cierto número de factores. Entre estos están el costo del capital de instalación, la disponibilidad financiera, el régimen de tasación para la energía generada y la tasa prevista de rentabilidad de la inversión.

En este escenario el valor previsto de la inversión a futuro, del mercado de la energía eólica, ha sido evaluado sobre una base anual. Esto se basa en el supuesto de un costo de capital, que disminuye gradualmente por kilovatio de capacidad instalada, según ya se ha explicado.

En el **escenario de Referencia**, el valor anual de la inversión global en la industria de la energía eólica, alcanza a € 10,7 mil millones en el 2010, aumentando a € 21,2 mil millones en el 2030, con un pico en € 28,8 mil millones en el 2050.

En el **escenario Moderado**, el valor anual de la inversión global en la industria de la energía eólica, alcanza a € 18,2 mil millones en el 2010, aumentando a € 62,4 mil millones en el 2020, con un pico en € 74,9 mil millones en el 2040.

En el **escenario Avanzado** el valor anual de la inversión global alcanza a € 23,2 mil millones en el 2010, con picos de aumentos de € 141 mil millones para el 2020 y luego decreciendo lentamente a € 112,1 mil millones en el 2050. Todas estas cifras consideran el valor de aumentar la capacidad de producción de las turbinas más viejas.

Aunque estas cifras pueden aparecer grandes, deben ser consideradas en el contexto del nivel total de la inversión, en la industria de la energía global. Durante los años 90, por ejemplo, la inversión anual en el sector de la energía estaba entre los € 158 y los € 186 mil millones cada año.

2. COSTES DE GENERACIÓN

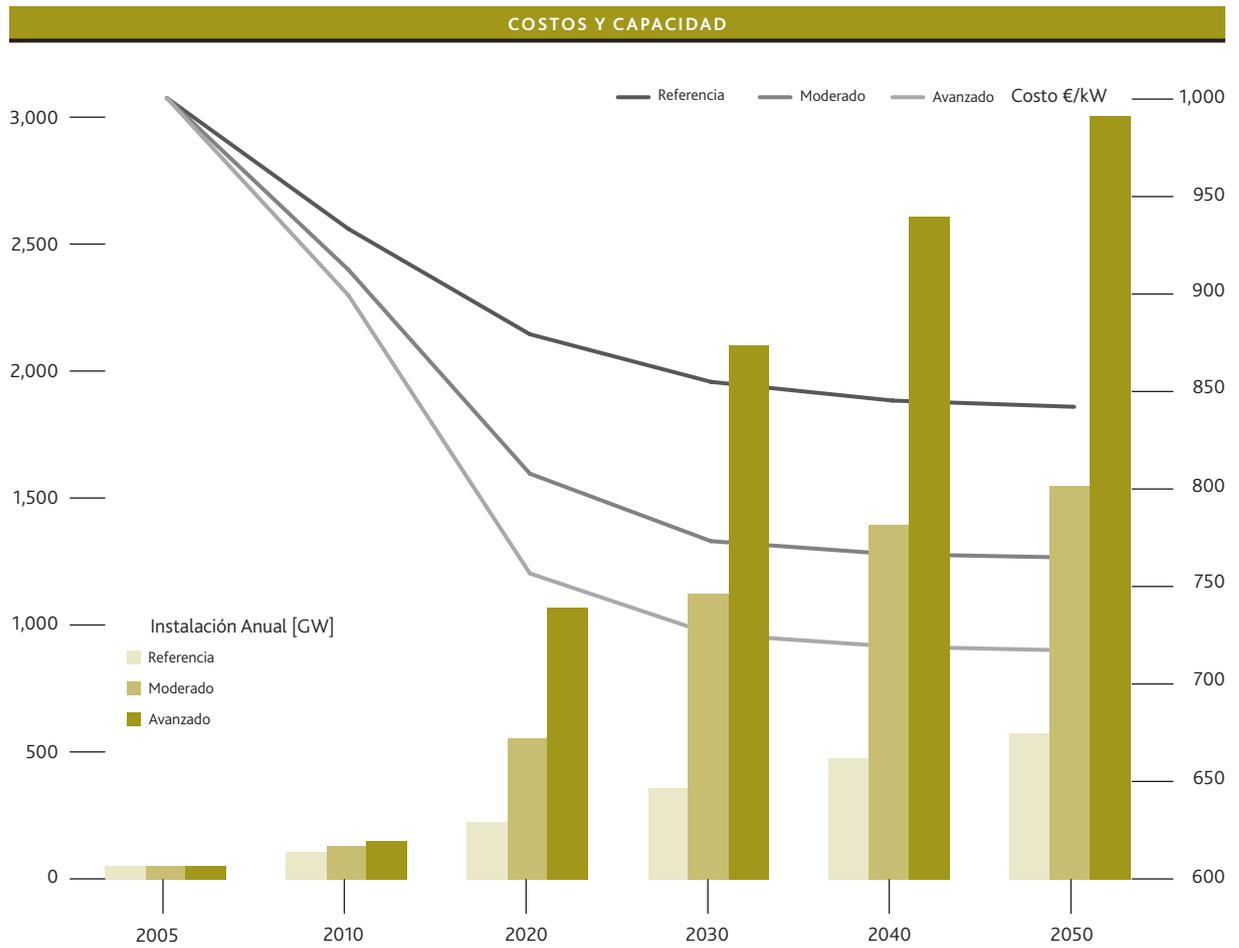
Hay varios parámetros que necesitan ser tomados en consideración, al calcular los costes de generación de la energía eólica. El más importantes de ellos, es el costo de capital de los aerogeneradores (véase arriba) y la producción prevista de electricidad. El segundo es altamente dependiente de las condiciones del viento en un sitio determinado, por lo tanto la selección de una buena localización es esencial para alcanzar la viabilidad económica. Otros factores importantes son los costes de operación y de mantenimiento (O&M), el lapso de vida útil de la turbina y la tasa de descuento (el costo del capital).

El costo total por generar un kWh de electricidad, es tradicionalmente calculado descontando y nivelando la inversión y los costes de O&M sobre el curso de la vida útil de un aerogenerador, luego esto se divide por la producción anual de electricidad. Enseguida, el costo unitario de generación se calcula como costo promedio, sobre el curso de vida de una turbina, que se estima normalmente en 20 años. Sin embargo los costes reales serán más bajos al principio de la operación de una turbina, debido a los costes más bajos de O&M y aumentarán a medida que envejece la máquina.

Considerando todos estos factores, el costo de generar electricidad por energía eólica, está actualmente en un rango entre 4 y 5 centavos de €/kWh en los sitios de alta velocidad del viento, hasta llegar aproximadamente a 6 u 8 centavos de €/kWh en los sitios con velocidades del viento con promedios más bajos.

Sin embargo en los últimos 15 años, la eficiencia de los aerogeneradores ha mejorado considerablemente, gracias a un diseño mejor del equipo, a mejores localizaciones y a turbinas más altas. En consecuencia la eficiencia ha estado aumentando anualmente entre un 2 % y un 3 %. Además, puede suponerse que como resultado de la optimización de los procesos de producción, los costes de inversión para los aerogeneradores disminuirán, como ya hemos descrito más arriba.

Como resultado se espera que para el 2020, el costo de producir electricidad con energía eólica, descienda a 3 – 3,8 centavos de €/kWh en las buenas localizaciones y a 4 - 6 centavos de €/kWh en los sitios con bajas velocidades del viento. Para el 2050 estos costes habrán bajado a 2,8 – 3,5 centavos de €/kWh y a 4.2 – 5.6 centavos de €/kWh respectivamente.



