

ANÁLISIS SECTORIAL

CAPÍTULO 3

PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA 2005-2010

Sector Eólico

CAPÍTULO 3.1

PLAN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN ESPAÑA 2005-2010

3.1.- Sector Eólico

La energía eólica en España ha experimentado durante la última década un extraordinario desarrollo -sólo superado a nivel mundial por el acontecido en Alemania-, hasta alcanzar la cifra de 8.155 MW en funcionamiento a finales de 2004.

Ello ha sido motivado, principalmente, por disponer de unos destacables recursos eólicos así como una legislación muy favorable, tanto a nivel nacional como regional. Al mismo tiempo, el alto grado de madurez alcanzado por el sector ha propiciado una elevada competitividad tecnológica, junto con expectativas de rentabilidad razonables capaces de animar la inversión privada.

Se espera que esta evolución tenga continuidad en los próximos años. No obstante, para ello habrá que resolver fundamentalmente dos particularidades que generan cierta incertidumbre: la gestión del volumen de energía asociada a una mayor penetración en la red eléctrica, y el desarrollo de infraestructuras de transporte que permitan la conexión de futuras instalaciones eólicas.

En este capítulo se presenta, primeramente, la posición que España ocupa dentro de los objetivos eólicos al año 2010 en la Unión Europea, en cuanto a potencia instalada se refiere. A continuación, se analizan los distintos aspectos - tecnológicos, medioambientales, normativos y económicos - que conformaron la situación del área eólica a finales de 2004.

A continuación, se examina el conjunto de barreras existentes y las propuestas de actuación que se consideran fundamentales para su eliminación, lo que posibilitará potenciar el ritmo de crecimiento del sector, y alcanzar los nuevos objetivos que se plantean en el área eólica.

Finalmente, en los últimos apartados se incluye una aproximación al sector industrial en España y al estado de la innovación, campo que se considera necesario impulsar para conseguir afrontar los nuevos retos tecnológicos y una mayor participación en el mercado internacional.

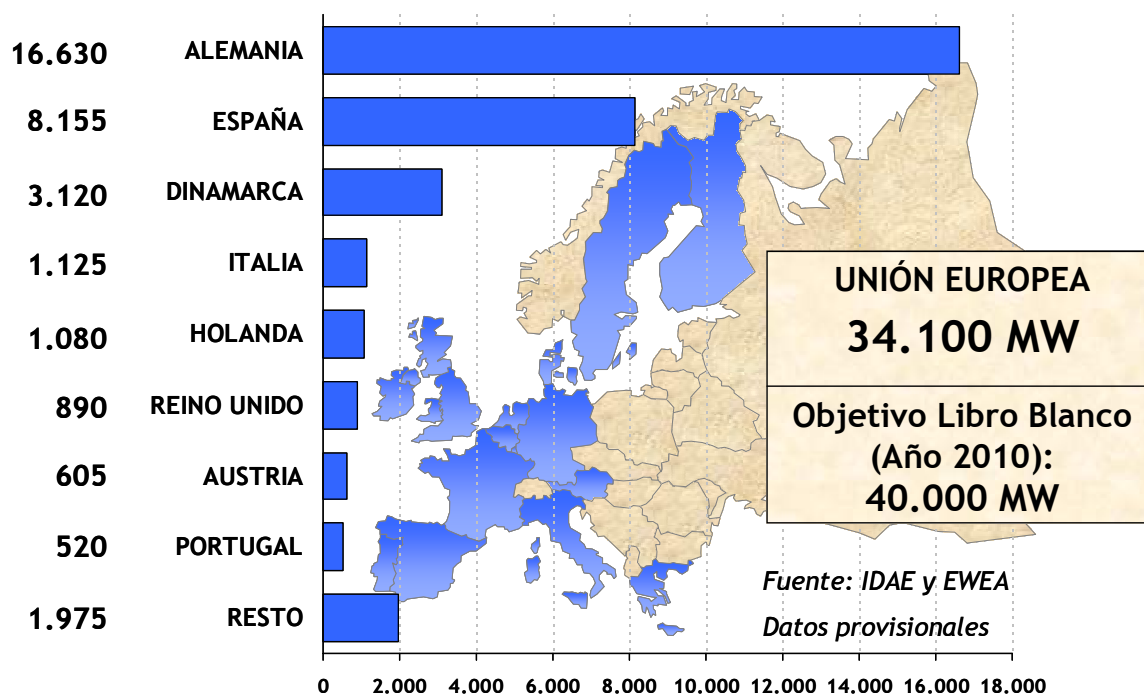
3.1.1. Situación en la Unión Europea

La importancia que para la Unión Europea tenía un crecimiento sustancial de las fuentes de energía renovables llevó, en el marco de la política energética comunitaria, a la elaboración en el año 1997 por parte de la Comisión de las Comunidades Europeas, del Libro Blanco para una Estrategia Común y un Plan de Acción para las Energías Renovables.

Este documento planteó un ambicioso objetivo general, consistente en la aportación de las fuentes de energía renovables de un porcentaje del **12% en la energía primaria demandada en el global de la Unión Europea en el año 2010.**

En lo que respecta a la Energía Eólica, el objetivo establecido fue alcanzar una potencia eólica instalada de 40.000 MW para dicho año 2010. Ello significa, por un lado multiplicar por un factor de 16 la potencia eólica instalada en el año 1995, y por otro, producir el 3% de la generación eléctrica total prevista para el año 2010.

Como puede observarse en la Figura 1, a finales del año 2004, se había alcanzado más del 85% del objetivo planteado a nivel global. España mantiene una posición de privilegio en el panorama eólico europeo. Los 8.155 MW instalados suponen un 24% del total comunitario (UE-25), sólo superado por Alemania, y la contribución con un 20% al objetivo global comunitario para el 2010.



Sector Eólico -Figura 1. Potencia eólica instalada en la Unión Europea (UE-25), a 31/12/2004

3.1.2. Análisis del Área Eólica

Como respuesta al Libro Blanco de la Unión Europea, así como al compromiso introducido en la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico de ámbito nacional, se elaboró el Plan de Fomento de las Energías Renovables, aprobado por el Consejo de Ministros de 30 de diciembre de 1999, definiendo el objetivo de desarrollo a alcanzar por cada una de las áreas de energías renovables para cubrir, en su conjunto, al menos el 12% del consumo en términos de energía primaria en España en el año 2010.

Analizando la evolución de la Energía Eólica a nivel nacional, puede apreciarse una rápida progresión experimentada para esta fuente de energía: si el año 1998 (fecha de referencia para el Plan de Fomento) finalizó con 834 MW eólicos en funcionamiento, los actuales 8.155 MW suponen que la cifra de potencia acumulada se ha multiplicado por diez en los últimos seis años.

Entre las ventajas del aprovechamiento del recurso eólico, cabe destacar la contribución a la reducción de emisiones contaminantes, a la diversificación del balance energético, al progreso de la industria nacional y cobertura de actividades productivas, a la creación de nuevas empresas y a la consolidación de empleo en el entorno rural.

3.1.2.1. Situación Actual

Dentro del Plan de Fomento de las Energías Renovables se elaboró, teniendo en cuenta distintos factores, una tabla con los objetivos eólicos que se esperaban conseguir en el año 2010 para cada una de las Comunidades Autónomas:

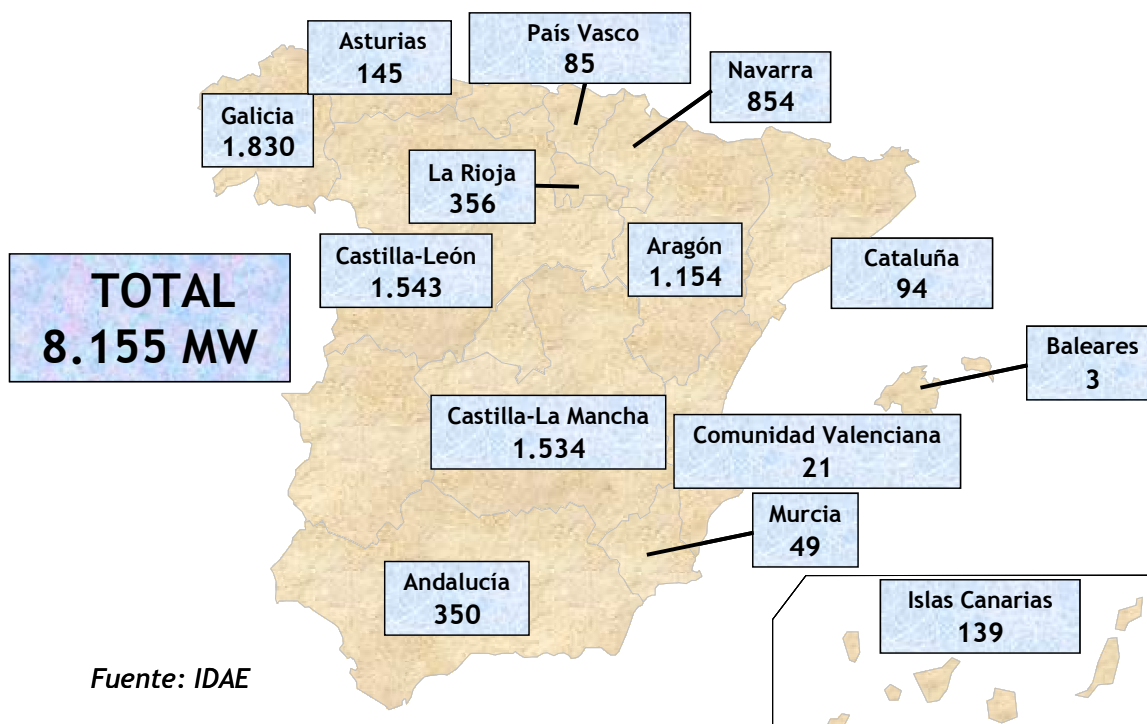
Comunidad Autónoma	Objetivo PLAFER al 2010	Planificación Redes al 2011	Situación Año 2004 (MW)
ANDALUCÍA	1.100		350
ARAGÓN	1.000		1.154
ASTURIAS	300		145
BALEARES	49		3
CANARIAS	250		139
CANTABRIA	300		0
CASTILLA Y LEÓN	850		1.543
CASTILLA - LA MANCHA	400		1.534
CATALUÑA	425		94
EXTREMADURA	225		0
GALICIA	2.500		1.830
MADRID	50		0
MURCIA	300		49
NAVARRA	635		854
LA RIOJA	100		356
COMUNIDAD VALENCIANA	290		21
PAÍS VASCO	200		85
TOTAL	8.974 MW	13.000 MW	8.155 MW

Sector Eólico -Figura 2. Desglose por Comunidades Autónomas de los objetivos incluidos en el Plan de Fomento 1999-2010, y potencia eólica acumulada a finales del 2004.

Más tarde, en septiembre de 2002, el Ministerio de Economía aprobó un documento denominado “Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas. Desarrollo de las Redes de Transporte 2002-2011”, en el que se prevén las necesidades energéticas en dicho período, planificando y definiendo las actuaciones y el alcance de las redes de transporte necesarias para cubrir, con las mayores garantías de calidad, la demanda nacional al final de 2011. Este documento se presentó como una base sólida para el futuro desarrollo de las redes de transporte, y en el ámbito eólico daría viabilidad a proyectos pendientes de una evacuación eléctrica adecuada. En este contexto, recoge como planificación indicativa, entre otras, la previsión de evolución de la nueva generación eléctrica que se puede incorporar en los próximos años al sistema eléctrico, tanto peninsular como extrapeninsular, y fija para el área eólica un nuevo objetivo en cuanto a capacidad instalable de 13.000 MW a alcanzar en el año 2011 en el conjunto nacional, elevando las expectativas apuntadas por el anteriormente mencionado Plan de Fomento.

