

ESTUDIO DEL I+D+i DEL SECTOR EÓLICO EN ESPAÑA 2016

BORRADOR

CLIENTE:



ENERO 2017



Estudio del I+D+i del sector eólico en España 2016.

INFORME TÉCNICO

Autor: AC, RSJ

Comprobado por: CLL

Cliente: AEE

Referencia: IT-1611- AC_RSJ-Estudio_I+d+i_Sector_Eolico-00

Fecha: 18/01/2017 2/116

Documentos que componen este informe

Referencia	Descripción	Fecha

ÍNDICE

1	RESUMEN EJECUTIVO.....	8
2	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO	11
3	TENDENCIA DEL MERCADO.....	15
3.1	MAYOR DIÁMETRO DEL ROTOR	17
3.2	OFFSHORE	20
3.3	ALARGAMIENTO DE LA VIDA DE LOS AEROGENERADORES	23
3.4	GENERADORES DE IMANES PERMANENTES	25
3.5	INTEGRACIÓN EN RED.....	26
4	PRIORIDADES REOLTEC PARA LA INVESTIGACIÓN, EL DESARROLLO Y LA INNOVACIÓN DEL SECTOR EÓLICO ESPAÑOL	32
5	RESULTADOS EN I+D+I DE EMPRESAS DEL SECTOR EÓLICO ESPAÑOL.....	42
5.1	UNIVERSIDADES Y CENTROS CON CAPACIDAD DE I+D.....	42
5.2	PROYECTOS DE I+D.....	43
5.3	PROPIEDAD INTELECTUAL	67
6	LA INDUSTRIA EÓLICA ESPAÑOLA EN LA ENCRUCIJADA.....	82
6.1	GAMESA.....	83
6.2	SIEMENS WIND POWER	88
6.3	LA FUSIÓN GAMESA – SIEMENS WIND POWER	91
6.4	ACCIONA WINDPOWER.....	95
6.5	NORDEX.....	99
6.6	LA INTEGRACIÓN ACCIONA WINDPOWER - NORDEX.....	101
6.7	EXPORTACIONES EÓLICAS ESPAÑOLAS	102
7	ANEXO I. ABREVIATURAS DE PAÍSES.....	106
8	ANEXO II. FICHAS DE PROYECTOS	108

Índice de figuras

Figura 1. Resultados de las subastas a Marzo 2016 (Fuente: IRENA).....	12
Figura 2.Principales suministradores de aerogeneradores en 2015. Fuente: FTI Intelligence, marzo 2016.	13
Figura 3. Metodología utilizada en este informe (Fuente: EREDA)	15
Figura 4. MW instalados al año de energía eólica de 1995 a 2015 y previsión de la capacidad instalada de 2015 a 2025 por regiones. Fuente: FTI Intelligence, GWEC, Marzo 2016.	16
Figura 5. MW instalados al año de energía eólica de 1995 a 2015 y previsión de la capacidad instalada de 2015 a 2025 por tipo de tecnología. Fuente: FTI Intelligence, GWEC, Marzo 2016.....	17
Figura 6. Evolución de la potencia nominal media, el diámetro del rotor medio y la altura de buje media en los aerogeneradores instalados de EE.UU. Fuente: U.S Department of Energy.	18
Figura 7. Tendencias en el diámetro del rotor de los aerogeneradores instalados de EE.UU.. Fuente: U.S Department of Energy.....	19
Figura 8. Tendencia de la densidad de potencia eólica de los aerogeneradores instalados de EE.UU.. Fuente: U.S Department of Energy.	19
Figura 9.Potencia eólica offshore instalada en 2015. Fuente FTI Intelligence.	21
Figura 10.Potencia eólica offshore acumulada en 2015. Fuente FTI Intelligence.	21
Figura 11. Evolución de la potencia nominal, diámetro del rotor y altura de buje de los aerogeneradores offshore. Fuente:NREL.	22
Figura 12.Evolución de la potencia nominal y del tipo de arquitectura del tren de potencia de los prototipos de aerogeneradores offshore. Fuente:NREL.	23
Figura 13.Antigüedad de los parques eólicos españoles 2016. Fuente: AEE.	24
Figura 14.Technology Readiness Levels (Fuente: ETIP).....	33
Figura 15. Solicitudes publicadas de patentes europeas de origen español dentro de tecnologías de mitigación del cambio climático, en el periodo 2004/2015. Fuente: OEPM.	67
Figura 16.Solicitudes de patentes europeas de origen español publicadas y distribuidas por Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático, en el periodo 2004/2015. Fuente: OEPM.	68
Figura 17. Solicitudes de patentes europeas de origen español pertenecientes a las Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático y por año, en el periodo 2004/2015. Fuente: OEPM.	69