INVERSIÓN Y EMPLEO

	2005	2010	2020	2030	2040	2050
REFERENCIA						
Instalación anual [MW]	11.524	11.506	15.547	24.816	27.447	34.266
Costes € / kW	1.000	933	879	854	845	842
Inversión mil millones € /año	11.524	10.732	13.662	21.205	23.185	28.841
Empleo Trabajos-año	150.120	241.484	322.729	481.624	531.723	653.691
MODERADO						
Instalación anual [MW]	11.524	19.906	77.365	58.260	97.737	70.957
Costes € / kW	1.000	912	807	773	766	764
Inversión mil millones € /año	11.524	18.154	62.449	45.009	74.854	54.227
Empleo Trabajos-año	150.120	390.408	1.310.711	1.141.016	1.663.578	1.386.085
AVANZADO						
Instalación anual [MW]	11.524	25.831	186.825	117.014	142.260	156.423
Costes € / kW	1.000	899	756	725	719	717
Inversión mil millones € /año	11.524	23.220	141.249	84.827	102.229	112.090
Empleo Trabajos-año	150.120	492.384	2.899.776	2.143.587	2.506.871	2.795.873

Estos cálculos no consideran los llamados “costes externalizados” de la producción de electricidad. Generalmente se estima que las fuentes de energía renovable, tales como el viento, tienen ventajas ambientales y sociales, cuando se las compara con las fuentes de energía convencionales, tales como el carbón, el gas, el petróleo y la energía nuclear. Estas ventajas se pueden traducir, en mayores o menores costes para la sociedad y que se deben ver reflejados en los cálculos de los costes de producción de la electricidad. Sólo entonces se podría establecer una comparación justa, entre los diversos medios de producción de energía. El proyecto ExternE, financiado por la Comisión Europea ha estimado el costo externalizado del gas en aproximadamente 1,1 – 3,0 centavos €/kWh y para el carbón entre 3,5 y 7,7 centavos €/kWh.

Además, estos cálculos no consideran los costes de los riesgos, que están relacionados con las tecnologías convencionales de los combustibles. Puesto que la energía eólica no requiere de ningún combustible, elimina por lo tanto el riesgo de la inestabilidad de los precios de los combustibles, que caracteriza a otras tecnologías de generación, tales como el gas, el carbón y el petróleo. En consecuencia una matriz de generación, que contenga proporciones substanciales de energía eólica, reducirá los riesgos de costes energéticos futuros más altos, reduciendo la exposición de la sociedad a los aumentos de precios de los combustibles fósiles. En una época en que los recursos en combustible son limitados y que existe una alta inestabilidad de los precios de los combustibles, las ventajas son obvias.

Además, los costes que se evitan, tanto por la instalación de una planta de producción de energía convencional, como por la no utilización de combustibles fósiles, no son tomados en consideración. Estas correcciones mejorarían mucho el análisis de costes para la energía eólica.

3. EMPLEO

El efecto empleo de este escenario, es un factor crucial a sopesar junto a sus otros costes y ventajas. Los altos índices de desempleo continúan siendo una sangría, para las economías de muchos países en el mundo. Cualquier tecnología que exija un nivel substancial de trabajo, tanto especializado como no especializado, tiene por lo tanto una importancia económica considerable y probablemente represente un fuerte punto a favor, en la toma de decisiones sobre las diversas opciones de energía.

Tanto en Alemania como en Dinamarca y los Países Bajos, ya se han realizado evaluaciones respecto a los efectos sobre el empleo de la energía eólica. El supuesto que se establece en este escenario, es que por cada megavatio de nueva capacidad, el mercado para la energía eólica creará anualmente, una cantidad de empleos equivalentes a 16 puestos de trabajo por la fabricación y el suministro de componentes. Se obtendrán otros 5 puestos más, ligados al desarrollo de cada parque eólico, por la instalación y el empleo indirecto.

Cuando los procesos de producción alcancen su optimización en el 2030, este nivel disminuirá a 11 trabajos por la fabricación y 5 por el desarrollo e instalación. Además, el empleo en operaciones regulares y en el trabajo de mantenimiento de los parques eólicos, contribuirá con 0.33 puestos de trabajo más, por cada megavatio adicional de capacidad acumulada.

En el **escenario de Referencia**, esto se traduce en más de 241.000 puestos de trabajo creados para el 2010; más de 481.000 en el 2030 y casi 653.000 trabajos para el 2050. En el **escenario Moderado** estos números podrían aumentar llegando a representar más de 390.000 puestos de trabajo para el 2010 y a casi 1,1 millón para el 2030, para luego nivelarse en alrededor de 1,4 millones para el 2050. En el **escenario Avanzado**, los resultados muestran un aumento en la cantidad de empleos de 2,9 millones de puestos de trabajo en el 2020, para finalmente nivelar en 2,8 millones en el 2050.

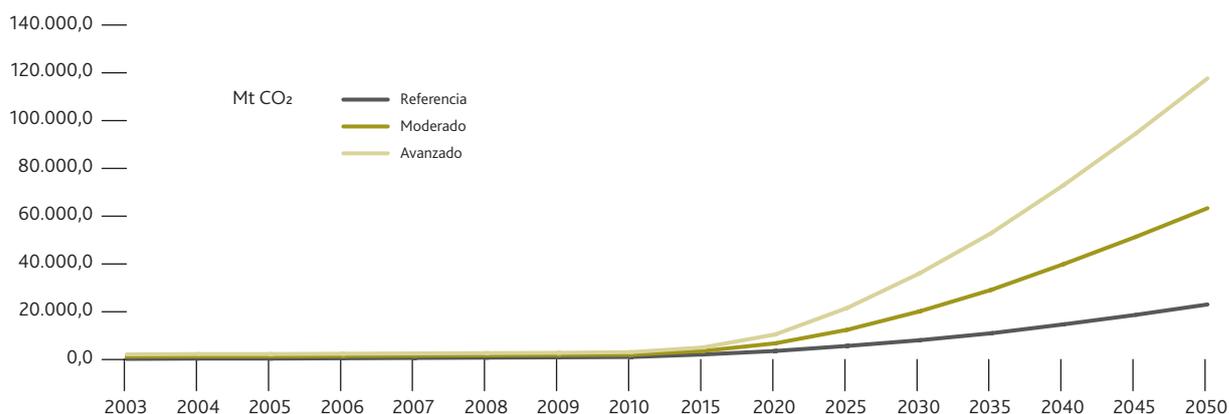
4. AHORROS EN DIÓXIDO DE CARBONO

Una reducción en los niveles de dióxido de carbono, globalmente emitidos en la atmósfera, es el más importante beneficio medioambiental de la generación de energía eólica. El dióxido de carbono es el gas con la mayor responsabilidad en el efecto invernadero y por lo tanto sobre las desastrosas consecuencias del cambio climático global.

Al mismo tiempo, la moderna tecnología eólica posee, un balance energético extremadamente positivo. Sobre un ciclo de vida promedio de 20 años de un aerogenerador, las pocas emisiones de CO₂ relacionadas con su fabricación, instalación y mantenimiento, se “recuperan” después de los primeros tres o seis meses de operación.