Durante 2004, se pusieron en explotación en España 1.920 MW, cifra que supera notoriamente el valor medio anual previsto en el Plan de Fomento para el periodo 2000/2006, cifrado en 597 MW.

En la figura 3 se representa la potencia eólica instalada por Comunidades Autónomas, a finales de 2004. Los datos reflejados son provisionales, aunque con un grado mínimo de incertidumbre.



Sector Eólico -Figura 3. Potencia eólica instalada por Comunidades Autónomas, a 31/12/2004

Las Comunidades Autónomas con mayor presencia de energía eólica son Galicia, Castilla y León, Castilla - La Mancha, Aragón y Navarra. Algunas regiones abrieron el camino al desarrollo de esta fuente de energía desde principios de los años noventa (Andalucía, Canarias, Aragón, Cataluña y Galicia). En otras Comunidades, el despegue se ha producido más recientemente, como por ejemplo, el fuerte crecimiento en ambas Castillas desde 1999. Por último, durante los años 2000 y 2001 se instalaron los primeros parques eólicos en La Rioja, País Vasco y Asturias; y en 2004 se puso en marcha el primer parque eólico en las Islas Baleares.

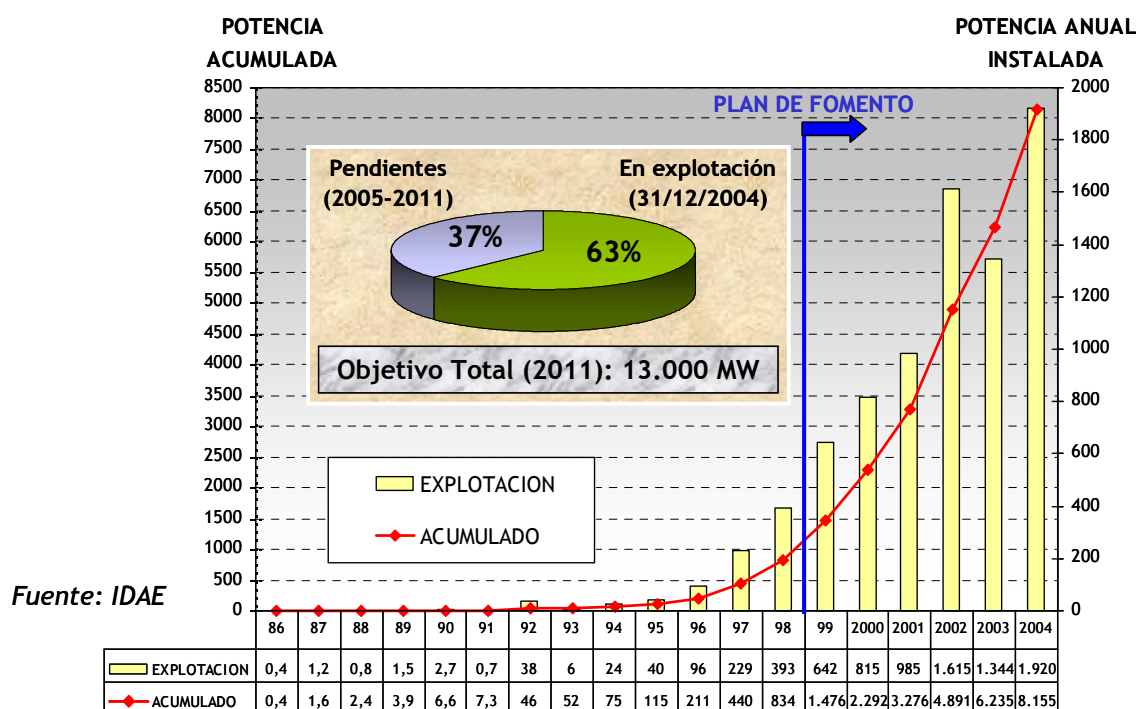
Castilla-La Mancha, Castilla y León, Aragón, Navarra y La Rioja han superado ya los objetivos planteados por el Plan de Fomento.

Sin embargo, existen todavía regiones como Andalucía, Cataluña, Comunidad Valenciana, Murcia, Cantabria, Extremadura, Madrid y las Islas Baleares, que -en distinto grado- no han respondido hasta el momento a las expectativas fijadas en el Plan de Fomento. No obstante, en algunas de ellas ya se han sentado las bases para que tales perspectivas se superen ampliamente antes del 2010.

En relación con las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla, se están llevando a cabo mediciones del recurso eólico existente, que pudieran dar lugar a alguna instalación eólica puntual antes del año 2010.

A finales de 2004, en los primeros seis años de vigencia del Plan de Fomento, se ha alcanzado el 91% del objetivo de potencia acumulada en operación para el año 2010, que el Plan situaba en 8.974 MW; así como el 63% del objetivo de 13.000 MW eólicos incluido en el Documento de Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas para el año 2011.

En la Figura 4 se incluye un gráfico representativo de la evolución experimentada por la energía eólica en los últimos años, a la vez que se indica el cumplimiento respecto al objetivo de 13.000 MW señalado anteriormente.



Sector Eólico -Figura 4. Evolución de la potencia eólica instalada en España, y situación del cumplimiento del objetivo previsto en la Planificación Sectorial de Electricidad al 2011.

En términos de generación de empleo en el sector, se estima que el desarrollo de la energía eólica hasta finales del año 2004, ha permitido la creación de unos 95.000 hombres-año desde el año 1999 de referencia para el Plan de Fomento. Dicha generación de empleo está generalmente asociada al diseño, fabricación y montaje de las instalaciones eólicas, siendo de ellos aproximadamente 24.000 empleos directos y 71.000 indirectos. Por otro lado, y en relación con las tareas de operación y mantenimiento de parques, se habían creado hasta esa fecha unos 1.450 empleos permanentes, mantenidos durante un período medio de 20 años de vida útil de las instalaciones.

3.1.2.2. Recurso Eólico

La evaluación del potencial eólico disponible es una labor compleja que requiere la realización de un estudio a gran escala, durante un amplio horizonte temporal. Por otra parte, el potencial neto técnicamente aprovechable, es decir, aquel que tiene en cuenta las limitaciones técnicas, económicas, sociales o medioambientales, es altamente sensible a la evolución del nivel tecnológico de los aerogeneradores, por lo que no se trata de un valor estable en el tiempo.

En general, el recurso eólico de un emplazamiento puede entenderse aprovechable si confluyen tanto la viabilidad técnica como la viabilidad económica de un proyecto eólico asociado a esa localización. Por otra parte, el desarrollo posterior del proyecto

está supeditado a obtener las autorizaciones administrativas y permisos pertinentes, incluida la Declaración de Impacto Ambiental favorable.

En España, no existe un estudio del recurso eólico detallado, y su elaboración nunca se ha considerado imprescindible para el desarrollo del sector dado que, para la implantación de las instalaciones eólicas, los propios promotores están obligados, en cualquier caso, a llevar a cabo estudios exhaustivos que justifiquen el aprovechamiento eólico de cada emplazamiento concreto.

No obstante, existe un cierto conocimiento sobre esta materia, avalada por la experiencia y en algunos casos por estudios parciales en ciertas Comunidades Autónomas, que permite afirmar que el potencial neto total, sumando tierra firme y dominio marítimo de nuestras costas, es superior a los 40.000 MW, muy por encima de las máximas expectativas de instalación de potencia eólica hasta el año 2010.

3.1.2.3. Aspectos Tecnológicos

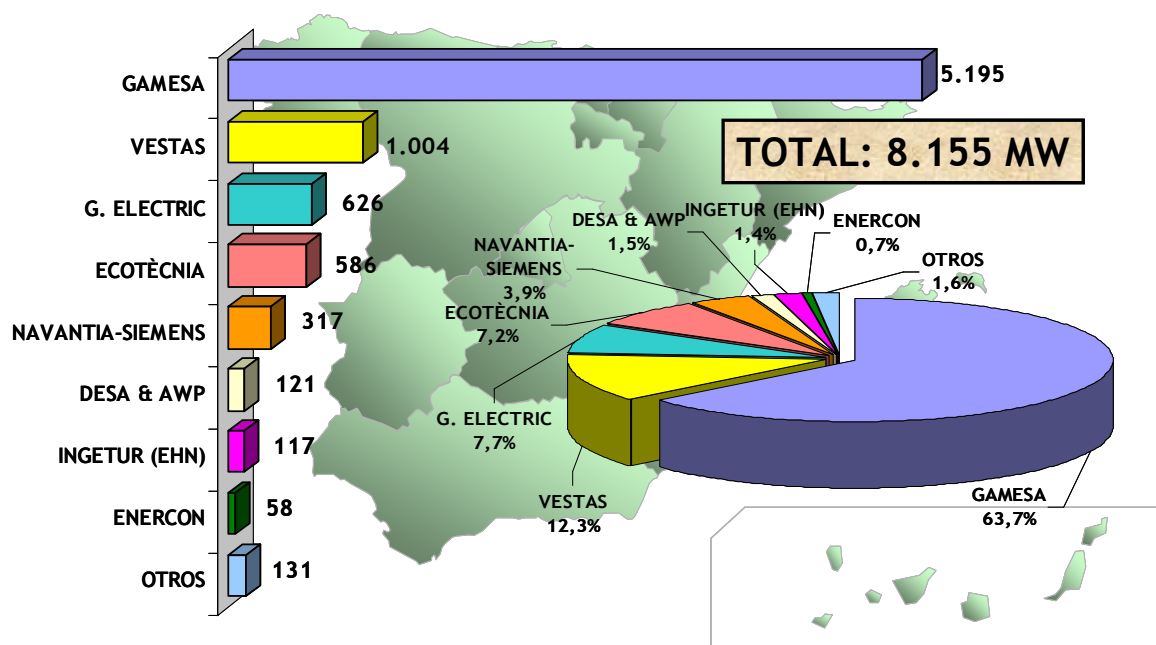
La industria del sector eólico se ha beneficiado del marco legislativo y del apoyo de las instituciones estatales y regionales a la energía eólica, experimentando una fuerte expansión. Durante el año 2004, toda la potencia instalada en España, que ascendió a 1.920 MW, ha sido suministrada por fabricantes establecidos en territorio nacional. Atendiendo al origen de la tecnología se puede hacer la siguiente clasificación:

- Fabricantes que cuentan con tecnología nacional: GAMESA EÓLICA, MADE (adquirida por el Grupo Gamesa en 2003), ECOTÈCNIA, INGETUR-EHN, M.TORRES. En su conjunto, han aportado el 70% de la potencia instalada en España durante 2004.
- Fabricantes nacionales que cuentan con acuerdos tecnológicos con otros fabricantes europeos: NAVANTIA-SIEMENS.
- Tecnólogos extranjeros que subcontratan un porcentaje elevado de la fabricación de los aerogeneradores a empresas nacionales: VESTAS, GENERAL ELECTRIC Wind Energy. Representan el 30% de la potencia eólica en 2004.