Figura 18. Solicitudes de patentes europeas de origen español publicadas en el sector de las Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático según tipo de solicitante, 2004/2015. Fuente OEPM.	70
Figura 19. Solicitudes de invenciones españolas publicadas de los sectores correspondientes a tecnologías de mitigación del cambio climático, en el periodo 2004/2015. Fuente: OEPM.	71
Figura 20. Solicitudes de invenciones nacionales publicadas y distribuidas por Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático, en el periodo 2004/2015. Fuente: OEPM.	72
Figura 21. Solicitudes publicadas de invenciones nacionales pertenecientes a las Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático y por año, en el periodo 2004/2015. Fuente: OEPM.	72
Figura 22. Solicitudes de invenciones españolas publicadas en el sector de las Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático según tipo de solicitante, 2004/2015. Fuente OEPM.	73
Figura 23. Solicitudes de patentes europeas de origen español publicadas por sector de la energía eólica por años, en el periodo 2004/2015. Fuente: OEPM.	74
Figura 24. Solicitudes de patentes europeas de origen español publicadas en el sector de la eólica por CC.AA, 2004/2015. Fuente OEPM.	75
Figura 25. Solicitudes de patentes europeas de origen español publicadas por el sector de la energía eólica según el tipo de solicitante, 2004/2015. Fuente: OEPM.	76
Figura 26. Solicitudes de invenciones españolas publicadas por sector de la energía eólica por años, en el periodo 2004/2015. Fuente: OEPM.	77
Figura 27. Solicitudes de invenciones españolas publicadas del sector de la eólica, por CC.AA. en el periodo 2004/2015. Fuente OEPM.	78
Figura 28. Solicitudes de invenciones nacionales publicadas por sector de la energía eólica según el tipo de solicitante, 2004/2015. Fuente: OEPM.	79
Figura 29. Familias de patentes publicadas del sector eólico desde el año 2000 hasta enero de 2013 por subcampos a nivel mundial. Fuente GPI y OEPM.	80
Figura 30. Porcentaje de patentes por tecnologías publicadas en 2006-2012 en relación al número total de patentes del país del solicitante. Fuente: GPI-OEPM.	81
Figura 31. Familias de patente publicadas en 2006-2012 por subcampos en España. Fuente: GPI-OEPM.	82
Figura 32. Top 10 capacidad instalada de los fabricantes en 2015. Fuente: Navigant Research	92

Figura 33. Top 10 capacidad acumulada de los fabricantes offshore en 2015.
Fuente: Navigant Research94

Figura 34. Exportaciones de tecnologías eólicas y saldo comercial eólico TOP 6 mundial (2015). Fuente: UN-Comtrade y elaboración AEE (Los datos de China son de 2014 porque aún no ha reportado los datos de 2015). 103

Figura 35. Saldo comercio exterior sector industrial eólico en España 2010-2015.
Fuente: Ministerio de Economía y competitividad, DATACOMEX, y elaboración AEE.
..... 104

Figura 36. Saldo comercial 2015 de algunos sectores industriales españoles.
Fuente: Ministerio de Economía y competitividad, DATACOMEX, y elaboración AEE.
..... 105

Figura 37. Saldo exportador de la industria eólica española 200-2014. Fuente:
DATACOMEX. 105