La dimensión del beneficio obtenido, respecto a las reducciones de dióxido de carbono, dependen del combustible o la combinación de combustibles, que serán desplazados por la generación creciente de energía eólica. Los cálculos del Consejo Mundial de Energía, muestran una variedad de niveles de emisiones de dióxido de carbono, para los distintos combustibles fósiles. En el supuesto de que el carbón y el gas fueran los combustibles que generarán la mayor parte de la producción eléctrica en un período de 20 años (con una tendencia continua a que el gas siga sustituyendo al carbón), tiene sentido la cifra de 600 toneladas de reducción de dióxido de carbono por GWh, que se obtendría como valor promedio con la generación eólica.

Este supuesto se justifica por el sólo hecho, que más del 50 % de la capacidad acumulada de la generación eólica que se espera para el 2020, será instalada en las regiones de la OCDE (América del Norte, Europa y el Pacífico). La tendencia en estos países muestra un cambio significativo desde el carbón hacia el gas. En otras regiones la reducción de CO₂ podría ser más alta, debido a que se están utilizando extensivamente centrales eléctricas a carbón ineficientes.

REDUCCION ACUMULADA DE CO₂ [Mt CO₂]

 EMISIONES DE CO₂

REFERENCIA			MODERADO		
Año	Reducción anual de CO ₂ [Mt CO ₂]	Reducción acumulada de CO ₂ [Mt CO ₂]	Año	Reducción anual de CO ₂ [Mt CO ₂]	Reducción acumulada de CO ₂ [Mt CO ₂]
2003	50.8	50.8	2003	50.8	50.8
2004	60.0	110.8	2004	60.0	110.8
2005	74.5	185	2005	74.5	185
2006	90.8	276	2006	93.7	279
2007	104	381	2007	111	391
2008	119	499	2008	131	522
2009	133	632	2009	153	675
2010	148	781	2010	179	854
2015	253	1,851	2015	412	2,413
2020	339	3,375	2020	825	5,593
2025	437	5,366	2025	1,320	11,229
2030	535	7,847	2030	1,661	18,918
2035	623	10,786	2035	1,891	27,948
2040	761	14,405	2040	2,206	38,639
2045	836	18,434	2045	2,345	50,100
2050	910	22,836	2050	2,455	62,165

Tomando en cuenta estos supuestos, el ahorro anual previsto en CO₂ del **escenario de Referencia** será de 339 millones de toneladas en el 2020, llegando a 910 millones de toneladas en el 2050. El ahorro acumulado sobre todo el período del escenario sería de 22.800 millones de toneladas.

Con el **escenario Moderado**, el ahorro sería de 825 millones de toneladas de CO₂ anualmente en el 2020, llegando a 2.455 millones de toneladas en el 2050. El ahorro acumulado sobre el período del escenario estaría justo por sobre los 62.150 millones de toneladas.

Con el **escenario Avanzado**, el ahorro anual en el 2020 aumentaría a 1.582 millones de toneladas y en el 2050 llegaría a 4.700 millones de toneladas. El ahorro acumulado sobre el período entero del escenario sería de 113.600 millones de toneladas.

AVANZADO		
Año	Reducción anual de CO ₂ [Mt CO ₂]	Reducción acumulada de CO ₂ [Mt CO ₂]
2003	50.8	50.8
2004	60.0	110.8
2005	74.5	185
2006	95.2	281
2007	116	396
2008	140	536
2009	168	704
2010	202	906
2015	576	2,916
2020	1,579	8,363
2025	2,340	18,540
2030	3,100	32,521
2035	3,475	49,147
2040	4,125	68,970
2045	4,436	90,528
2050	4,747	113,640

Perspectivas Globales de la Energía Eólica – Antecedentes de la Investigación

EL CENTRO AEROESPACIAL ALEMÁN

El Centro Aeroespacial Alemán (DLR) es la organización de investigación de ingeniería más grande de Alemania. Entre sus especialidades está el desarrollo de las tecnologías térmicas solares para centrales eléctricas, la utilización de las celdas de combustible de baja y de alta temperatura, particularmente para la producción eléctrica y la investigación para el desarrollo de centrales eléctricas de alta eficiencia con turbinas de gas y de vapor.

El Instituto de Termodinámica Técnica del DLR (DLR-ITT), es muy activo en el campo de la investigación, en materias de energía renovable y de desarrollo de tecnologías para la utilización y conversión de energías eficientes y con bajas emisiones. Trabajando en cooperación con otros institutos DLR, industrias y universidades, la investigación está centrada en solucionar los problemas claves de tecnología de la energía electroquímica y la conversión de la energía solar. Esto abarca la investigación orientada a la aplicación y el desarrollo de modelos de laboratorio y prototipos, así como el diseño y la operación de plantas de demostración. El análisis de sistemas y la evaluación de tecnologías asisten la preparación de decisiones estratégicas en el campo de la investigación y de política energética.

Dentro de DLR-ITT, la División de Análisis de Sistemas y de Evaluación de Tecnologías, tiene una larga experiencia en la evaluación de las tecnologías de energías renovables. Sus principales actividades de investigación, están en el campo del análisis de sistemas y las aplicaciones tecnoeconómicas, conduciendo al desarrollo de estrategias para la introducción en el mercado y la difusión de nuevas tecnologías, principalmente en los sectores de la energía y del transporte.

ANTECEDENTES DE LOS ESCENARIOS

El DLR fue comisionado por Greenpeace Internacional y EREC para conducir un estudio sobre las vías para la energía sostenible global hasta el 2050. Este estudio, debe ser publicado a principios del 2007 y dará lugar a escenarios de la energía en que las emisiones estarán en niveles perceptiblemente más bajos que los actuales. Una parte de este estudio está dirigido a examinar el potencial futuro para las fuentes de energía renovable, analizando los datos de la industria de la energía eólica y las proyecciones regionales de esta energía alrededor del mundo, para luego formar la base del escenario global sobre las perspectivas de la energía eólica.



Los escenarios sobre suministros de energía adoptados en este informe, que amplían y realzan las proyecciones de la Agencia Internacional de Energía, se han calculado usando el modelo de simulación MESAP/PlaNet ya utilizado para un estudio similar por el DLR y que cubría los países UE-25 („Revolución de la Energía: Una vía sostenible para un futuro con energía limpia para Europa“, septiembre del 2005 por Greenpeace internacional). Este modelo ha sido desarrollado más a fondo por la consultora Ecofys, para considerar el potencial futuro de las medidas de eficiencia energética.

ESTUDIO SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA

El objetivo del estudio de Ecofys, fue el desarrollo de escenarios con baja demanda energética para el período 2003 a 2050, en un nivel sectorial por regiones de la IEA tal como fueron definidas en los informes sobre Perspectivas de la Energía del Mundo (“World Energy Outlook”). La demanda energética fue dividida en electricidad y combustibles. Los sectores que fueron considerados son la industria, el transporte y otros consumidores, incluyendo los hogares y los servicios.

El estudio de Ecofys prevé una trayectoria de desarrollo global ambiciosa, para la explotación del potencial de la eficiencia energética, enfocado en las mejores prácticas actuales, así como en las tecnologías que estarán disponibles en el futuro y suponiendo una continua innovación en el área. El resultado es que en comparación con el escenario de Referencia, la demanda de energía final mundial, se reduce al 47 % en el 2050. Los ahorros de energía se distribuyen en proporciones muy similares entre los tres sectores. Las opciones más importantes del ahorro de energía, son la puesta en práctica de un transporte de pasajeros y de carga más eficiente, el aislamiento del calor y diseños mejorados de los edificios. Este conjunto explica el 46 % de los ahorros mundiales de energía.