Durante los años de aplicación del Plan de Fomento, se ha producido un fuerte desarrollo de la tecnología eólica. Los generadores instalados han pasado de una potencia unitaria de 580 kW en 1999, a unos 1.100 kW en el año 2004, con diámetros de rotor entre 52 y 80 metros y altura de buje entre 55 y 80 metros. También el tamaño medio de los parques se ha elevado, hasta unos 25 MW actualmente. En general, las máquinas eólicas han progresado en todos los aspectos técnicos (materiales y peso, control, disponibilidad, etc.) y en la actualidad se están desarrollando aerogeneradores de elevada potencia (por encima de los 2 MW) que permitirán optimizar el aprovechamiento de los emplazamientos, mejorar la calidad de la energía eléctrica vertida a la red con el objetivo de contribuir a la estabilidad del sistema y maximizar la potencia instalable. Estas cifras se sitúan aún por debajo de las que se dan en otros países (en Alemania, por ejemplo, el valor medio de la potencia unitaria de los aerogeneradores instalados en 2004 estuvo próximo a los 1.500 kW).

Todos los tecnólogos mencionados anteriormente disponen ya de aerogeneradores probados con potencia superior a 1,5 MW y se prevé que en los próximos años los aerogeneradores de esta magnitud continúen ganando terreno en el panorama nacional.

En la Figura 5 se muestra la distribución por fabricantes, acumulada y porcentual, de la potencia eólica instalada en España a finales de 2004.



Sector Eólico -Figura 5. Distribución por fabricantes de la Potencia eólica acumulada en España (en MW), a 31/12/2004

Destaca fundamentalmente el predominio del fabricante nacional Gamesa, con casi un 64% de cuota de mercado, incluyendo la adquisición por el Grupo Gamesa del tecnólogo nacional MADE Tecnologías Renovables, con unos 1.000 MW acumulados a diciembre de 2004.

Tras Gamesa, con 1.000 MW y un 12,3 % de la potencia eólica acumulada, se sitúa el fabricante VESTAS Eólica SAU, denominación comercial en España, fruto de la fusión entre VESTAS y NEG MICON en marzo de 2004. Este último tecnólogo lleva operando a nivel nacional desde 1995, primeramente como Nordtank, y posteriormente como TAIM-Neg Micon y Neg Micon Ibérica.

La antigua ENRON, ahora bajo la denominación de General Electric Wind Energy, ha suministrado más de 600 MW desde su primera instalación en España en el año 2001. Las instalaciones eólicas de General Electric se ubican fundamentalmente en las provincias de Castilla-La Mancha, La Rioja y Navarra.

La empresa Ecotècnia, con sede en Barcelona, se encuentra en la segunda posición de los tecnólogos nacionales, con más de un 7% de cuota de mercado en lo que se refiere a potencia eólica acumulada. Son pioneros en la energía eólica en España desde 1981, estando integrada en Mondragón Corporación Cooperativa desde 1999.

Desde 1997, NAVANTIA-SIEMENS (anteriormente bajo la denominación de Izar-Bonus y Bonus-Bazán) ha suministrado instalaciones eólicas que suman más de 300 MW de potencia, emplazadas casi en su totalidad en Galicia. A finales de 2004 la compañía danesa Bonus fue adquirida por SIEMENS.

Uno de los principales promotores en España desde 1994, la empresa navarra EHN, bajo la marca comercial INGETUR ha desarrollado varios modelos de 1,5 MW, apropiados para distintos tipos de emplazamiento, que está incorporando en sus propios parques eólicos y comenzando la comercialización a terceros.

El tecnólogo nacional M. Torres, proveniente de la industria aeronáutica, con sede en Navarra, se encuentra en la actualidad instalando parques eólicos precomerciales, basándose en un modelo de aerogenerador de diseño propio, potencia de 1,65 MW y elevadas prestaciones, cuyo aspecto más innovador es la ausencia de etapa multiplicadora. Con este nuevo aerogenerador, esperan mejorar la integración de la energía eólica en la red y disminuir los costes de operación y mantenimiento.

Dentro del listado de fabricantes aparece DESA-AWP (Desarrollos Eólicos, S.A. - Abengoa), que suministró aerogeneradores para, entre otros, el parque eólico de Tarifa de 30 MW, el de mayor tamaño en España cuando se puso en marcha en el año 1993. Posteriormente, en el año 2001, fue adquirida por la compañía eléctrica holandesa NUON, y hoy en día, entre sus actividades no se encuentra la fabricación de turbinas eólicas.

Desde mediados de los noventa, el tecnólogo alemán ENERCON, que incorpora generadores síncronos de velocidad variable, ha suministrado diversos parques eólicos en Canarias, Castilla y León y Navarra, totalizando unos 60 MW.

Los aerogeneradores en España presentan básicamente tres tipos de tecnologías de generación de energía eléctrica:

- Generador asíncrono con rotor de jaula de ardilla (máquina de inducción, velocidad fija). Representa aproximadamente una tercera parte de la potencia instalada.
- Generador asíncrono con doble devanado (máquina de inducción doblemente alimentada, velocidad semi-variable). Este es el tipo de tecnología claramente mayoritario en la conexión al sistema eléctrico español, representando en torno al 60% de toda la potencia eólica existente.
- Generador síncrono (velocidad variable). Este es el tipo de tecnología que mejor se adapta a los requerimientos de la red pues su funcionamiento depende en gran medida de componentes electrónicos con alta capacidad de respuesta. Sin embargo, su presencia es claramente minoritaria en la red nacional (menor del 5%), debido a que exigen la utilización de equipamientos que suponen mayores costes de inversión.

3.1.2.4. Aspectos Normativos

El apoyo más significativo a la Energía Eólica ha sido la existencia de un marco normativo estable para los productores de electricidad con fuentes de energía renovables.

La Ley 54/1997 del Sector Eléctrico establece un Régimen Especial para aquellas instalaciones que utilizan fuentes de Energía Renovables con una potencia instalada inferior a los 50 MW, de manera que éstas no están obligadas a realizar ofertas al sistema, y al mismo tiempo, tienen garantizado el acceso a la red. Además, la Ley reconoce los beneficios medioambientales de estas fuentes mediante la percepción de una prima, permitiendo a las renovables entrar en competencia con las tecnologías convencionales, sobre las que los costes externos -sociales y medioambientales- generados no están repercutidos. La Ley del Sector precisa que el precio de la electricidad vendida por las instalaciones eólicas (entre otras áreas renovables) debe estar comprendido entre el 80% y el 90% del precio medio de la electricidad, calculado éste como la división entre los ingresos derivados de la facturación por suministro de electricidad y la energía suministrada.

El Real Decreto 436/2004, que entró en vigor el 12 de marzo de 2004, desarrolla la Ley del Sector Eléctrico, estableciendo el esquema legal y económico para el Régimen Especial, con el objeto de consolidar el marco regulador, y tratar de conferir mayor estabilidad y previsibilidad al sistema. Este Real Decreto establece un régimen económico duradero basado en una metodología de cálculo de retribución que, previsiblemente, permitirá un avance más rápido en la implantación eólica.

Con el objeto de dar cumplimiento a las Directivas Comunitarias 85/337/CEE y 97/11/CE, en las que se subrayaba la importancia de la prevención, en España está vigente a nivel estatal la Ley 6/2001, de 8 de mayo, de “Evaluación de Impacto Ambiental”, que establece los requisitos mínimos para la realización de, entre otros, los proyectos eólicos, citando el contenido de la evaluación medioambiental correspondiente a tales proyectos potencialmente sensibles.

Según la Constitución Española, las Comunidades Autónomas tienen competencia plena respecto a cuestiones medioambientales en su ámbito territorial, y en general, están aplicando normativas muy exigentes y procedimientos específicos para los proyectos eólicos.

En general, los Gobiernos autonómicos han adoptado actitudes muy positivas que han jugado un papel activo determinante en el impulso de la energía eólica. Las distintas Administraciones regionales han tenido en cuenta una serie de criterios con el objetivo de racionalizar y priorizar la puesta en marcha de parques eólicos dentro de sus territorios, como son, entre otros, las propias planificaciones energéticas regionales, los impactos medioambientales y socio-económicos, y la aportación tecnológica e industrial.

Es reseñable que algunas Comunidades Autónomas dan un tratamiento particular a aquellas instalaciones con baja potencia, de autoconsumo o destinadas a la Investigación y el Desarrollo, agilizando y reduciendo la complejidad de los trámites administrativos.

Algunas Comunidades Autónomas -Aragón, Cantabria, La Rioja, Navarra y Asturias-, han establecido suspensiones temporales en la tramitación de solicitudes de instalación de nuevos parques eólicos o en la aprobación de nuevos planes eólicos estratégicos, debido a la gran cantidad de solicitudes de autorizaciones administrativas formuladas a partir de la aprobación de las respectivas normativas autonómicas. Estas moratorias están relacionadas con la saturación temporal de la capacidad de evacuación de la red eléctrica, y también con criterios de planificación para la implantación de nuevas instalaciones eólicas.

Las Comunidades Autónomas de Canarias y de Navarra han sido las primeras en regular el procedimiento administrativo para llevar a cabo re-potenciación de parques eólicos existentes o modificaciones en los mismos por motivos medioambientales.

3.1.2.5. Aspectos Medioambientales

Existe un amplio consenso en nuestra sociedad sobre el alto grado de compatibilidad entre las instalaciones eólicas y el respeto por el medio ambiente, si bien también existen ciertos impactos derivados del aprovechamiento de la energía eólica que no deben obviarse en un esfuerzo por reducir el impacto medioambiental de la generación de energía eléctrica.

Los parques eólicos están localizados de modo preferente en áreas de montaña, en posiciones próximas a las líneas de cumbre, en donde se suele manifestar un alto potencial del recurso. En estas áreas, el grado de conservación natural suele ser bueno y, a veces, con alto valor paisajístico, por lo que la ocupación del terreno por las instalaciones del parque eólico es un potencial factor de impacto por su posible afección a los recursos naturales, paisajísticos o culturales de la zona. Generalmente, puede considerarse que su incidencia es de escasa importancia, puesto que la práctica totalidad de la superficie ocupada por el parque queda disponible para los tipos de usos que habitualmente se daban en el área del emplazamiento.

Las acciones del proyecto que generan mayor número de impactos son las referidas a obra civil: viales, zanjas, edificio de control y subestación. Todas estas acciones causan una alteración del suelo y cubierta vegetal y en ocasiones, pequeñas modificaciones geomorfológicas provocadas por desmontes o aplanamientos.

Quizás el factor medioambiental que más preocupa en la sociedad, lo representa la modificación de la calidad estética del escenario paisajístico, o **impacto visual**, ocasionado por la introducción de los aerogeneradores en un paisaje natural. En las zonas con altitud sobre el nivel del mar superior a los 1.500 metros, al análisis medioambiental debe extremarse, ya que en estas áreas, por lo general despobladas, la intervención humana previa a la instalación de máquinas eólicas, si se ha producido, lo ha hecho a pequeña escala.

Otro aspecto a considerar como impacto, lo constituye el ruido producido tanto mecánica como aerodinámicamente por los componentes en rotación. En este punto, tanto la calidad de los mecanizados y tratamientos superficiales como los materiales que constituyen las palas permiten reducir al máximo los niveles de ruido emitidos.