Índice de tablas

Tabla 1.Principales mercados eólicos en 2015 por capacidad anual instalada. Fuente: FTI Intelligence, marzo 2016.....	14
Tabla 2. Centros tecnológicos y sus correspondientes áreas de investigación en eólica.....	43
Tabla 3. Proyectos de eólica con participación española subvencionados por la Unión Europea en la BBDD de Cordis. Proyectos vigentes o que finalizaron en 2016.	57
Tabla 4. Proyectos de eólica en NER 300.	59
Tabla 5. Proyectos en el I+D en cimentaciones y torres.....	62
Tabla 6. Intereses en el I+D en cimentaciones y torres.	65
Tabla 7. Proyectos aprobados en el año 2016 Retos-Colaboración (Fuente: MINECO)	66
Tabla 8. Modelos de aerogeneradores del fabricante Gamesa.	85
Tabla 9. Factorías de Gamesa.	86
Tabla 10. Modelos de aerogeneradores del fabricante Siemens Wind Power.	89
Tabla 11. Factorías de aerogeneradores Siemens Wind Power	90
Tabla 12. Modelos y potencia unitaria de los aerogeneradores Gamesa y Siemens.	93
Tabla 13. Top 15 suministradores de aerogeneradores de los mercados principales de eólica. Fuente: FTI Intelligence, marzo 2016.	95
Tabla 14. Modelos de aerogeneradores del fabricante Acciona Windpower.	97
Tabla 15. Factorías de aerogeneradores Acciona Windpower. En la tabla no se incluyen las fábricas de torres de hormigón.	97
Tabla 16. Modelos de aerogeneradores del fabricante Nordex.....	99
Tabla 17. Factorías de aerogeneradores Nordex.	100
Tabla 18: Modelos de aerogeneradores ACCIONAWP y NORDEX	102

1 RESUMEN EJECUTIVO

Las actividades de I+D+i del sector eólico en España están íntimamente ligadas a la diversificación y fragmentación de los mercados, la importancia de conseguir diferenciación tecnológica, con otros competidores pero también dentro de los procesos de fusión vividos en el año 2016, y la reducción de costes, para poder mantenerse o entrar en escenarios cada vez más competitivos, no sólo dentro del sector, sino también con otras tecnologías.

Por lo tanto, es imprescindible mantener el posicionamiento en el mercado mundial para lo que es necesaria la innovación a corto plazo con nuevos modelos de máquinas, generalmente de mayor diámetro, y a largo plazo con iniciativas de Investigación y Desarrollo, lideradas por la empresa privada y el siempre necesario apoyo por universidades y centros de I+D+i.

En 2015 España y ante la falta de mercado nacional, la industria se orientó a terceros mercados y llegó al cuarto puesto como exportador mundial de tecnología eólica y al tercero en cuanto al saldo comercial, dado que muchos equipos se ensamblaban en nuestro país . Ese año alcanzó un nuevo récord de aportación al saldo de comercio exterior llegando a aportar más de 2.200 M €.

Por otro lado, el sector eólico en España se sitúa como 7ª potencia mundial en materia de propiedad intelectual generada (patentes) entorno al sector eólico. En el año 2010, ocupaba el cuarto lugar de la clasificación.

Las solicitudes de patentes europeas de origen español y las solicitudes de invenciones españolas publicadas del sector eólico se han reducido en los dos últimos años notablemente con respecto a los años anteriores.

Los resultados dan muestra de una pérdida del posicionamiento actual del I+D+i del sector eólico español, también de la crisis del sector pues todo el proceso de patentes e invenciones tiene un coste, y reflejan también la necesidad del sector privado de diversificar el esfuerzo entre la I+D+i, garantía de competitividad, y la internacionalización de actividades.

La estrategia y políticas implementadas hasta la fecha han permitido al sector crecer hasta ganar masa crítica, y es el momento de nuevas estrategias orientadas a reforzar la

internacionalización a través de las actividades de I+D+i, la diversificación de actividades y la adaptación de la oferta para lograr la necesaria diferenciación con el resto de mercados líderes en eólica. Evidentemente dentro del contexto de la fusión de las empresas españolas con empresas alemanas que se ha vivido en el último año el reto es mantener las capacidades tecnológicas e industriales españolas.