En este informe, la proyección de la demanda energética de „Referencia", está basada en la Perspectiva de la Energía del Mundo 2004 de la IEA (World Energy Outlook 2004), incluyendo sus supuestos sobre población y el crecimiento del PIB, extrapolados para el 2050. Esto toma en cuenta las políticas y las medidas que fueron decretadas o adoptadas a mediados del 2004, pero no incluye probables o posibles iniciativas políticas futuras. Se asume que no habrá cambios en las políticas nacionales sobre la energía nuclear.

Luego, basándose en el escenario de referencia de la IEA se desarrollaron dos proyecciones de baja demanda energética; el escenario „Ambicioso" de Eficiencia Energética (que no se utiliza en este informe) y una versión "Limitada" más económica (denominada como la proyección de „Alta Eficiencia Energética" para los propósitos de este informe). El primero considera el potencial técnico, mientras que el segundo introduce el elemento económico. En la versión Ambiciosa, se establece el supuesto que las mejores tecnologías disponibles están introducidas y que hay continua innovación en el área de la eficiencia energética. En la versión Limitada el potencial para el avance de las medidas de ahorro de energía, se ve moderado por las limitaciones de costes y de otros obstáculos para la puesta en práctica.

MODELO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE ECOFYS

PASO 1: ESCENARIO DE REFERENCIA

Desarrollo del escenario de referencia para la demanda energética en el período 2003-2050 por región y por sector.

PASO 2: LISTA DE MEDIDAS

Establecimiento por sector, de las opciones posibles de ahorro de energía.

PASO 3: DETERMINACIÓN DE LOS AHORROS POTENCIALES DE ENERGÍA

Determinación por sector, de los ahorros potenciales de energía para los años 2010, 2020, 2030, 2040 y 2050. Se establece una distinción entre el nivel económico y el técnico respecto al potencial de ahorros de energía, conduciendo a dos escenarios de demanda energética baja:

Ambicioso: *Este es un escenario ambicioso de eficiencia energética, que está enfocado en las mejores prácticas actuales y en las tecnologías disponibles en el futuro. Supone la innovación continua en el área de la eficiencia energética.*

Limitado: (= escenario de "Alta Eficiencia Energética"): *Este escenario supone ahorros más moderados de energía, tomando en cuenta las dificultades para la puesta en práctica de las tecnologías de eficiencia energética, en términos de costes y de otras barreras.*



LOS PROBLEMAS DE POLÍTICA ENERGÉTICA Y RECOMENDACIONES

En un período en que los gobiernos alrededor del mundo, están en el proceso de liberalizar sus mercados de la electricidad, el aumento de la competitividad de la energía eólica, debería conducir a un alza en la demanda de aerogeneradores. Sin embargo, las distorsiones en los mercados de la electricidad en el mundo, que son producto de décadas de una masiva ayuda financiera y un apoyo político y estructural a las tecnologías convencionales, han puesto a la energía eólica en una desventaja competitiva. Los nuevos proyectos eólicos, tienen que competir con las viejas centrales eléctricas de combustible nuclear y fósil, que producen electricidad a costo marginal, porque los intereses y la depreciación de la inversión, ya han sido pagados por los consumidores y los contribuyentes. Las tecnologías renovables además se ven perjudicadas por la falta de penalización a los combustibles convencionales, por su responsabilidad en el costo económico de la contaminación y de otros peligros que provocan. Por lo tanto, sin apoyo político la energía eólica no puede establecer plenamente su positiva contribución a las metas ambientales y a la seguridad de los suministros.

En este capítulo se presenta un resumen, de los actuales marcos políticos, que apoyan a la energía eólica y las barreras que son necesarias superar, para abrir el potencial de la tecnología y pasar a ser un contribuidor importante en el abastecimiento global de la energía futura. Son más de 48 los países que ya han introducido un cierto tipo de política o de ley, para promocionar las energías renovables, incluyendo a 14 países en vías de desarrollo.

Más de 25 años de experiencia de la energía eólica alrededor del mundo, han demostrado que los marcos acertados para impulsar el desarrollo y el despliegue de la energía eólica, deben incluir medidas apropiadas en cada una de las cinco áreas vitales siguientes:

- Metas vinculantes o legalmente obligatorias de energía renovable
- Mecanismos de pago bien diseñados
- Acceso a la red y desarrollo estratégico de las redes
- Procedimientos administrativos apropiados
- Adhesión y apoyo públicos

Metas vinculantes o legalmente obligatorias de energía renovable

La fijación de metas, sirve como un importante catalizador, para que los gobiernos desarrollen los marcos reguladores necesarios para ampliar las energías renovables, incluyendo: los marcos financieros, la regulación del acceso a la red, la planificación y los procedimientos administrativos. Sin embargo, las metas tienen poco valor si no son acompañadas por políticas, que eliminando las barreras del mercado y creando un ambiente que atraiga al capital de inversión, compensen las distorsiones en los mercados de la electricidad.

Un número creciente de países, están estableciendo metas para la energía renovable, como parte de sus políticas de reducción de los gases con efecto invernadero. Hasta la fecha, 49 países han fijado estas metas, incluyendo diez países en vías de desarrollo. Estas metas se expresan como cantidades específicas, respecto a la capacidad instalada o como un porcentaje del consumo de energía.

Hasta ahora la meta más ambiciosa ha sido fijada por la Unión Europea. El Libro Blanco sobre Fuentes de Energía Renovables en 1997, fijó el objetivo de duplicar el porcentaje de la "energía renovable" en la UE., es decir desde el 6 % hasta el 12 % para el 2010. Esto fue seguido en el 2001 por la Directiva sobre Electricidad Renovable, que afinó el objetivo (dentro de la meta del Libro Blanco), fijando el aumento de la cantidad de la "electricidad renovable" desde el 14 % en 1997 al 21 % en el 2010. A cada Estado miembro de la Unión Europea le fue asignada su propia meta particular. Aunque estas metas son indicativas (no vinculantes), han servido como un importante incentivo para promover iniciativas políticas a través de Europa, en orden a incrementar la proporción de la energía renovable en el abastecimiento eléctrico. Se espera que la energía eólica contribuya substancialmente en este incremento.

El paso siguiente sería lograr que estas metas sean obligatorias y que su horizonte sea extendido más allá del 2010. Pero aunque el Parlamento Europeo ha propuesto una meta obligatoria del 20 % de energía para la UE para el 2020, con una meta ligada de 33 % del abastecimiento eléctrico, esto todavía no ha sido aceptado por la Comisión Europea o los 25 gobiernos de los Estados miembros. Un primer paso en esta dirección fue realizado en Marzo del 2006, con el procedimiento de consulta, a los Jefes de Estado y Gobiernos de la UE, para una meta de la energía renovable del 15 % para el año 2015.

Mecanismos de política específica

Para involucrar a los promotores de proyectos, se necesita que se defina un mercado claro para la energía eólica. Como con cualquier otra inversión, cuanto más bajo es el riesgo para el inversionista, más bajos son los costes de proveer el producto. Las medidas más importantes, para establecer nuevos mercados para la energía eólica, son por lo tanto aquellas donde el mercado para la energía generada, queda claramente definido en las leyes nacionales, incluyendo medidas fiscales estables y a largo plazo, que minimicen los riesgos para el inversionista y aseguren un adecuado retorno para la inversión.