Los impactos sobre la fauna, vertebrados principalmente, se manifiestan durante la fase de obra con desplazamientos temporales, habiéndose comprobado que finalizada ésta vuelven al área del parque a pesar de las labores de mantenimiento de la instalación. Las aves son las más afectadas por el riesgo de colisión contra las palas, torres y tendidos eléctricos. Los datos disponibles indican que, aún en zonas de paso de grandes bandadas de aves migratorias, como es el caso de Tarifa, los impactos observados son pequeños.

Por el contrario, es preciso destacar los **efectos positivos**, y entre ellos, la ausencia de cualquier tipo de emisiones contaminantes a la atmósfera. En este sentido, un parque eólico de 25 MW produce unos 58.750 MWh/año, equivalente al consumo

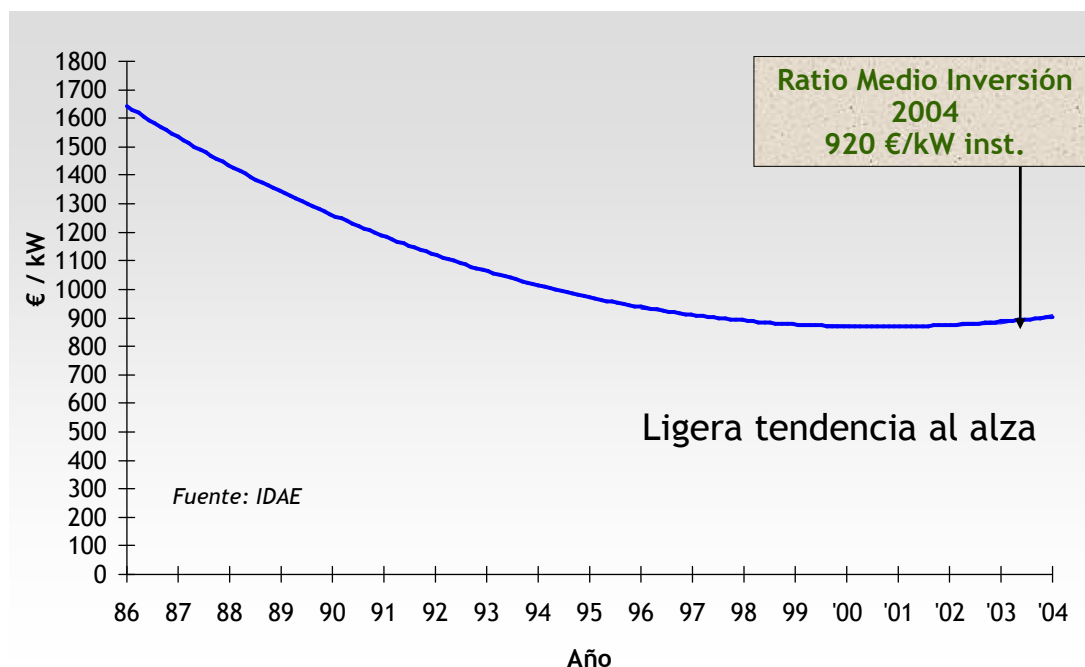
doméstico de unas 18.000 familias españolas. Con dicha producción, que equivale a más de 5.000 tep en término de energía primaria, se evita la emisión a la atmósfera de unas 21.850 toneladas anuales de CO₂, principal gas de efecto invernadero, que se verterían de otro modo a la atmósfera utilizando instalaciones de generación eléctrica de ciclo combinado con gas natural.

La Ley 6/2001, mencionada en el punto anterior, ha sentado las bases medioambientales para la realización de los proyectos eólicos. No obstante, es preciso insistir que son las Comunidades Autónomas quienes tienen competencia plena respecto a cuestiones medioambientales en su ámbito territorial.

En general, los Estudios de Impacto Ambiental requieren una evaluación precisa de los efectos sobre el entorno, así como medidas correctoras para aminorar los posibles impactos que pudieran producirse sobre el medio ambiente local debido a la instalación de un parque: restauración de la cubierta vegetal, enterramiento de líneas eléctricas, etc. Estos estudios deben, por otra parte, precisar un Programa de Vigilancia Ambiental durante la vida útil de la planta, cuya función básica es garantizar la afectación mínima del parque durante la fase de explotación.

3.1.2.6. Aspectos Económicos

La tecnología española ha alcanzado un estado de madurez tal que, junto con la producción casi en serie de los aerogeneradores, ha permitido una disminución significativa de los costes en la construcción e instalación de parques eólicos, como puede apreciarse en la Figura 6, que recoge la evolución, en moneda corriente, de los costes de inversión por kW instalado desde 1986 hasta el año 2004:



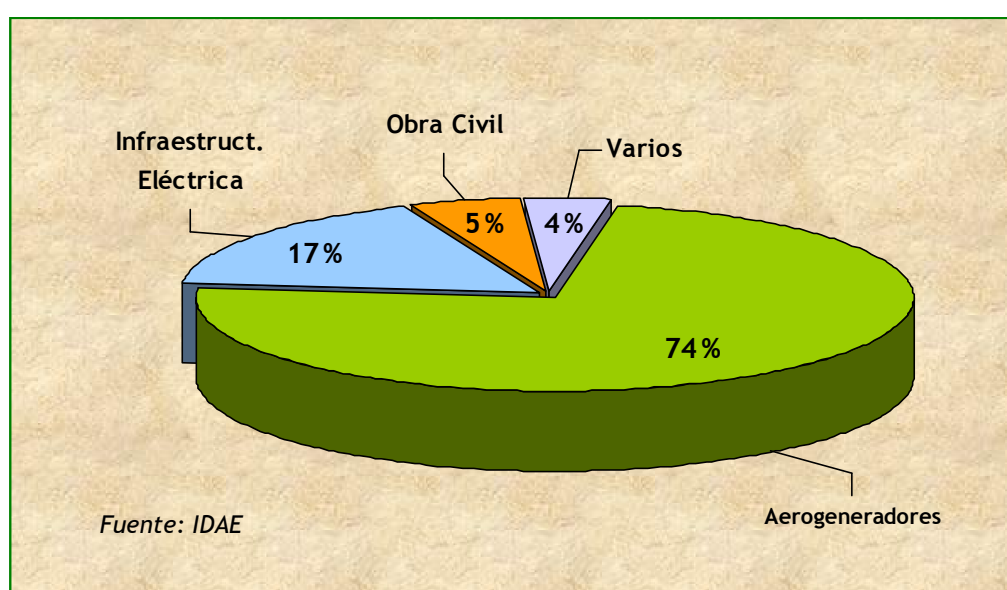
Sector Eólico -Figura 6. Evolución de la Inversión en el área eólica (moneda corriente)

De acuerdo con los datos facilitados por las Comunidades Autónomas y la propia experiencia del IDAE, las inversiones realizadas en el transcurso del año 2004 han supuesto un coste medio aproximado de unos 920 € por kW instalado, contemplando

esta cifra la totalidad de las partidas necesarias para la puesta en funcionamiento de un parque eólico, incluidos los costes de infraestructuras eléctricas de evacuación.

Durante los dos últimos años se está detectando una ligera tendencia al alza, como resultado, entre otros factores, de la instalación de aerogeneradores de alta potencia cuya fabricación en serie todavía no es generalizada, pero que, por otro lado, suponen un mayor aprovechamiento del recurso eólico de los emplazamientos.

Del total de la **inversión** asociada a la tecnología actual de aprovechamiento del recurso eólico, en términos generales los aerogeneradores representan casi tres cuartas partes, mientras que el equipamiento electromecánico, incluida línea de transporte, constituye el 17% y la obra civil el 5%, correspondiendo el 4% restante a inversiones varias, tales como los estudios de evaluación de recursos eólicos, impacto ambiental, promoción, tramitación de permisos e ingeniería.



Sector Eólico -Figura 7. Desglose de la Inversión en el área eólica

Los **gastos de explotación** también han sufrido una importante disminución durante los últimos años, al tiempo que se consolidaban la fiabilidad, las prestaciones y las garantías ofrecidas por los tecnólogos. En total, representan aproximadamente el 22% de la facturación anual de un parque, y pueden desglosarse en las siguientes partidas:

- Operación y Mantenimiento: 57%
- Alquiler de terrenos: 16%
- Seguros e Impuestos: 14%
- Gestión y Administración: 13%

La tendencia actual del conjunto de gastos de explotación es de ligero incremento en términos corrientes, debido a que la mayoría de los conceptos siguen la evolución del IPC, y otros, como la operación y el alquiler de los terrenos, varían, con frecuencia, en función de la tarifa eléctrica.

En general, las retribuciones establecidas en el nuevo Real Decreto 436/2004 para la producción energética proveniente de parques eólicos permiten a este tipo de

proyectos unas tasas internas de retorno superiores al 7%, con recursos propios y después de impuestos.

Dentro del Capítulo 4 del Plan, dedicado a la Financiación de las instalaciones renovables, se incluyen los Casos Tipo para las instalaciones eólicas, indicando los parámetros básicos de partida para el análisis económico-financiero de un proyecto eólico en tierra. Se han considerado factores técnicos y económicos representativos, tales como potencia, horas equivalentes de funcionamiento, vida útil, costes de inversión unitarios, gastos de explotación y precios de venta de la electricidad generada (a tarifa regulada).

Los principales parámetros que definen una instalación tipo, de aprovechamiento energético en el área eólica, se recogen en la tabla que se muestra a continuación.

Parque Eólico - año 2005		
Potencia eléctrica	25 MW	
Potencia unitaria aerogeneradores	850 kW - 1.500 kW	
Nº aerogeneradores	30 - 16	
Vida útil	20 años	
Costes de explotación (2006)	22% s/ Facturación	1,51 cent€/kWh
Gastos de desmantelamiento	3,5 % s/ Inversión	820.000 €
Inversión (año 2005)	937 €/kW	23.425.000 €
Horas equivalentes de funcionamiento	2.350 h	
Producción eléctrica neta	58.750 MWh/año	

Sector Eólico -Figura 8. Parámetros de una instalación eólica tipo

En lo que se refiere a los ingresos de un parque eólico, el RD 436/2004 establece dos alternativas de remuneración para la energía eléctrica evacuada:

1. Venta de la electricidad a la compañía distribuidora a tarifa regulada, cuyo importe depende de la potencia y de los años transcurridos desde que la instalación fue puesta en marcha.
2. Venta libre en el mercado. Dentro de esta modalidad, puede elegirse entre acudir directamente al mercado, a través del sistema de ofertas gestionado por el operador del mercado, o bien formalizar un sistema de contratación bilateral o a plazo con una comercializadora. En cualquier caso, se adquiere una prima que se adiciona al precio horario del mercado, así como otros complementos.

Este Real Decreto ha supuesto, como ya se ha indicado, una mejora sustancial reconocida, en general, por el sector eólico. Por una parte, la introducción de la Tarifa Media de Referencia (TMR), cuya evolución está regulada, permite predecir con suficiente aproximación los ingresos que se esperan en una instalación eólica. Por otra parte, el Real Decreto confiere una estabilidad que permite disminuir los riesgos financieros y eliminar incertidumbres en las inversiones por parte de las entidades financieras.

Al mismo tiempo, el RD 436/2004 introduce un incentivo por participar en el Mercado Eléctrico, cuyo importe también está referido a la Tarifa Media, que está agilizando el paso al Mercado por parte de los productores eólicos. La aparición de diversos agentes comercializadores en el sector eólico está permitiendo avanzar en el objetivo de que exista la mayor similitud posible con la gestión de la producción en el Régimen Ordinario.