Por lo tanto y de cara al futuro y ante la importancia de tener una I+D+i competitiva para mantener el posicionamiento del sector eólico español, el estudio refleja que las empresas y en general los agentes del sector deberán tener en cuenta aspectos como:

- Como en cualquier proceso productivo los principales **objetivos de la Investigación e Innovación van orientados a la reducción de costes, mejorar la calidad del producto**, al tratarse de una commodity como la electricidad esta calidad se centra en la integración en red en condiciones optimas de seguridad y confiabilidad, y **mejorar el proceso productivo, manteniendo la disponibilidad** de los parques en un escenario de alargamiento de vida de los activos. Todo ello tanto para instalaciones en tierra como en el mar.
- La tendencia creciente a aumentar el diámetro del rotor supone un incremento de cargas y operar más allá de las tipologías certificadas de acuerdo a la norma IEC 61400-1, por lo que el aligeramiento de estructuras y de la cadena de transmisión mecánica, son elementos de atención especial para los desarrollos futuros.
- En este contexto, se deben consolidar los sistemas de mantenimiento basados en la condición, así como la recogida y sistematización de los datos para dentro de la digitalización y el Big Data, poder establecer indicadores y casos base de referencia que mantengan la operación confiable de los equipos a largo plazo.
- La fusión/compra de las empresas españolas por parte de compañías extranjeras supone un riesgo evidente de pérdida de capacidad tecnológica y apuesta por la innovación. Por lo tanto, tanto los centros como las unidades de producción nacionales deben trabajar activamente en mantener su posición tanto en lo relativo a la optimización de costes como en las soluciones específicas previas a la fusión.
- Aunque existen multitud de factores que influyen en la presentación de patentes e invenciones, uno de los cuales y no menor, es la falta de recursos económicos para presentarlas y mantenerlas, resulta preocupante la caída de la presencia española ante la evidente pujanza de los países asiáticos y la consolidada posición de los países del Norte de Europa y USA.

- España es un país de orografía compleja y vientos de diferentes características que han permitido desarrollar equipos en diferentes condiciones de carga y solicitaciones. Por otro lado, las características de cuasi-isla eléctrica y la coordinación con REE han permitido avanzar más que en otros sistemas eléctricos no sólo en soluciones de máquinas o parques sino también en la operación confiable en el sistema.
- En esta línea, hay que tener en cuenta los desarrollos iniciales de los parques eólicos en las Islas Canarias, sistemas eléctricamente aislados y de elevado recurso, para desarrollar soluciones que permitan contribuir a la seguridad y confiabilidad de la red, incluyendo proyectos híbridos y sistemas de almacenamiento. A pesar de su singularidad, la experiencia de Gorona del Viento en El Hierro, debe ser conocida y difundida.
- En este momento, los focos están puestos en la eólica marina y en particular al desarrollo de soluciones de cimentaciones flotantes. España dispone de tecnología y de ubicaciones en fase terminal de desarrollo y sería importante un impulso definitivo y decidido para la creación de un parque eólico marino experimental en aguas españolas.
- Crear un marco favorable y más eficiente de colaboración público-privada en materia de I+D+i, apoyado en las plataformas tecnológicas y alianzas. Es también fundamental que se desvinculen los objetivos de política energética de los de innovación, de modo que España no pierda el liderazgo tecnológico. Sería útil contar con una tarifa especial para proyectos de carácter experimental tanto en mar como en tierra.
- Respecto a las Comunidades Autónomas, habría que hacer más esfuerzo coordinado para la utilización de los centros tecnológicos, de lo contrario podría fragmentarse la capacidad competitiva del I+D+i del sector eólico en España. Por otra parte, es importante realizar el seguimiento de los fondos tecnológicos autonómicos derivados de las particularidades retributivas locales (cánones, etc.) así como el aprovechamiento integrado y coordinado de los Fondos RIS3 que tienen su origen en el FEDER.
- Incrementar la colaboración internacional en áreas de interés de futuro como la eólica marina, siendo una línea prioritaria de inversión para otros mercados eólicos internacionales. En este sentido es clave apoyar la consolidación de las dos plataformas eólicas todavía existentes en España, Plocan y Bimep, que deben concentrar la atención tanto de las empresas como de los agentes públicos, tanto

de la administración central como de los autonómicos, incluso más allá del área de influencia de estas plataformas.

- Fomentar la participación española en los foros Europeos e internacionales así como en los programas comunitarios de apoyo a la I+D+i, especialmente *Horizon 2020*.
- Impulsar la diversificación tecnológica y sectorial de las empresas del sector eólico para reducir el impacto de la volatilidad de los mercados eólicos sobre sus niveles de actividad.
- Desarrollar soluciones híbridas, tanto aisladas como conectadas a la red, incluyendo sistemas de almacenamiento que garanticen potencia firme y permitan una participación más activa en la operación técnica del sistema.