El propósito principal, de la amplia gama de medidas económicas disponibles, para impulsar la energía renovable, consiste en proporcionar incentivos para el perfeccionamiento y para las reducciones de los costes de las tecnologías ambientales. Los mercados necesitan ser fuertes, estables y confiables, con un claro compromiso con la expansión a largo



plazo. Ya se han introducido en diversos países, un cierto número de mecanismos para favorecer estos objetivos.

En general, hay dos tipos de incentivos principales, para promover el despliegue de la energía renovable:

Los sistemas de precios fijos: El gobierno establece el precio de la electricidad (o la prima) pagados al promotor/productor y deja al mercado determinar la cantidad de capacidad que será producida. Los ejemplos de los países que han adoptado este sistema en Europa, son Alemania, España, Francia y Portugal.

Los pagos se pueden hacer a los promotores o a los productores en la forma de:

1. Subsidios a la inversión
2. Tarifas fijas a la producción (feed-in tariffs)
3. Pagos de primas fijas
4. Crédito fiscal

Los sistemas de cuotas renovables, significan que el gobierno u otra autoridad, fija la cantidad de electricidad renovable que quisiera que fuera producida, y deja al mercado determinar el precio. Este sistema funciona en algunos Estados de los EE.UU., en donde es llamado "Renewable Portfolio Standard" (Cartera de Energía Renovable) y en un cierto número de países de la UE, entre los que figuran el Reino Unido, Suecia, Bélgica e Italia.

En los mercados nacionales de la energía eólica, se han empleado dos tipos de sistemas de cuotas renovables: Sistemas de concurso, es decir los promotores compiten en precios, para construir proyectos dentro de una cuota asignada de capacidad y sistemas de certificados verdes. A los proyectos en operación, se les entregan certificados verdes según la energía producida y el precio de los cuales varían de acuerdo a la oferta y la demanda.

Cualquier medida política que sea adoptada por un gobierno, necesita ser capaz de responder a los requerimientos de la comunidad de inversionistas. Aquí hay dos cuestiones que son claves:

- El precio para la energía renovable, debe permitir que el perfil riesgo/retorno, sea competitivo con otras opciones de inversión.
- La duración de un proyecto, debe permitir que los inversionistas recuperen su inversión.

Reforma del mercado de la electricidad

Para que las nuevas tecnologías de la energía renovable sean aceptadas a gran escala, hay algunas reformas esenciales en el sector de la electricidad que es necesario realizar. Estas reformas incluyen:

LA ELIMINACIÓN DE LAS BARRERAS DEL SECTOR ELÉCTRICO

La legislación actual de la energía, respecto a la planificación, la certificación y los accesos a la red, se ha construido alrededor de la existencia de grandes plantas eléctricas centralizadas, incluyendo extensas exigencias y especificaciones para las autorizaciones de acceso a la red. Esto favorece la existencia de la producción a gran escala de electricidad y representa una barrera significativa del mercado frente a las energías renovables. Esto también impide que se adjudique un valor, al hecho de no tener que transportar la generación de energía descentralizada a largas distancias.

Entre las distorsiones del mercado de la energía convencional están las siguientes:

1. Barreras institucionales y legales
2. Actores dominantes nacionales y regionales
3. Obstáculos para el acceso a la red de terceros
4. Interconexión limitada entre mercados nacionales y regionales
5. Tarifas discriminatorias para la conexión a la red
6. Falta de separación efectiva entre las compañías que realizan actividades de producción y las de transporte y distribución.

Uno de los desafíos más importantes consiste en llevar a cabo los rediseños necesarios de la infraestructura de la red, del sistema de gestión, de la regulación de la red y de los procedimientos de operación, de modo que reflejen las características de las tecnologías de la energía renovable. Así mismo, es vital interconectar la electricidad en las fronteras, para que estos mercados no queden aislados geográficamente.

Las reformas para levantar las barreras del mercado a las energías renovables, incluyen:

- Procedimientos racionalizados y parejos de los sistemas de permisos y de planificación, para una integración a menor costo a la red;
- Acceso a la red, con precios justos y transparentes, eliminando las tarifas discriminatorias para la entrada y la transmisión;
- Establecer precios equitativos para la energía distribuida a través de la red, que respondan a una real valoración y remuneración de los beneficios que aportan las energías incorporadas;
- Determinar que la generación y la distribución, estén separados en compañías diferentes;



- Los costes del desarrollo y del refuerzo de la infraestructura de la red, deben ser absorbidos por la autoridad administradora de la red y no por los proyectos particulares de energía renovable;
- Abrir la información a los usuarios finales sobre la composición de los combustibles y su impacto medioambiental, de modo que los consumidores puedan optar informadamente sobre distintas fuentes de energía.

ELIMINACIÓN DE LAS DISTORSIONES DEL MERCADO

Además de las barreras del mercado, también existen las distorsiones del mercado, que igualmente bloquean la extensión de la energía renovable. Estas distorsiones vienen bajo la forma de subsidios directos e indirectos, así como del hecho que tanto los efectos sociales, como los ambientales de las diversas tecnologías de generación de electricidad, están actualmente excluidos de los costes de producción.

Un obstáculo importante, que ha impedido que la energía eólica alcance su capacidad máxima, es una estructura de precios del mercado, que no refleja los costes completos de la producción de energía para la sociedad.

Además en la actualidad el marco general del mercado de la electricidad, es muy diferente del que existió cuando el carbón, el gas y las tecnologías nucleares fueron introducidas. Durante casi un siglo la generación de energía, se caracterizó por la existencia de monopolios nacionales, con atribuciones para financiar inversiones en nueva capacidad productiva, con subsidios y/o recargos a través de las tarifas eléctricas. Actualmente estas opciones no son muy utilizadas, ya que muchos países se están moviendo en la dirección de ir liberalizando sus mercados. Sin embargo las nuevas tecnologías de generación, tales como la energía eólica, siguen estando en una desventaja competitiva en los nuevos mercados.



La implementación de los siguientes dos avances, podría permitir cambiar esta situación:

La supresión de los subsidios a la energía producida con combustibles fósiles y con energía nuclear

Los subsidios a las tecnologías que son totalmente competitivas y contaminantes, son altamente improductivos, distorsionan seriamente los mercados y aumentan la necesidad de apoyar a las energías renovables. La supresión de los subsidios a la electricidad convencional, significaría no sólo un ahorro del dinero de los contribuyentes, sino que además reduciría las distorsiones actuales en el mercado de la electricidad. Por otra parte, también reduciría considerablemente la necesidad de ayuda para las energías renovables. La energía eólica no necesitaría dotaciones especiales, si los mercados no estuvieran adulterados, por el hecho de que los productores de electricidad, todavía están implícitamente libres para contaminar.

Los subsidios reducen artificialmente el precio de la energía, mantienen a las energías renovables fuera del mercado y apoyan cada vez más a combustibles y tecnologías no inclinadas a competir. La eliminación de los subsidios directos e indirectos a los combustibles fósiles y a la energía nuclear, ayudaría a moverse con reglas del juego más justas en el sector de la energía.

Las fuentes de energías convencionales, reciben en todo el mundo subsidios estimados en US\$ 250 mil millones anuales. Esto distorsiona fuertemente los mercados. El informe sobre Evaluación Mundial de la Energía del PNUD, estima que entre 1995 y 1998 el costo anual de los subsidios globales, para los combustibles fósiles y la energía nuclear, fue de \$215 mil millones, comparados con \$9 mil millones para las energías renovables y la eficiencia energética.