El RD 436/2004 también establece otros complementos económicos: por continuidad de suministro frente a huecos, por garantía de potencia (sólo en plantas al mercado), y por energía reactiva, para aquellas instalaciones que contribuyan a la estabilidad técnica del sistema mediante la aplicación de innovaciones tecnológicas en sus instalaciones. Con estos complementos se pretende facilitar la integración de la generación de origen eólico, y en general, de las fuentes renovables, en el Sistema Eléctrico.

Tanto los importes establecidos para la tarifa regulada, la prima y los complementos, se encuentran indexados a la mencionada TMR, definida como la relación entre los costes previstos necesarios para retribuir las actividades destinadas a realizar el suministro de energía eléctrica y la previsión de la demanda de usuario final.

Costes de generación:

Para realizar una estimación del coste de generación eléctrica con energía eólica, se han considerado las mismas hipótesis de inversión, retribución económica y gastos de explotación que en el caso tipo mencionado anteriormente.

En la siguiente tabla se muestran los rangos en los que, previsiblemente, se encontrará el coste de generación, en moneda corriente, del kWh eólico para los parques eólicos, que se pongan en marcha en el año 2005 y en el 2010:

	Año de Puesta en Marcha	Parque Eólico en tierra
Coste de Generación (cent € /kWh)	2005	5,1 - 6,5
	2010	5,6 - 7,0

Sector Eólico -Figura 9. Costes de generación de una instalación eólica

Nota: Para 2005, se ha considerado un ratio de 937 €/kW, (evolucionado al 1,8% anual hasta el 2010), y un abanico entre 2.000 y 2.750 horas netas de funcionamiento equivalente (sólo hasta 2.700 horas en 2010).

3.1.2.7. Análisis de Barreras del Sector

En este epígrafe se comentan las barreras existentes en el área eólica, relacionadas con el aprovechamiento del recurso, con la tecnología, con la normativa, y las barreras económicas y sociales.

Barreras en el aprovechamiento del Recurso Eólico y en la gestión de la producción eléctrica:

Desconocimiento del potencial energético eólico en el mar.

El aprovechamiento del recurso eólico marino es otra forma de hacer frente a la demanda social creciente de energía eléctrica.

En general se estima que la energía obtenible en el mar puede ser superior a las zonas próximas interiores de tierra en torno a un 20%, más fácilmente predecible y de una mayor calidad debido a la no existencia de accidentes orográficos y menores turbulencias.

Sin embargo, no se han llevado a cabo, hasta el momento, estudios con suficiente entidad que determinen el recurso eólico disponible en los posibles emplazamientos marinos.

Infraestructuras eléctricas de evacuación insuficientes.

Se requieren nuevas infraestructuras eléctricas para aprovechar el potencial eólico de emplazamientos en zonas aisladas o próximas a redes saturadas.

En gran medida, las cifras de crecimiento eólico futuro se verán limitadas en función de la capacidad de generar una respuesta ágil ante la demanda de nueva potencia eólica de interconexión, supuestos resueltos los obstáculos técnicos planteados para un mayor grado de penetración eólica.

Por su parte, el desarrollo de las redes de distribución en buena parte depende de las Comunidades Autónomas. Algunas de ellas, tales como Aragón, Castilla - La Mancha, Andalucía, o Asturias, han dado pasos importantes a la resolución de la problemática de la evacuación, estableciendo planes globales, delimitando o priorizando zonas de acceso, etc.

Gestión inadecuada de la producción eléctrica de origen eólico.

El grado de penetración de la energía eólica en el sistema eléctrico ha aumentado muy significativamente en los últimos años, representando aproximadamente el 7% de toda la energía eléctrica en la red durante 2004. Red Eléctrica de España, como operador del sistema, gestiona la totalidad de la energía producida en el régimen ordinario, y sin embargo, no le es posible, hoy por hoy, operar la energía producida por las instalaciones eólicas.

Envejecimiento del parque tecnológico.

Los primeros parques eólicos a gran escala se pusieron en marcha en 1992. Ello significa que antes de que finalice el período 2005-2010, algunos parques eólicos se encontrarán próximos a finalizar su vida útil, o con una tecnología que no obtenga un adecuado rendimiento del recurso eólico existente en el emplazamiento. En ambos casos es previsible que, a corto plazo, se planteen desmantelar las máquinas

existentes, sustituyéndolas por otras con tecnología renovada y mayor potencia unitaria.

Barreras tecnológicas:

Comportamiento de los aerogeneradores y parques existentes frente a perturbaciones en la red.

Hasta ahora, todos los aerogeneradores conectados tienen un diseño que les obliga a desconectarse de red ante cualquier falta de línea superior al 15% de la tensión nominal (Orden Ministerial de 5 de septiembre de 1985). El grado de penetración eólica actual implica que una desconexión múltiple descontrolada puede producir problemas de estabilidad en la red, por lo que se está barajando una serie de medidas técnicas para el cumplimiento de las protecciones de las instalaciones eólicas.

Cada tipo de tecnología tiene un comportamiento frente a red claramente diferenciado y, por lo tanto, se requiere la implantación de medidas tecnológicas de distinta índole para que contribuya a la estabilidad de la red, y en concreto, para que soporten huecos de tensión originados por la presencia de faltas y su posterior despeje por los elementos de protección. La mayor parte de los fabricantes está desarrollando, conjuntamente con los suministradores de componentes, equipos que soporten huecos de tensión y que tengan capacidad de controlar de forma dinámica tanto la energía activa como la reactiva.

Insuficiente innovación tecnológica.

La inversión en I+D+i en el sector eólico está mayoritariamente a cargo del sector privado. Siendo nuestro país uno de los líderes mundiales en el desarrollo de aplicaciones eólicas, mantener este liderazgo va a exigir un gran esfuerzo técnico y económico para hacer frente a la evolución que se prevé en los próximos años.

Fiabilidad de las herramientas de predicción eólica.

A medida que aumenta el número de instalaciones eólicas, se hace más necesario eliminar las dificultades de gestión originadas por la no cuantificación de la energía eléctrica disponible en la red. La existencia de una herramienta de predicción de viento eficaz, facilitaría la plena integración de los parques eólicos dentro de las normas que rigen el mercado eléctrico.

En la actualidad se están desarrollando en el sector distintos modelos de predicción de viento, algunos de ellos con la participación de entidades públicas, que todavía se encuentran en fase de maduración. Con ellos se pretende reducir la imprevisibilidad existente en la generación eléctrica de los parques eólicos.

Falta de tecnología para los parques eólicos marinos, e inexistencia de parques eólicos de demostración en el mar.

En España no hay actualmente instalación eólica alguna ubicada en el mar, si bien existen iniciativas en nuestras costas por parte de diversos promotores, por una cifra superior a los 2.800 MW. En la Unión Europea, a finales del 2004 había más de 600 MW eólicos en emplazamientos marinos, de los que tres cuartas partes se encuentran en Dinamarca.

Para racionalizar la implantación de parques eólicos en el mar, que será clave en el futuro, se entiende recomendable comenzar con instalaciones de demostración, con el objeto de recabar experiencia en el ámbito nacional, y para posteriormente acometer proyectos de mayor envergadura.

Barreras normativas:

Falta de armonización en el desarrollo normativo de ámbito regional.

La regulación y homogeneización de los requisitos administrativos para la promoción de proyectos eólicos, debe mostrarse dinámica y flexible ante el desarrollo eólico alcanzado en cada Comunidad Autónoma, fundamentalmente en aquellas regiones con importantes expectativas de crecimiento del sector.

Una mayor aproximación en los conceptos y procedimientos contenidos en estas normativas facilitaría y agilizaría el desarrollo del sector y las actuaciones de los diferentes promotores.

Normativa de conexión, acceso a la red y condiciones de operación obsoleta.

Como se ha indicado, la reglamentación aplicable para la conexión y acceso a red, así como para la operación de las instalaciones eólicas data de hace dos décadas (Orden Ministerial de 5 de septiembre de 1985). Desde entonces se ha producido una evolución normativa y tecnológica que requiere una nueva regulación en los aspectos aquí tratados.

De hecho, se está trabajando ya en esta nueva reglamentación, cuya publicación se prevé durante el presente año 2005, y que repercutirán en las instalaciones eólicas para que contribuyan a la estabilidad y seguridad del sistema eléctrico.

Regulación de la garantía de origen de la electricidad con fuentes renovables.

La Directiva 2001/77/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de septiembre de 2001, relativa a la promoción de electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables, considera éste un objetivo prioritario para la Unión Europea, por razones de seguridad y diversificación del suministro de energía, de protección del medio ambiente y de cohesión económica y social. En concreto, establece un plazo máximo para que sus Estados miembros establezcan un sistema de regulación de la garantía del origen renovable.

En paralelo con la normativa de conexión, se está trabajando en un Real Decreto para la transposición de esta Directiva al ámbito nacional, pretendiendo con ello facilitar el comercio de la electricidad de origen renovable, e incrementar la transparencia en la libre elección de los consumidores.

Limitación de las primas y tarifas actuales hasta alcanzar los 13.000 MW.

El Real Decreto 436/2004, en su artículo 34.5, establece que cuando el grupo b.2 (energía eólica) alcance los 13.000 MW de potencia instalada, se procederá a la revisión de la cuantía de las tarifas, incentivos y primas, expresadas en ese artículo como porcentajes de la tarifa eléctrica media o de referencia.

Regulación específica para las instalaciones eólicas en el mar.

La utilización del dominio público marítimo de las costas españolas, como enclave de parques eólicos, es considerada como un factor clave en el futuro desarrollo eólico, cuando los emplazamientos terrestres escaseen. Por ello, es fundamental sentar unas bases reglamentarias sólidas que racionalicen la implantación de instalaciones eólicas en el mar.

Costes de desvíos en la venta al distribuidor a tarifa regulada.

El Real Decreto 436/2004 establece que todas las instalaciones con más de 10 MW y opción de venta a la distribuidora, deberán comunicar sus 24 previsiones de producción horarias por día, con 30 horas de antelación.

La introducción de los desvíos en la venta al distribuidor elimina la consideración de “tarifa fija” existente en el anterior Real Decreto 2818/1998, que proporcionó una retribución de referencia, y una estabilidad en el sector con buena acogida por parte de los promotores eólicos.

El cálculo de los desvíos y su gestión supondrán una complicación añadida y costes asociados para los promotores, en especial para las PyMES, con parques de dimensiones muy limitadas.

Barreras económicas y sociales:

Rentabilidad insuficiente de las instalaciones eólicas ubicadas en el mar.

El Real Decreto 436/2004 introduce por primera vez una diferenciación entre las instalaciones eólicas en tierra y en el mar, mediante la definición de dos subgrupos dentro del b.2. eólico.

Sin embargo, las retribuciones económicas establecidas son idénticas para ambos subgrupos, mientras que claramente los costes de inversión y de explotación son muy superiores para las instalaciones eólicas marinas. Por ello, el nivel de rentabilidad descrito para los parques eólicos en tierra no es extensible al caso de las instalaciones eólicas ubicadas en el mar.

Contestación social a la implantación de parques eólicos en el mar.

En muchos de los proyectos eólicos en el mar, que se encuentran en distintas fases de promoción en España, se ha constatado la existencia de un fuerte rechazo por parte de asociaciones y grupos de ámbito local. Se considera necesaria la realización de acciones informativas e iniciativas que favorezcan el consenso social para superar estos obstáculos.