Es importante, por lo tanto desarrollar a nivel nacional, y de acuerdo con los planes de acción nacionales presentados ante la CE, una masa crítica de centros de I+D+i de referencia en el sector eólico. Aunque la empresa privada es el motor principal del I+D+i del sector eólico en España, será necesario fomentar la excelencia de los centros de I+D+i para consolidar a España como un referente en I+D+i del sector eólico.

La creación de nuevos centros no es recomendable y sólo deberían hacerse una vez se hayan identificado posibles lagunas, ventajas comparativas de los nuevos centros y se disponga de recursos económicos que garanticen su continuidad. Estos puntos favorecerán un escenario del I+D+i del sector eólico en España lo suficientemente competitivo, y ayudarán a reducir riesgos reales no sólo por la desindustrialización eólica de España, sino por la deslocalización de la I+D e incluso la "fuga de tecnólogos". En resumen, la "desertización tecnológica".

2 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

La situación del sector ha cambiado sustancialmente en los últimos tres años lo que de forma sucinta se podría explicar con cuatro puntos:

- Evolución tecnológica marcada fundamentalmente por dos factores:
 - a) Reducción del coste de generación debido a la necesidad de competir con otras tecnologías como el gas de esquisto y sobre todo, la fotovoltaica, lo cual ha supuesto:



Today's record low PPA prices are tomorrows average

Figura 1. Resultados de las subastas a Marzo 2016 (Fuente: IRENA).

- o Mayores diámetros.
- o Mejora del control para obtener mayores Cp.
- o Progresiva penetración de la tecnología de generadores de imanes permanentes, con y sin multiplicadora en la transmisión mecánica. Algunos fabricantes de aerogeneradores como Gamesa han decidido usar soluciones de velocidades medias con tren de potencia híbrido usando una multiplicadora compacta con pocas etapas.
- b) Requisitos más exigentes de red que aplican a todo tipo de aerogeneradores y que suponen:
 - o Convertidores de mayor tamaño
 - o Incorporación de elementos auxiliares, como STATCOMS
- Concentración empresarial que ha afectado sobre todo a las empresas nacionales de tal forma que en este momento no existe ningún fabricante con matriz española.
- Esta concentración empresarial ha ido acompañada por un mayor peso de las empresas chinas, tal y como se observa en la figura siguiente, aunque el mercado se ha desarrollado sobre todo en China. Por lo general se trata de empresas fuertemente capitalizadas y muy agresivas en sus desarrollos tecnológicos:

Top 15 wind turbine suppliers in annual global market 2015

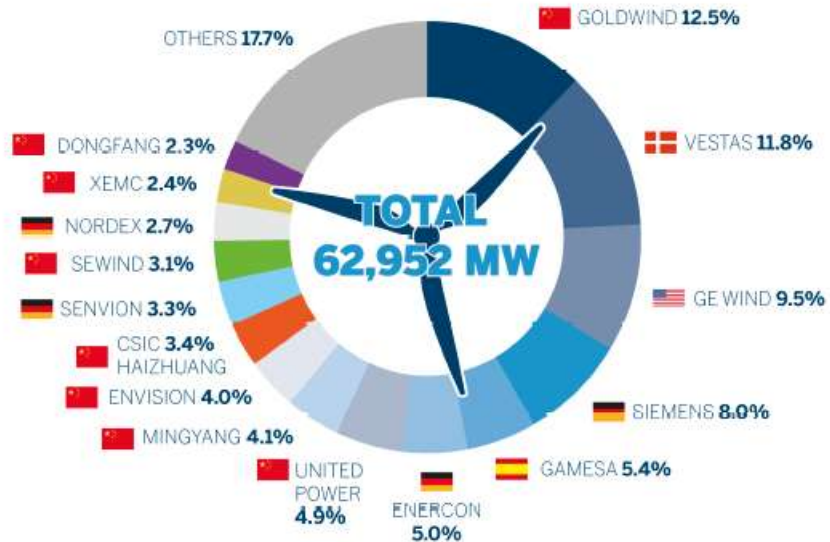


Figura 2. Principales suministradores de aerogeneradores en 2015. Fuente: FTI Intelligence, marzo 2016.