Los fondos para la investigación y el desarrollo, pueden establecer una diferencia crucial, respecto a si una tecnología

llegará a ser comercialmente viable, particularmente en el primero tiempo de su implementación. Estos también significan cerca del 40 % de las reducciones de costes continuados en tecnología. De acuerdo al informe de la Agencia Internacional de Energía, „Energía Renovable: Tendencias del Mercado y de Políticas en Países de la IEA“ (2004), entre 1974 y 2002 el 92 % de todos los fondos de Investigación y Desarrollo R&D (\$267 mil millones) fueron utilizados en energías no renovables, mayormente combustibles fósiles y tecnologías nucleares, los que deben ser comparados con el 8 % (\$23 mil millones) para todas las tecnologías renovables.

Internalización de los costes sociales y ambientales de las energías contaminantes

El costo real de la producción energética convencional, incluye los costes absorbidos por la sociedad, tal como los impactos sobre la salud y la degradación ambiental local y regional, desde la contaminación por mercurio hasta la lluvia ácida, así como el impacto global sobre el cambio climático.

Los costes ocultos, también incluyen por ejemplo, el no contrato de seguros contra los accidente nucleares, que son inasequibles o demasiado costosos para ser cubiertos por los operadores nucleares. Tampoco se adicionan a la economía real de la energía fósil y nuclear, los costes de desmantelamiento de las centrales nucleares, el almacenaje de residuos nucleares de alto nivel radioactivo y los costes de la salud asociados con la minería, la extracción y el transporte.

El daño ambiental debería ser evitado en su origen. Traducido en términos de generación de energía, significa que idealmente la producción de energía, no debería provocar contaminación y que es responsabilidad de los productores de energía el prevenirla. Si contaminan deben pagar en su totalidad a la sociedad, una cantidad igual al daño causado en el proceso productivo.



La Comisión Europea, con el proyecto ExternE, ha intentado cuantificar los costes verdaderos, incluyendo los costes ambientales de la producción eléctrica. ExternE estima que con este cálculo, el costo de producir electricidad con carbón o con petróleo duplicaría sus costes y que al producirla con gas, los costes aumentarían en un 30 %, si fueran tomados en cuenta los costes externos, expresados bajo la forma de daños para el medioambiente y la salud. El estudio avanza la estimación de que los costes ambientales están entre el 1 y el 2 % del PIB de la UE o entre €85 mil millones y €170 mil millones de euros anuales, no incluyendo los costes adicionales de los impactos (humano inducidos) sobre el cambio climático y la salud humana, la agricultura y los ecosistemas. Si esos costes ambientales, fueran imputados a la producción eléctrica convencional, muchas energías renovables, incluyendo la energía eólica, no necesitarían ninguna ayuda para competir con éxito en el mercado.

Para que la competición en el mercado, sea verdaderamente justa, los costes externos al igual que los subsidios, deben ser integrados en el precio de la energía. Esto requiere que los gobiernos apliquen el criterio „quien contamina paga“, sistema que cobra a los emisores contaminadores lo que corresponde o concede una compensación adecuada a los no emisores. Con la adopción de “quien contamina paga”, las fuentes de electricidad contaminantes pagarían impuestos o remunerarían por un equivalente a las fuentes de energía renovable y estas serían excluidas de los impuestos ambientales relacionados con la energía. Este apoyo es esencial, para que se llegue a una competencia más leal en los mercados de la electricidad del mundo.

Acción Internacional sobre el Cambio Climático

Para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCC), la ratificación final del Protocolo de Kyoto en febrero del 2005, fue un primer paso vital, hacia la protección contra los peligrosos cambios climáticos de origen antropogénicos. El Protocolo en tanto es un instrumento internacional legalmente vinculante, es un anuncio de que las economías comienzan a ser restringidas respecto al carbono. Con el tiempo, esto significará una demanda creciente, para la producción de una energía que este libre de carbono. La protección del clima exigirá cortes cada vez más profundos, en las emisiones de gases con efecto invernadero, lo que también aumentará cada vez más el mercado para las tecnologías de energía renovable como la energía eólica.

A partir del actual período de las metas de Kyoto 2008-2012, el tema internacional es qué objetivos deben ser planteados, para continuar con la reducción de los gases con efecto invernadero. Los jefes de estado de la UE reunidos en marzo del 2005, recomendaron que los „camino de la reducción... en el orden de 15 a 30 % antes de 2020, relacionándolas con las líneas de base previstas en el protocolo de Kyoto... debería ser considerada.“ En la conferencia de Montreal UNFCC (COP-11), en diciembre del 2005, los delegados convinieron en el comienzo de „un proceso para considerar compromisos adicionales“. Es esencial que la ronda siguiente, sobre las reducciones de las emisiones sea acordada pronto, de modo que el mercado tenga claro, que la fuerte señal enviada por la entrada en vigor del protocolo de Kyoto, continuará más allá del 2012.

El comercio de emisiones, en la forma que funciona actualmente, tanto a nivel europeo como a través de los mecanismos internacionales (Desarrollo Limpio y Aplicación Conjunta) y que fueron establecidos bajo el paraguas de Kyoto, es poco probable que proporcionen un alza importante para la energía eólica en el corto plazo. Las primeras medidas sobre el comercio de emisiones dentro de la Unión Europea, dieron una buena señal a los mercados, sobre los costes de la producción energética intensiva en carbono, pero no fueron lo bastante lejos y necesitarán ser reforzadas en la próxima ronda. En particular, respecto a la libre asignación de permisos, que debería ser reemplazada por la licitación en un 100 %, para evitar las distorsiones del mercado y que se pueda aplicar el principio “quien contamina paga”. El comercio de emisiones, no se debe ver como un sustituto para los impuestos ambientales o para las políticas de apoyo a la energía renovable.



Reforma del Financiamiento Internacional

La demanda de energía, particularmente de electricidad, está aumentando en todo el mundo. Este es especialmente el caso de los países en desarrollo, que dependen fuertemente de las agencias de crédito a la exportación (ECAs) y de los bancos de desarrollo multilaterales, para el financiamiento de la energía y otros proyectos industriales.

El régimen internacional que surge para proteger el clima, necesita de la consecuencia de las ECAs y otras instituciones financieras internacionales, que apoyan o financian proyectos alrededor del mundo, para impulsar políticas que vayan en la línea de limitar las emisiones de gases con efecto invernadero. Al mismo tiempo, se necesita tener un plan de transición con plazos flexibles, a fin de evitar dificultades injustas a los países en desarrollo, cuyas economías dependen excesivamente de las fuentes convencionales de energía y de las exportaciones. Además se debe convenir que las naciones más pobres del mundo, requieren de subsidios en el futuro inmediato para alcanzar el desarrollo.

Las políticas que permitan enfrentar estos problemas deben incluir:

- Un porcentaje en aumento y definido, de los préstamos globales de la cartera energética, que estén dirigidos a proyectos de energía renovable.
- Una rápida eliminación del apoyo a los proyectos de energías convencionales y contaminantes.

Acción de las Instituciones Internacionales

En reacción a la situación general de los precios siempre en alza del petróleo, los líderes políticos han comenzado lentamente a reconocer, que el desafío global de la energía requiere de una acción urgente en tres áreas: asegurar el abastecimiento global de la energía, satisfacer el incremento de la demanda energética y abordar la amenaza del cambio climático. Estos temas nunca han estado más presentes que hoy en la agenda política. Por otra parte, una mejor comprensión de los temas de la energía y los extraordinarios avances de las tecnologías modernas, proporcionan la oportunidad para abordar el desafío de la energía, de un modo eficiente y sostenible.