A continuación se relacionan brevemente las barreras mostradas en el punto anterior:

Ámbito de aplicación	Barreras
Aprovechamiento del Recurso Eólico y gestión de la producción eólica:	- Desconocimiento del potencial energético en el mar.
	- Infraestructuras de evacuación insuficientes.
	- Gestión inadecuada de la producción eléctrica de origen eólico.
	- Envejecimiento del parque tecnológico.
Aspectos tecnológicos:	- Comportamiento de los aerogeneradores y parques existentes frente a perturbaciones en la red.
	- Insuficiente innovación tecnológica.
	- Fiabilidad de las herramientas de predicción eólica.
	- Falta de tecnología para los parques eólicos marinos, e inexistencia de parques eólicos de demostración en el mar.
Aspectos normativos:	- Falta de armonización en el desarrollo normativo de ámbito regional.
	- Normativa de conexión, acceso a red y condiciones de operación obsoleta (O.M. 05/09/1985).
	- Regulación de la garantía de origen de la electricidad con fuentes renovables.
	- Limitación de las primas y tarifas actuales hasta alcanzar los 13.000 MW.
	- Regulación específica para las instalaciones eólicas en el mar.
	- Costes de desvíos en la venta al distribuidor a tarifa regulada.
Aspectos económicos y sociales:	- Rentabilidad insuficiente de las instalaciones eólicas ubicadas en el mar.
	- Contestación social a la implantación de parques eólicos en el mar.

Sector Eólico -Figura 10. Barreras existentes en el área eólica

3.1.3. Medidas

El marco legislativo nacional, las reglamentaciones autonómicas, y la madurez y la competitividad de la tecnología empleada -en continuo desarrollo-, han propiciado el cumplimiento de los objetivos hasta ahora vigentes para el área eólica, y al mismo tiempo, han generado un sector empresarial especialmente activo y dinámico, para el que se mantienen altas expectativas de crecimiento en el futuro.

Las medidas que se plantean están encaminadas a la eliminación de aquellas barreras que, de algún modo, puedan impedir o dificultar la consecución de los nuevos objetivos eólicos, señalados en este Plan, todo ello dentro del “Escenario Probable” mencionado en el apartado 2.5 de este documento.

La reglamentación aplicable para la conexión y acceso a red de instalaciones eólicas data de hace dos décadas, con la Orden Ministerial de 5 de septiembre de 1985, y no responde a las necesidades actuales y a la evolución normativa y tecnológica que ha tenido lugar desde entonces.

El éxito de todas las actuaciones incluidas está supeditado, por una parte, a la exigencia de que se produzca una revisión de la planificación de infraestructuras eléctricas, para permitir evacuar la nueva generación eólica no prevista con anterioridad y, por otra, a la mejora tecnológica de los aerogeneradores para optimizar su comportamiento frente a red. Ello despejará los obstáculos técnicos planteados para una mayor penetración de la generación eólica en el mercado eléctrico español, sin que afecte a la calidad, fiabilidad y seguridad del suministro. En este sentido, Red Eléctrica de España se encuentra estudiando las distintas alternativas para avanzar hacia un mayor grado de penetración de la generación eólica en el sistema eléctrico, que sea compatible con la seguridad de operación y que permita integrar el objetivo eólico definido en este Plan.

Igualmente se considera imprescindible mantener el Marco Legislativo actual, sin variaciones sustanciales, durante el período 2005-2010 (Ley 54/1997 del Sector Eléctrico y Metodología de Revisión de Tarifas establecidas en el RD 436/2004 del régimen especial). Asimismo, deben mantenerse los criterios actuales de ordenación del territorio y planificación energética, por parte de las Comunidades Autónomas.

Se resumen las medidas que se proponen para potenciar el ritmo de crecimiento en la consecución de los nuevos objetivos eólicos:

- Revisión al alza de la Planificación vigente para los Sectores de Gas y Electricidad (aprobada en septiembre de 2002 para el período 2002-2011), y el adecuado desarrollo de las redes de transporte asociadas, en el período 2005-2010, teniendo en cuenta los objetivos eólicos derivados de este Plan.
- Modificación del RD 436/2004, eliminando los desvíos para las instalaciones acogidas a la opción de venta a tarifa regulada, y manteniendo la transitoriedad del RD 2818 hasta el 2010.
- Modificación del RD 436/2004, incrementando hasta 20.000 MW el límite de potencia eólica del régimen económico establecido, en lo relativo a las cuantías de las tarifas, incentivos y primas.
- Actualización de la Normativa Administrativa y Técnica de Operación y Conexión a red. Está relacionada con la mejora tecnológica de los aerogeneradores, para optimizar la respuesta de los parques eólicos ante la aparición de perturbaciones en la red.
- Transposición a la legislación nacional de la Directiva 2001/77/CE para la promoción de las Energías Renovables, relativa a la garantía de origen para la generación eléctrica con fuentes renovables.

- Homogeneización de los procedimientos administrativos en las Comunidades Autónomas, sobre todo medioambientales. Eliminación de las moratorias de tramitación establecidas en algunas regiones (Cantabria, Navarra, La Rioja, Asturias, Aragón).
- Participación pública más activa en I+D+i, para el desarrollo de la tecnología nacional, sobre todo en lo relativo a la calidad de la energía y tamaño unitario de máquinas (mayores de 2 MW).
- Desarrollo de herramientas de predicción con fiabilidad suficiente, que faciliten la plena integración de la energía eólica en el sistema eléctrico.
- Desarrollo de legislación específica para los parques eólicos en el mar.
- Desarrollo de aerogeneradores nacionales con tecnología adaptada a las condiciones marinas, e implantación de parques de demostración en el mar.
- Establecimiento en REE de un centro único de operaciones del Régimen Especial - equivalente al del Régimen Ordinario-, gestionado por Red Eléctrica de España, y que asegure la aplicación de los criterios de operación más objetivos y fiables.
- Desarrollo de centros de coordinación de parques eólicos que agrupen instalaciones de una misma empresa o de un determinado ámbito territorial.
- Modificación del plazo de aplicación del incentivo para la adaptación de parques con aerogeneradores antiguos, en relación con la continuidad del suministro frente a huecos de tensión.

El siguiente cuadro resume las medidas planteadas, asociándolas con las barreras mencionadas anteriormente sobre las que inciden. Igualmente, se incluye el organismo o actor responsable de acometer cada medida propuesta, así como los años del Plan en los que debería realizarse y mantenerse cada actuación. En general, o bien las medidas propuestas no tienen coste, o su valoración se escapa del objeto de este documento.

Barreras	Medidas	Responsable	Coste	Calendario
- Infraestructuras de evacuación insuficientes.	- Desarrollo de redes de transporte.	REE	Pendiente de Valoración	2006-2010
	- Revisión de la Planificación de los Sectores de Gas y Electricidad.	REE y Ministerio de Industria	---	2006
- Gestión inadecuada de la producción eléctrica de origen eólico.	- Establecimiento en REE de un centro único de operaciones para el Régimen Especial.	REE y Ministerio de Industria	Pendiente de Valoración	2005-2006
	- Desarrollo de centros de coordinación de parques eólicos que agrupen instalaciones de una misma empresa o de un determinado ámbito territorial.	REE y operadores	Pendiente de Valoración	2006-2007
	- Ampliación del plazo de aplicación del incentivo para la transformación de aerogeneradores antiguos.	Ministerio de Industria	Pendiente de Valoración	2005

- Apoyo insuficiente a la Innovación tecnológica.	- Participación pública más activa en I+D+i, para el desarrollo de la tecnología nacional.	Ministerio de Industria/IDAE y Ministerio de Ciencia y Tecnología	Pendiente de Valoración	2005-2010
- Fiabilidad de las herramientas de predicción eólica.	- Desarrollo de herramientas de predicción con fiabilidad suficiente.	Agentes del Sector	Pendiente de Valoración	2005-2006
- Falta de regulación específica para instalaciones eólicas en el mar.	- Desarrollo de legislación específica.	Ministerios de Industria y Medio Ambiente	---	2005-2006
- Falta de tecnología para los parques eólicos marinos, e inexistencia de parques en el mar.	- Desarrollo de aerogeneradores nacionales adaptados a condiciones marinas, e implantación de parques de demostración en el mar.	Tecnólogos e IDAE	Pendiente de Valoración	2006-2008
- Penalizaciones por desvíos en la venta al distribuidor a tarifa regulada.	- Modificación del RD 436/2004, eliminando desvíos para las instalaciones acogidas a la tarifa regulada.	Ministerio de Industria	---	2005
- Falta de armonización en el desarrollo normativo de ámbito regional.	- Homogeneización de procedimientos administrativos en las CC AA, sobre todo medioambientales.	CC AA, Ministerios de Industria y Medio Ambiente	---	2005-2010
	- Eliminación de moratorias de tramitación en algunas regiones.	CC AA	---	2005-2006
- Normativa de conexión, acceso a red y condiciones de operación obsoleta (O.M. 05/09/1985).	- Nuevo Real Decreto sobre Conexión de instalaciones en el régimen especial.	Ministerio de Industria	---	2006
- Regulación de la garantía de origen de la electricidad con fuentes renovables.	- Transposición de la Directiva 2001/77/CE, sobre garantía de origen.	Ministerio de industria	---	2005
- Limitación de las primas y tarifas actuales hasta alcanzar los 13.000 MW.	- Modificación del RD 436/2004, incrementando el límite de potencia eólica para el régimen económico establecido.	Ministerio de industria	---	2005

Sector Eólico -Figura 11. Medidas planteadas en el área eólica

A principios de 2005 se ha puesto la primera piedra para racionalizar la implantación de las instalaciones eólicas en el mar, en lo relativo a la tramitación administrativa de los proyectos. Dentro del conjunto de reformas incluidas en el documento “100 Medidas de Impulso a la Productividad”, aprobado por el Consejo de Ministros el 25 de febrero de 2005, se incluye la elaboración, antes de octubre de 2005, de un procedimiento reglado para el establecimiento de instalaciones de producción de energía eléctrica cuya localización se sitúe dentro del dominio público marítimo-terrestre. Se espera que este procedimiento facilite la tramitación de los primeros expedientes para parques eólicos marinos, y en cualquier caso, permita la instalación de parques de demostración.

Con relación a las instalaciones eólicas ubicadas en el mar, todavía no hay ninguna en nuestro país. Actualmente existen diversos proyectos eólicos marinos ambiciosos, que se encuentran en una fase inicial de diseño e ingeniería básica, en las costas de Cádiz, Huelva, Castellón y en el Delta del Ebro. Se considera improbable que estos proyectos mencionados se pongan en marcha durante el periodo 2005 - 2010.

Aunque no se considera prioritario el desarrollo de la energía eólica marina a gran escala en el horizonte 2005-2010 de este Plan de las Energías Renovables, deberían plantearse unas medidas adicionales durante este período, que incluyeran una revisión al alza de la prima eólica para estas instalaciones, de tal manera que les dotasen de niveles de rentabilidad razonable. Igualmente, sería conveniente que se llevasen a cabo los estudios necesarios para la delimitación de zonas marinas compatibles con el aprovechamiento eólico, y prever las modificaciones oportunas de las infraestructuras eléctricas de transporte.