- Concentración de los mercados eólicos, el 70% del mercado se sitúa en cinco países el resto está muy fragmentado siendo muy significativo la lenta contracción del mercado con la progresiva caída del mercado europeo previo a la entrada de las subastas como forma de remuneración para sustituir al feed in tariff.

Country	Installed MW 2014	Installed MW 2015	Global share (%)
China	23,196	30,753	48.2%
U.S.	4,854	8,598	13.5%
Germany	5,274	5,926	9.3%
Brazil	2,472	2,754	4.3%
India	2,315	2,621	4.1%
Canada	1,871	1,506	2.4%
Poland	444	1,266	2.0%
UK	1,736	1,201	1.9%
France	1,042	1,073	1.7%
Turkey	804	956	1.5%
Mexico	522	714	1.1%
Sweden	1,050	615	1.0%
Netherlands	141	535	0.8%
South Africa	473	483	0.8%
Australia	567	380	0.6%

Tabla 1.Principales mercados eólicos en 2015 por capacidad anual instalada. Fuente: FTI Intelligence, marzo 2016.

Adicionalmente a estos elementos clave el sector sigue avanzando en la instalación de parques eólicos marinos, sin duda alguna una apuesta tecnológica compleja y no exenta de riesgos, así como en una mayor confiabilidad y seguridad en el sistema, ya sea vía el endurecimiento de los códigos de red ya comentados o también para dar mayor garantía de capacidad ante la progresiva sustitución de fuentes de energía convencionales.

El presente documento es una continuación de los que se realizaron en los años 2010 y 2013 sobre el I+D+i del sector eólico en España. Basado en encuestas a los agentes, un análisis de las propuestas de patentes e invenciones y las opiniones de los expertos. Esta vez sin embargo se ha decidido reorientarlo de acuerdo con la situación actual del mercado, los resultados de las convocatorias de los proyectos de investigación y la información pública sobre patentes, según la metodología que se incluye en el gráfico siguiente:

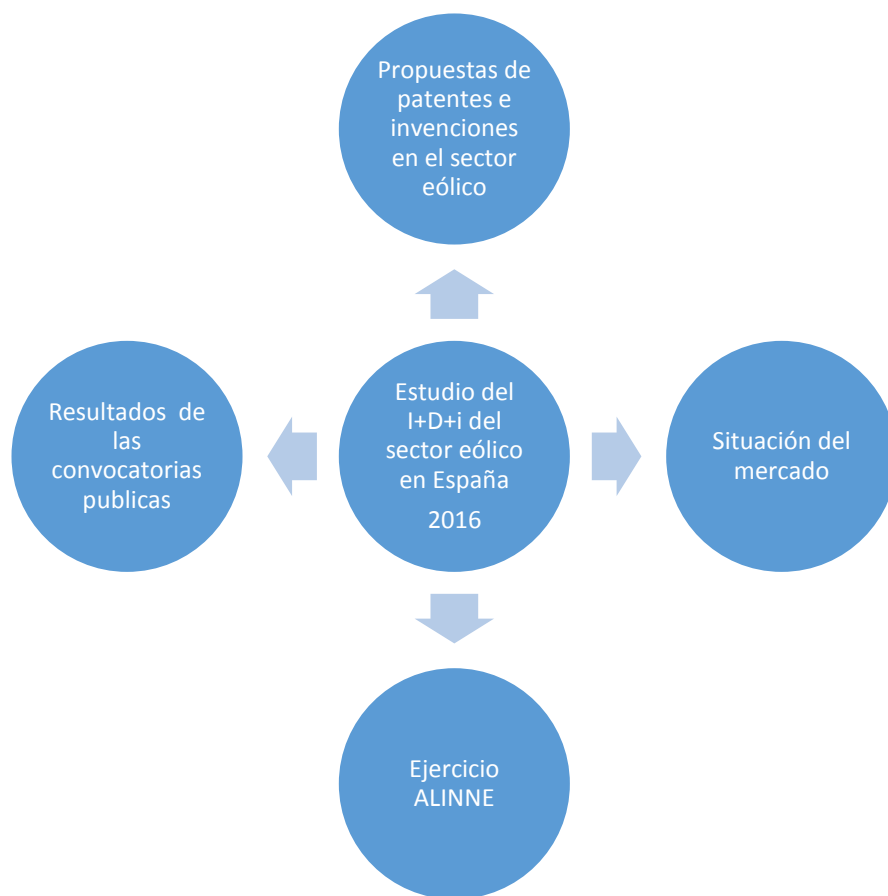


Figura 3. Metodología utilizada en este informe (Fuente: EREDA)

De forma complementaria se ha incluido también los resultados de Subjetividad Compartida realizado por ALINNE donde se hizo una evaluación de cada tecnología energética, así como una análisis comparativo de las tecnologías energéticas.