Una oportunidad para la acción, está siendo proporcionada por las reuniones internacionales de los gobiernos, tales como las cumbres del G8, que reúnen a los líderes de los Estados Unidos, Rusia, Italia, Japón, Alemania, Francia, Canadá y el Reino Unido. Otra oportunidad es la Comisión sobre Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (CDS).

En julio del 2005, los miembros del G8, más Brasil, China, la India, México y Sudáfrica, convinieron en un diálogo sobre cambio climático, energías limpias y desarrollo sostenible. Estos socios, junto con el Banco Mundial y la IEA, acordaron trabajar juntos en una serie de temas, incluyendo el despliegue de las tecnologías de energía renovable. La IEA ha esbozado para el G8 el Programa Gleneagles, que se centra en las áreas siguientes: Escenarios y estrategias para la energía alternativa; Eficiencia energética en edificios, dispositivos, transporte e industria; Combustibles fósiles limpios; Captura y almacenaje del carbono; Energía renovable; y Aumento de la cooperación internacional.

La IEA recibió el encargo de publicar un informe sobre Tecnologías de Energías Alternativas y un informe sobre progresos en el programa de trabajo, que para presentar en julio del 2006 en la Cumbre G8 en San Petersburgo y en el diálogo ministerial Gleneagles, en el otoño en México.



Un informe anterior para los países del G8, „Reunión sobre el desafío climático“ del Grupo de Trabajo Internacional sobre Cambio Climático, que fue publicado en enero del 2005, hizo varias recomendaciones en relación al cambio climático y a la energía renovable. Entre las recomendaciones estaban las siguientes:

- Establecer un objetivo a largo plazo, que evite que la temperatura media global se eleve más allá de los 2 °C (3,6 °F) por encima del nivel preindustrial, para limitar la extensión y la intensidad de los impactos del cambio climático.
- Que los Gobiernos del G8 establezcan nacionalmente Carteras de Energía Renovable (RPS), para generar por lo menos el 25 % de la electricidad, a partir de fuentes de energía renovable antes del 2025, con metas más altas para algunos gobiernos del G8.
- Que los gobiernos eliminen barreras y aumenten las inversiones en energía renovable y en tecnologías de eficiencia energética y tomen medidas prácticas tales como el retiro paulatino, de los subsidios a los combustibles fósiles.

La implementación de estas recomendaciones, apoyaría el logro de los objetivos esbozados en este informe.

La Energía para el Desarrollo Sostenible y el Cambio Climático, son dos de las temáticas prioritarias de las sesiones del 2006 y 2007 de la Comisión sobre Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, que pasará revista a los progresos realizados por los gobiernos del mundo, en la puesta en ejecución de los acuerdos de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible del 2002. Estas sesiones proporcionan una oportunidad clave, para que los ministros de distintos lugares del mundo, pongan el acento en la promoción de la energía renovable.

Resumen de Políticas

POLÍTICAS NACIONALES

1. Establecer metas legalmente vinculantes para la energía renovable
2. Crear legalmente instrumentos de expansión del mercado
3. Proporcionar beneficios estables y definidos para los inversionistas, asegurando que:
 - El precio para la energía renovable, permita que el perfil riesgo/beneficio, sea competitivo con otras opciones de inversión
 - La duración de un proyecto debe permitir que los inversionistas recuperen su inversión
4. Reforma de los mercados de la electricidad asegurando:
 - La eliminación de las barreras del sector eléctrico para las energías renovables
 - La eliminación de las distorsiones de mercado
 - Se deben suprimir los subsidios a las fuentes de combustible fósil y de energía nuclear
 - Los costes sociales y ambientales debidos a la contaminación de la energía deben ser internalizados

POLÍTICAS INTERNACIONALES

1. Implementar el protocolo de Kyoto y los objetivos de reducción de las emisiones después del 2012
2. Reformar las operaciones de las Agencias de Crédito a la Exportación, de los Bancos de Desarrollo Multilateral y de las Instituciones Financieras Internacionales, asegurándose que:
 - Un porcentaje aumentado y definido de los préstamos globales de la cartera energética, sean dirigidos a proyectos de energía renovable.
 - Una rápida de eliminación del apoyo a los proyectos de energía convencional y contaminante.
3. Implementar las recomendaciones claves para el G8 realizadas por el Grupo de Trabajo

ANEXO

REFERENCIA

Año	Acumulado [MW]	Índice de crecimiento	[MW] Anual global incluyendo (repowering)	Potencia Promedio Anual [MW]	Factor de capacidad [%]	Producción [TWh]	Penetración de la energía eólica en la electricidad mundial en % - Referencia	Integración de la energía eólica en la electricidad mundial en % - Eficiencia
2005	59,078	17 %	11,524	1,4	24 %	124		
2006	69,139	15 %	10,061	1,4	25 %	151		
2007	79,510	13 %	10,371	1,5	25 %	174		
2008	90,222	12 %	10,713	1,5	25 %	198		
2009	101,311	11 %	11,089	1,5	25 %	222		
2010	112,818	10 %	11,506	1,5	25 %	247	1.5	1.8
2015	171,738	7 %	13,074	2,0	28 %	421		
2020	230,658	6 %	15,547	2,0	28 %	566	2.7	3.6
2025	297,208	4 %	24,774	2,0	28 %	729		
2030	363,758	3 %	24,816	2,0	28 %	892	3.5	5.0
2035	423,258	3 %	24,974	2,0	28 %	1,038		
2040	482,758	2 %	27,447	2,0	30 %	1,269	4.1	6.3
2045	530,007	2 %	34,224	2,0	30 %	1,393		
2050	577,257	0 %	34,266	2,0	30 %	1,517	4.0	6.6

MODERADO

Año	Acumulado [MW]	Índice de crecimiento	[MW] Anual global incluyendo (repowering)	Potencia Promedio Anual [MW]	Factor de capacidad [%]	Producción [TWh]	Penetración de la energía eólica en la electricidad mundial en % - Referencia	Integración de la energía eólica en la electricidad mundial en % - Eficiencia
2005	59,078	21 %	11,524	1,4	24 %	124	0.8	0.8
2006	71,344	19 %	12,266	1,4	25 %	156		
2007	84,837	18 %	13,493	1,5	25 %	186		
2008	99,862	17 %	15,025	1,5	25 %	219		
2009	116,637	17 %	16,774	1,5	25 %	255		
2010	136,543	16 %	19,906	1,5	25 %	299	1.8	2.2
2015	279,682	15 %	37,972	2,0	28 %	686		
2020	560,445	13 %	77,365	2,0	28 %	1,375	6.6	8.6
2025	897,014	6 %	75,507	2,0	28 %	2,200		
2030	1,128,707	3 %	58,260	2,0	28 %	2,768	10.8	15.6
2035	1,285,087	2 %	65,057	2,0	28 %	3,152		
2040	1,399,133	1 %	97,737	2,0	30 %	3,677	11.8	18.1
2045	1,487,253	1 %	91,476	2,0	30 %	3,909		
2050	1,556,901	0 %	70,957	2,0	30 %	4,092	10.8	17.7