En relación con la actualización de normativa técnica de conexión a red y operación, en marzo de 2005 se han publicado los Procedimientos de Operación del Sistema 12.1, 12.2 y 12.3, relativos a la conexión a la red de transporte. En ellos se define la curva tensión-tiempo admisible para el hueco de tensión que las instalaciones de generación, tanto en régimen ordinario como en el especial, tienen que soportar sin desconexión en el punto de conexión a la red de transporte. No obstante, se encuentra en elaboración conjunta entre Ministerio de Industria y Red Eléctrica de España el Procedimiento de Operación que regule los requerimientos mínimos que han de cumplir las protecciones de las distintas instalaciones y tecnologías de producción en régimen especial, a efectos de garantizar la continuidad de suministro frente a los huecos de tensión.

3.1.4. Objetivos 2010

Los objetivos eólicos mantenidos hasta ahora se presumen fácilmente alcanzables con anterioridad al 2010, sobre todo teniendo en cuenta que la potencia eólica media instalada en los últimos tres años ha superado los 1.600 MW anuales, no existiendo actualmente ningún síntoma de decaimiento.

Existen factores que propician un mayor impulso al desarrollo del sector eólico en España:

- Amplio potencial eólico todavía sin aprovechar.
- Normativa favorable, que ha permitido consolidar la confianza y el interés de los promotores.
- Sector industrial maduro con un muy elevado nivel tecnológico y capacidad de fabricación nacional.
- Las planificaciones de los Gobiernos autonómicos soportan los objetivos planteados.
- La incorporación de mejoras tecnológicas, en el comportamiento de los aerogeneradores frente a red, permitirá un alto grado de penetración de la energía eólica, sin afectar a la seguridad de abastecimiento eléctrico.

En este apartado se identifica un nuevo objetivo de incremento eólico para el período 2005-2010, dentro de la planificación de las energías renovables en su conjunto. La consecución de este objetivo requiere que se adopten, en los periodos fijados, las medidas planteadas en el apartado anterior.

3.1.4.1. Potencia y Datos Energéticos

Haciendo uso de sus competencias en materia de ordenación y planificación energética, algunas Comunidades Autónomas han elaborado sus propios Planes Energéticos, siendo, en todos los casos, los objetivos de potencia eólica instalada más ambiciosos que los planteados en las previsiones realizadas en el anterior Plan de Fomento, aunque alguno con distintos horizontes temporales.

En la Figura 12 se indican los objetivos regionales propios de las Comunidades Autónomas, si bien se han mantenido los valores previstos en el Plan de Fomento para aquellas regiones que no han elaborado un documento de planificación propio, o las previsiones incluidas en el documento de Planificación de los sectores de gas y electricidad de septiembre de 2002.

Comunidad Autónoma	Potencia (MW)	Año	Documento Soporte
ANDALUCÍA	4.000	2010	Plan Energético Andalucía (PLEAN)
ARAGÓN	4.000	2012	Plan Energético Aragón 2005-2012 (en elaboración)
ASTURIAS	900	2010	Plan Regional (en elaboración)
BALEARES	75	2015	Plan Director Sectorial Energético
CANARIAS	893	2011	Decreto 53/2003 Canarias
CANTABRIA	300	2010	PLAFER (Sin Plan Regional)
CASTILLA Y LEÓN	6.700	2010	Previsión Regional (pendiente de conexión)
CASTILLA - LA MANCHA	4.450	2011	Planificación Redes Electricidad y Gas
CATALUÑA	3.000	2010	Mapa Eólico Catalán (en elaboración)
EXTREMADURA	225	2010	PLAFER (Sin Plan Regional)
GALICIA	6.300	2010	Plan Eólico Estratégico Galicia (en elaboración)
MADRID	50	2010	PLAFER (Sin Plan Regional)
MURCIA	850	2012	Planificación Energética Regional
NAVARRA	1.530	2011	Planificación Redes Electricidad y Gas
LA RIOJA	660	2011	Planificación Redes Electricidad y Gas
COMUNIDAD VALENCIANA	2.359	2010	Plan Eólico Valenciano
PAÍS VASCO	624	2010	3E-2010 (Pendiente Aprobación)
TOTAL	36.916 MW		

Sector Eólico -Figura 12. Objetivos eólicos de las Comunidades Autónomas

La suma de los objetivos regionales definidos por las Comunidades Autónomas, complementados con los de las planificaciones nacionales preexistentes -Plan de Fomento y Planificación de los Sectores de Electricidad y Gas- para aquellas que no disponen de planificación propia al respecto, supone una potencia total instalable del orden de 37.000 MW, con horizontes situados entre 2010 y 2012 en la práctica totalidad de los casos.

Especialmente ambiciosos se estiman los objetivos eólicos planteados por las Comunidades de Andalucía (4.000 MW en el 2010, cuando a finales del año 2004 sólo disponen de 350 MW), Cataluña (3.000 MW en 2010, con sólo 94 MW en 2004), Castilla y León (6.700 MW en 2010), Galicia (6.300 MW en 2010), Castilla-La Mancha (4.450 MW en 2011), Aragón (4.000 MW en 2012), Canarias (893 MW en 2010, con 139 MW en el 2004 y las características específicas de los sistemas eléctricos insulares), y la Comunidad Valenciana (2.359 MW en 2010, con 21 MW instalados en 2004).

En los anteriores apartados se ha analizado la evolución experimentada en el área eólica tras los cinco primeros años de vida del Plan de Fomento, así como la situación del cumplimiento de los objetivos previstos. Igualmente se han presentado tanto los aspectos tecnológicos, como los económicos y medioambientales, relativos a las peculiaridades de los proyectos eólicos y del sector en general. Por último, se ha propuesto una serie de medidas de

actuación que refuercen la tendencia de evolución actual y asienten el adecuado desarrollo futuro.

Se han destacado igualmente los efectos positivos que, sobre la implantación de nuevas instalaciones eólicas, se prevé conferirá el Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, relativo al Régimen Especial. Por una parte, la nueva metodología permitirá una mayor predictibilidad de la retribución, asentando la confianza y el interés de la inversión privada. Y por otra parte, el establecimiento de incentivos por participación en el mercado y de nuevos complementos a la remuneración, por garantía de potencia, por energía reactiva y por continuidad frente a huecos, contribuirá, sin duda, a proporcionar una mayor estabilidad del sistema eléctrico, permitiendo una mayor penetración de la energía eólica en el balance energético nacional.

Se establece como objetivo eólico del Plan, la instalación -para el conjunto del territorio nacional- de una potencia eólica incremental de 12.000 MW en el período 2005-2010. En la tabla siguiente se realiza un desglose meramente indicativo -y en ningún caso limitativo- de estos 12.000 MW en cada una de las Comunidades Autónomas. Para realizar esta distribución, se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Recursos eólicos existentes.
- Grado de desarrollo regional de la energía eólica: instalaciones en funcionamiento, en construcción y en fase de tramitación administrativa.
- La propia planificación eólica de las Comunidades Autónomas.
- Estado de la normativa regional y grado de desarrollo.
- Evolución tecnológica territorial en el sector eólico.

ÁREA EÓLICA			
Comunidad Autónoma	Situación Año 2004 (MW)	Incremento 2005-2010 (MW)	Potencia al 2010 (MW)
ANDALUCÍA	350	1.850	2.200
ARAGÓN	1.154	1.246	2.400
ASTURIAS	145	305	450
BALEARES	3	47	50
CANARIAS	139	491	630
CANTABRIA	-	300	300
CASTILLA Y LEÓN	1.543	1.157	2.700
CASTILLA - LA MANCHA	1.534	1.066	2.600
CATALUÑA	94	906	1.000
EXTREMADURA	-	225	225
GALICIA	1.830	1.570	3.400
MADRID	-	50	50
MURCIA	49	351	400
NAVARRA	854	546	1.400
LA RIOJA	356	144	500
COMUNIDAD VALENCIANA	21	1.579	1.600
PAÍS VASCO	85	165	250
TOTAL AÑO 2010	8.155 MW	12.000 MW	20.155 MW

Fuente: IDAE

Sector Eólico -Figura 13. Objetivos Eólicos al 2010.

Se prevé que las Comunidades Autónomas de Galicia, ambas Castillas y Aragón mantengan la actual tendencia de implantación de parques eólicos, y continúen liderando el desarrollo eólico regional. Sin embargo, se espera que los mayores incrementos de potencia eólica instalada en el período 2005-2010 se produzcan en Andalucía, cuyo potencial eólico es muy destacable, y en la Comunidad Valenciana, cuyo despegue en el sector se supone próximo a producirse. Del mismo modo, se prevé que Cataluña también sea una región con una alta implantación de instalaciones eólicas en el período de aplicación del Plan.

Todo ello, lógicamente se encuentra condicionado por el adecuado desarrollo y dimensionado de la red de transporte para el acceso de nueva generación a la red.

Con relación a las instalaciones eólicas ubicadas en el mar, todavía no hay ninguna en nuestro país. Actualmente existen diversos proyectos eólicos marinos ambiciosos, que se encuentran en una fase inicial de diseño e ingeniería básica, en las costas de Cádiz, Huelva, Castellón y en el Delta del Ebro. Se considera improbable que los proyectos mencionados se pongan en marcha durante el período 2005-2010. No obstante, si se avanza en la resolución de las barreras actuales para su implantación, cuestión en la que se está ya trabajando, cabría pensar que en el horizonte del año 2010, estas instalaciones podrían aportar en torno a los 1.000 MW, y para ello se continuará con los estudios iniciados. En el apartado 3.1.6, relativo a las Líneas de Innovación Tecnológica en el Área Eólica, se contempla la implantación de parques eólicos marinos de demostración.

La evolución anual prevista de la nueva potencia a instalar (no se contempla aquí la posible aportación de la eólica marina), dentro del período 2005-2010, es la siguiente:

		ÁREA EÓLICA						
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL 2005-2010
POTENCIA EÓLICA ANUAL	MW	1.800	2.000	2.200	2.200	2.000	1.800	12.000

Sector Eólico -Figura 14. Evolución anual del incremento de potencia eólica del Plan.

Se insiste en que este crecimiento de potencia eólica mantenido durante el período únicamente es posible si se produce una pronta revisión del Documento de Planificación de Infraestructuras, así como la ejecución de de las infraestructuras eléctricas de transporte asociadas.

La siguiente tabla refleja los resultados energéticos previstos en lo relativo a la generación eléctrica de origen eólico:

		ÁREA EÓLICA						
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL 2005-2010
PRODUCCIÓN EÓLICA ANUAL	GWh	2.115	6.580	11.515	16.685	21.570	25.940	84.405

Sector Eólico -Figura 15. Incrementos anuales de la producción eólica por la potencia instalada en el período de vigencia del Plan.

Se destaca que la producción eólica correspondiente a la potencia incremental de 12.000 MW prevista en el año 2010 es de 25.940 GWh.

3.1.4.2. Emisiones evitadas y generación de empleo

La siguiente tabla muestra las emisiones evitadas de CO₂ únicamente en el año 2010, debido al incremento de potencia de 12.000 MW previsto, y tomando como referencia las instalaciones de generación de electricidad con Gas Natural en Ciclos Combinados, supuesto un rendimiento de central medio del 54%:

		ÁREA EÓLICA
EMISIONES CO ₂ EVITADAS EN 2010	(t CO ₂)	9.649.680

Sector Eólico -Figura 16. Emisiones de CO₂ evitadas en 2010 debido al incremento de potencia eólica previsto en el Plan.