El **objetivo del estudio** es por tanto evaluar cuales serán las líneas futuras de investigación del sector eólico para mantener su posición sólida y de liderazgo en un mercado fuertemente competitivo tanto en precio como en prestaciones.

3 Tendencia del mercado

Las tendencias del mercado actual eólico vienen marcadas fundamentalmente por la reducción de los costes de operación y por requisitos cada vez más exigentes de red que aplican a todo tipo de aerogeneradores.

En la última década, el coste de la energía eólica onshore ha disminuido significativamente, siendo el precio ahora totalmente competitivo en algunos lugares del

mundo frente a otras tecnologías. Esta reducción del coste se ha debido fundamentalmente a los avances en la tecnología, mejoras en el cadena de suministro y a la presión sobre los precios a la que se han visto sometidos los suministradores de aerogeneradores.

Según un estudio del U.S. Lawrence Berkeley National Laboratory entre 2008 y 2014 los precios de los aerogeneradores onshore se redujeron entre un 20 y un 40 % y el coste de la instalación de proyectos cayó un 34%. Las primeras subastas por contrato por diferencias (CfD) de Reino Unido han hecho que baje el precio de los contratos de compra de energía eólica y la trayectoria del coste del offshore podría volver a niveles inferiores del pasado antes de caer en 2020 a 100 €/MWh, de hecho algunos parques en el Mar del Norte cerca de Holanda han alcanzado los 70 €/MW,. Se prevé que el coste de la energía eólica continúe cayendo pero a un ritmo más lento en comparación con los últimos 10 años

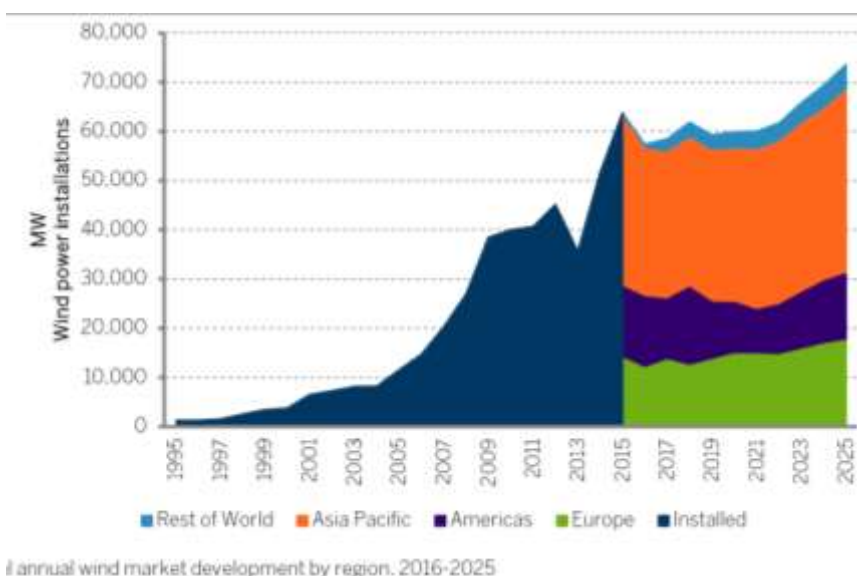


Figura 4. MW instalados al año de energía eólica de 1995 a 2015 y previsión de la capacidad instalada de 2015 a 2025 por regiones. Fuente: FTI Intelligence, GWEC, Marzo 2016.



Figura 5. MW instalados al año de energía eólica de 1995 a 2015 y previsión de la capacidad instalada de 2015 a 2025 por tipo de tecnología. Fuente: FTI Intelligence, GWEC, Marzo 2016.