AVANZADO

Año	Acumulado [MW]	Índice de crecimiento	[MW] Anual global incluyendo (repowering)	Potencia Promedio Anual [MW]	Factor de capacidad [%]	Producción [TWh]	Penetración de la energía eólica en la electricidad mundial en % - Referencia	Integración de la energía eólica en la electricidad mundial en % - Eficiencia
2005	59,078	23 %	11,524	1,4	24 %	124	0.8	0.8
2006	72,449	20 %	13,371	1,4	25 %	159		
2007	88,080		15,631	1,5	25 %	193		
2008	106,560		18,481	1,5	25 %	233		
2009	127,928		21,368	1,5	25 %	280		
2010	153,759		25,831	1,5	25 %	337	2.1	2.4
2015	391,077		70,478	2,0	28 %	959		
2020	1,072,928	17 %	186,825	2,0	28 %	2,632	12.6	16.5
2025	1,589,792	8 %	117,014	2,0	28 %	3,899		
2030	2,106,656	4 %	117,014	2,0	28 %	5,167	20.1	29.1
2035	2,361,433	2 %	142,260	2,0	28 %	5,792		
2040	2,616,210	2 %	142,260	2,0	30 %	6,875	22.1	33.9
2045	2,813,256	1 %	156,423	2,0	30 %	7,393		
2050	3,010,302	1 %	156,423	2,0	30 %	7,911	20.9	34.2

ANEXO

REFERENCIA

Año	Reducción anual de CO ₂ [Mt CO ₂]	Reducción acumulada de CO ₂ [Mt CO ₂]	Índice de progreso	Costes [€/MW]	Inversiones [T€/MW]	Empleos totales
2005	74.5	185	90 %	1,000	11.524,000	150,120
2006	90.8	276	90 %	983	9.889,197	163,200
2007	104	381	90 %	968	10.041,461	197,208
2008	119	499	90 %	955	10.232,704	234,698
2009	133	632	90 %	943	10.461,858	242,974
2010	148	781	90 %	933	10.732,388	241,484
2015	253	1,851	92 %	900	11.772,485	280,866
2020	339	3,375	92 %	879	13.662,230	322,729
2025	437	5,366	94 %	865	21.433,038	463,332
2030	535	7,847	94 %	854	21.205,467	481,624
2035	623	10,786	96 %	849	21.209,089	480,290
2040	761	14,405	96 %	845	23.185,273	531,723
2045	836	18,434	98 %	843	28.855,459	638,180
2050	910	22,836	98 %	842	28.841,545	653,691

MODERADO

Año	Reducción anual de CO ₂ [Mt CO ₂]	Reducción acumulada de CO ₂ [Mt CO ₂]	Índice de progreso	Costes [€/MW]	Inversiones [T€/MW]	Empleos totales
2005	74.5	185	90 %	1,000	11.524,000	150,120
2006	93.7	279	90 %	979	12.011,158	194,809
2007	111	391	90 %	961	12.963,314	252,185
2008	131	522	90 %	944	14.179,355	316,841
2009	153	675	90 %	928	15.564,006	350,120
2010	179	854	90 %	912	18.154,695	390,408
2015	412	2,413	92 %	857	32.546,652	711,520
2020	825	5,593	92 %	807	62.449,022	1.310,711
2025	1,320	11,229	94 %	784	59.164,707	1,304,506
2030	1,661	18,918	94 %	773	45.009,206	1.141,016
2035	1,891	27,948	96 %	769	49.996,767	1.227,882
2040	2,206	38,639	96 %	766	74.854,172	1.663,578
2045	2,345	50,100	98 %	765	69.973,078	1.614,825
2050	2,455	62,165	98 %	764	54.227,304	1.386,085

AVANZADO

Año	Reducción anual de CO ₂ [Mt CO ₂]	Reducción acumulada de CO ₂ [Mt CO ₂]	Índice de progreso	Costes [€/MW]	Inversiones [T€/MW]	Empleos totales
2005	74.5	185	90 %	1,000	11.524,000	150,120
2006	95.2	281	90 %	977	13.068,143	199,300
2007	116	396	90 %	956	14.947,434	261,405
2008	140	536	90 %	936	17.301,934	381,523
2009	168	704	90 %	917	19.603,796	434,676
2010	202	906	90 %	899	23.220,095	492,384
2015	576	2,916	92 %	827	58.320,108	1.238,311
2020	1,579	8,363	92 %	756	141.249,518	2.899,776
2025	2,340	18,540	94 %	738	86.317,305	1.996,795
2030	3,100	32,521	94 %	725	84.827,690	2.143,587
2035	3,475	49,147	96 %	722	102.653,895	2.428,819
2040	4,125	68,970	96 %	719	102.229,545	2.506,871
2045	4,436	90,528	98 %	718	112.243,052	2.732,703
2050	4,747	113,640	98 %	717	112.090,129	2.795,873



ACERCA DE GWEC REPRESENTACIÓN MUNDIAL DEL SECTOR DE LA ENERGÍA EÓLICA

GWEC es la voz del sector de la energía eólica mundial. GWEC reúne a las principales asociaciones nacionales, regionales y continentales que representan al sector eólico, y las principales compañías e instituciones de la energía eólica. Con unas 1.500 organizaciones asociadas, involucradas en fabricación de equipos, desarrollo de proyectos, generación de energía, financiación y consultoría, así como investigadores, académicos y asociaciones, las asociaciones miembros de GWEC representan a toda la comunidad eólica.

LOS MIEMBROS DE GWEC REPRESENTAN:

- Unas 1500 compañías, organizaciones e instituciones en más de 50 países
- Todos los grandes fabricantes de aerogeneradores del mundo
- 99% de los casi 60.000 MW de potencia eólica instalada en el mundo

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL (GWEC)

Renewable Energy House

63-65 Rue d'Arlon
1040 Brussels
Belgium

T: 32 2 100 4029
F: 32 2 546 1944
www.gwec.net
info@gwec.net



Greenpeace es una organización mundial que usa la acción directa no violenta para enfrentar las amenazas más cruciales para la biodiversidad y el medio ambiente de nuestro planeta. Greenpeace es una organización sin ánimo de lucro, presente en 40 países de Europa, América, Asia y el Pacífico. Representa a 2,8 millones de socios de todo el mundo, e inspira a muchos millones más para pasar a la acción cada día. Para mantener su independencia, Greenpeace no acepta donaciones de gobiernos o multinacionales sino que depende de las contribuciones de socios individuales y subvenciones de fundaciones.

Greenpeace lleva haciendo campañas contra la degradación ambiental desde 1971, cuando un pequeño barco de voluntarios y periodistas navegó a Amchitka, una zona al norte de Alaska, donde el Gobierno de EE.UU. estaba llevando a cabo pruebas nucleares subterráneas. Esta tradición de "dar testimonio" de una manera no violenta continúa hoy, y los barcos son una parte importante de todo su trabajo de campañas.

GREENPEACE INTERNATIONAL

Otto Heldringstraat 5
1066 AZ Amsterdam
The Netherlands
T: 31 20 7182000
F: 31 20 5148151
www.greenpeace.org
sven.teske@int.greenpeace.org

Escenario de GWEC, Greenpeace International, DLR and Ecofys
Texto editado por Crispin Aubrey, Angelika Pullen, Arthouros Zervos,
Sven Teske

Diseño de bitter Grafik & Illustration, Hamburg

Fotos cortesía de Elsam; Enercon; EWEA; Gamesa; Greenpeace;
IVPC; JWEA; Lucky Wind; Npower Renewables Ltd; Petitjean;
Shell Wind Energy; Vestas; Vicson Chua; Vision Quest Windelectric;
Winter.

Traducción al español realizada por Osvaldo Barrera