La siguiente tabla contiene los ratios utilizados para la estimación de generación de empleo a finales de 2010, correspondiente al incremento de potencia eólica en el período de vigencia del Plan:

<u>Ratios de Generación de Empleo</u>	ÁREA EÓLICA
Fase de Construcción e Instalación	13 hombres-año por MW (25% directos)
Operación y Mantenimiento	1 empleo por cada 5 MW (directo)

Sector Eólico -Figura 17. Ratios de generación de empleo en el área eólica, en hombres-año.

El concepto de hombres-año es equivalente, en términos cuantitativos, al trabajo necesario para acometer los objetivos eólicos previstos en el Plan, suponiendo 1.800 horas de trabajo por hombre y año.

Estos ratios de creación de empleo estimado se corresponden con los incluidos en el Plan de Fomento de las Energías Renovables 1999-2010, en base al análisis de las instalaciones eólicas y de la industria del sector existentes en España a finales de 1998. Estos mismos ratios fueron utilizados por ECOTEC como datos de partida para la elaboración en 1999 del Informe de generación de empleo de ámbito europeo *"The Impact of Renewables on Employment and Economic Growth"*, bajo el Programa Europeo ALTENER, en el que colaboró IDAE, entre otras agencias de energía del continente. Utilizando las conclusiones de este estudio -en términos de empleo neto asociado-, los objetivos eólicos de este Plan generarían unos 38.000 puestos de trabajo durante el período 2005-2010.

A modo de ejemplo, para una instalación eólica tipo de 25 MW, durante la fase de construcción y montaje se estima la cifra de 325 empleos equivalentes creados -en unidades de hombres-año, correspondiente a puestos de trabajo de duración anual-. De ellos un 25% se supone como generación de empleo directamente en el sector eólico, y un 75% correspondería a empleos indirectos creados en otros sectores que lo abastecen. Igualmente se estima que dicha instalación tipo de 25 MW supone la creación de 5 puestos de trabajo durante la fase de Operación y Mantenimiento para toda la vida útil del parque eólico.

El cuadro siguiente indica la generación de empleo estimada, en unidades de hombres-año, a partir de los ratios indicados:

GENERACIÓN DE EMPLEO		ÁREA EÓLICA
Fase de Construcción e Instalación	(hombres-año)	156.000
Fase de Operación y Mantenimiento	(hombres-año)	8.400
TOTAL EMPLEO GENERADO	(hombres-año)	164.400

Sector Eólico -Figura 18. Generación de empleo en el área eólica, en hombres-año.

3.1.4.3. Inversiones Asociadas

Para los parques eólicos en tierra, se ha considerado un ratio medio de inversión de 937 € por kW instalado en el año 2005, evolucionado con un 1,8% anual durante todo el período.

Teniendo en cuenta la potencia eólica anual prevista, se ha obtenido la siguiente evolución de la inversión anual asociada al sector eólico:

		ÁREA EÓLICA						
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL 2005-2010
INVERSIÓN ANUAL	(mill. €)	1.686	1.907	2.135	2.174	2.012	1.843	11.756

Sector Eólico -Figura 20. Evolución anual de la inversión asociada en el área eólica.

3.1.4.4. Ayudas Públicas

Debido al estado de madurez en el que se encuentra el sector eólico, no se requieren subvenciones a la inversión durante el período. El apoyo público se limita a las primas establecidas dentro del marco dispuesto para el régimen especial por el Real Decreto 436/2004.

De este modo, para las instalaciones eólicas que entren en funcionamiento (todas ellas previstas en tierra) se ha aplicado la prima equivalente al 40% de la Tarifa Media o de Referencia (TMR), estimando que se actualiza anualmente con un 1,4%.

Con estas consideraciones, los apoyos públicos anuales serían los que a continuación se exponen:

		ÁREA EÓLICA						
		2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL 2005-2010
APOYO PÚBLICO	(mill. €)	62	196	347	510	669	815	2.599

Sector Eólico -Figura 21. Evolución anual de los apoyos públicos asociados en el área eólica.

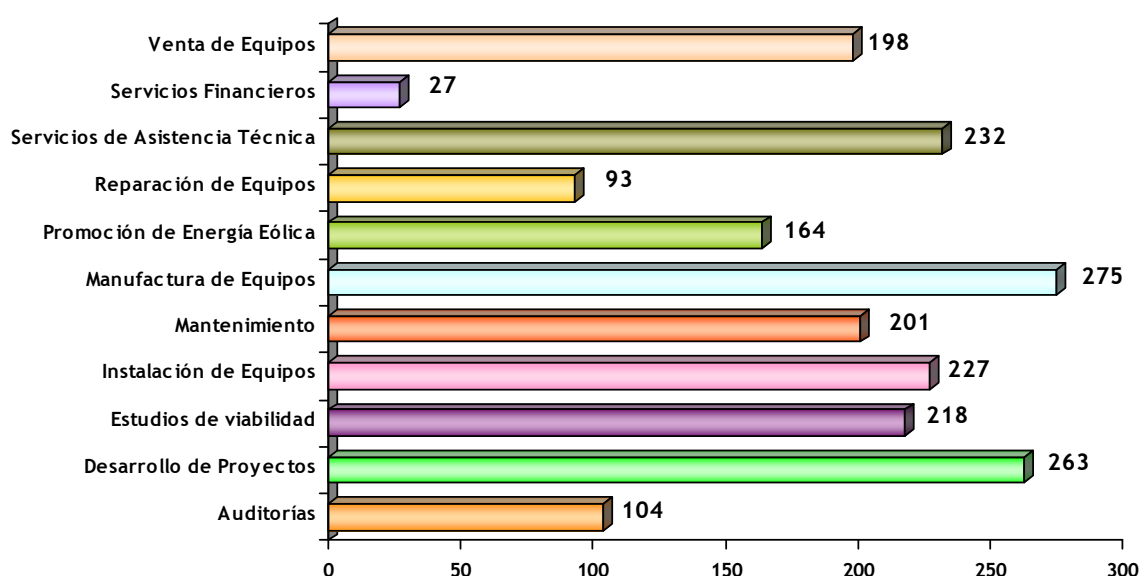
En consecuencia, el valor acumulado de las primas a percibir en todo el período 2005-2010, por las instalaciones eólicas puestas en marcha, asciende a 2.599 millones de euros, siendo 815 millones de euros el importe en el último año 2010.

3.1.5. El Sector Industrial en España

El desarrollo del conjunto del sector ha propiciado la creación de nuevas empresas y la adaptación de otras al ámbito eólico. En el momento actual, existen **más de 550 empresas** -por lo general, de pequeño tamaño con menos de 25 empleados- que operan en el sector, y que suministran la mayoría de los componentes utilizados. Ello confirma que se ha consolidado un sector industrial especializado en dar respuesta a la demanda eólica en la cadena de suministro de los fabricantes de aerogeneradores.

La importancia del sector industrial nacional, en relación con el resto de países, queda reflejada en el hecho de que -durante el pasado año 2004- uno de cada cuatro aerogeneradores que se pusieron en marcha tuvo lugar en nuestro país (1.920 MW eólicos nuevos en España, respecto a los 8.000 MW en todo el mundo).

A modo representativo, en la Figura 22 se ha incluido un desglose cuantitativo de las empresas implicadas en el sector, en función de las actividades que desarrollan, tales como la promoción y desarrollo de proyectos eólicos, la manufactura e instalación de equipos, mantenimiento de instalaciones, etcétera.



Sector Eólico -Figura 22. Número de empresas por tipo de actividad en el Sector Eólico.

NOTA: En total se han contabilizado más de 550 empresas, que generalmente realizan al mismo tiempo distintas actividades en el sector.

Las empresas nacionales, especializadas en la cadena de suministro de los fabricantes de aerogeneradores, siguen las especificaciones técnicas más exigentes,

y exportan sus productos a terceros países. Entre ellos, se encuentra el fabricante de palas LM Composites, de origen danés, con plantas de fabricación en las provincias de Toledo, La Coruña y León, desde las que se suministra tanto al mercado español como al portugués y francés.

El conjunto de los fabricantes instalados en España garantiza una amplia oferta de aerogeneradores comerciales con fiabilidad demostrada. Conviven una **docena de tecnologías** comercialmente disponibles, cinco de ellas nacionales [GAMESA EOLICA, MADE (Grupo GAMESA) ECOTÉCNIA, INGETUR-EHN, M TORRES], y otra más con transferencia tecnológica (NAVANTIA-SIEMENS, anteriormente IZAR-BONUS). Para la totalidad de las plantas de fabricación de palas, góndolas, torres y ensamblaje de aerogeneradores, se estima una capacidad de fabricación nacional superior a los 2.500 MW al año.

3.1.6. Líneas de Innovación Tecnológica

En el área eólica, España se sitúa entre las primeras potencias mundiales, tanto en capacidad eólica instalada como en cuota de mercado de nuestros fabricantes. De hecho, los fabricantes españoles suministran más del 15 % de los aerogeneradores instalados en el mercado global. Considerando el desarrollo experimentado, España se encuentra en disposición de mantener e incluso potenciar su situación privilegiada. Para ello, es necesario impulsar las actuaciones a llevar a cabo en el campo de la innovación tecnológica en las empresas nacionales.

En el horizonte 2005-2010, a los fabricantes nacionales se les plantea como prioritario realizar esfuerzos encaminados hacia los siguientes objetivos:

- Sistemas avanzados de control de la calidad de la energía cedida a la red.
- Desarrollo de aerogeneradores con potencia unitaria superior a los 2 MW.
- Aplicación de nuevos materiales más resistentes y con menores costes asociados, en particular en la fabricación de palas, para optimizar el aprovechamiento del recurso.
- Adaptación de los aerogeneradores de alta potencia para soportar los mayores requerimientos técnicos para su implantación mar adentro.
- Implantación de parques eólicos marinos de demostración.

El desarrollo de modernas aplicaciones y herramientas de control de la calidad de la energía eléctrica vertida a la red, permitirá optimizar el comportamiento de los parques eólicos frente a la existencia de perturbaciones en la red, de manera que se consiga optimizar sus condiciones de funcionamiento y colaborar más activamente en garantizar el suministro eléctrico al usuario final.

Hoy por hoy, ningún fabricante nacional dispone de aerogeneradores diseñados o adaptados para soportar los severos condicionantes ambientales del mar. En este campo, se presenta para los tecnólogos nacionales la necesidad de competir en un mercado en el que la potencia unitaria de los aerogeneradores se sitúa en valores superiores a los 3 MW. La experiencia obtenida en el desarrollo de las máquinas actuales será muy útil para conseguir, sin costes y riesgos excesivos, atender esta demanda creciente.

Si bien existen más de una quincena de parques eólicos marinos en distintos países de la Unión Europea (Dinamarca, Reino Unido, Irlanda, Suecia, Holanda y Alemania), todavía no hay ninguno en el ámbito nacional. Esto implica que los fabricantes nacionales tienen una experiencia nula en la subsanación de los problemas de logística que aparecen cuando se realizan las labores de operación y mantenimiento en los parques emplazados en el mar.

Por esta razón, particularmente se considera importante dirigir esfuerzos a la ejecución de proyectos de demostración de parques eólicos pre-comerciales ubicados en el mar. Ello permitiría extraer conclusiones claras, en un plazo no muy largo, sobre la viabilidad técnica y económica de este tipo de instalaciones en nuestro país, así como obtener experiencia en la gestión y explotación de los parques marinos.