Habida cuenta de las perspectivas del mercado mundial se sintetizan algunos de los temas en los que se ha concentrado recientemente el desarrollo de aerogeneradores.

3.1 Mayor diámetro del rotor

Los nuevos diseños de los fabricantes de aerogeneradores tienen como tendencia común rotores de mayor diámetro. Esta tendencia ha sido especialmente notable en los últimos años, este incremento ha sido más significativo que el aumento en la potencia nominal y el incremento de las alturas de buje que se ha mantenido prácticamente estable, con la consiguiente disminución de potencia por el área barrida. En el año 2008 apenas se habían instalado aerogeneradores de 100 metros de diámetro de rotor o mayores, en cambio en 2015 en EE.UU. el 86 % de la nueva capacidad instalada tenía al menos 100 metros de diámetro de rotor.

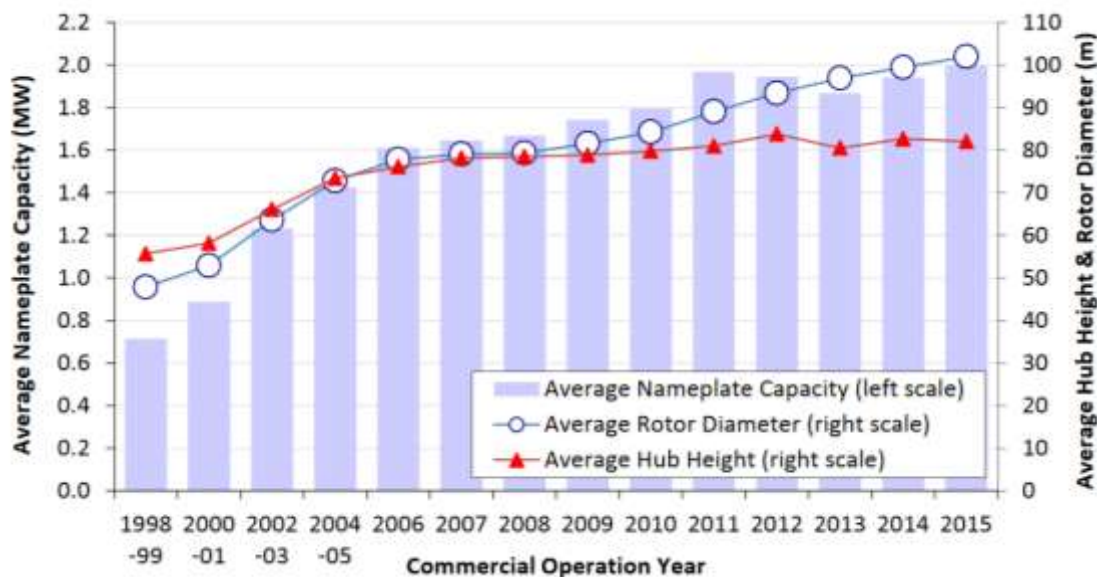


Figura 6. Evolución de la potencia nominal media, el diámetro del rotor medio y la altura de buje media en los aerogeneradores instalados de EE.UU. Fuente: U.S Department of Energy.

En la actualidad casi todos los principales fabricantes cuentan con modelos de aerogenerador de diámetros de rotor mayores o iguales a 130 metros los cuales han sido introducidos en el mercado en los últimos años. Algunos de estos modelos so: Gamesa (G132-3,3 MW y G132- 5 MW), Vestas (V136 - 3,45MW), MHI-Vestas (V164-8.0 MW), Siemens (SWT-6,0-154, SWT-7,0-154, SWT-8,0-154, SWT - 3,15 - 142, SWT-4,0-130, SWT-3,3-130 LN y SWT-3,6-130), GE (Haliade, GE's 3,2-130, GE's 3,4-130 y GE's 3,4-137)), AWP (AW132/3000), Nordex (N131/3600 y N131/3000) y Enercon (E-141 EP4).

Este gran aumento del diámetro del rotor en comparación con el aumento de la potencia nominal de la máquina da como resultado una menor densidad de potencia eólica o potencia por metro cuadrado de área de barrido del rotor, ver Figura 8. Éstas bajas densidades de potencia son indicadas para emplazamientos con bajas velocidades de viento.

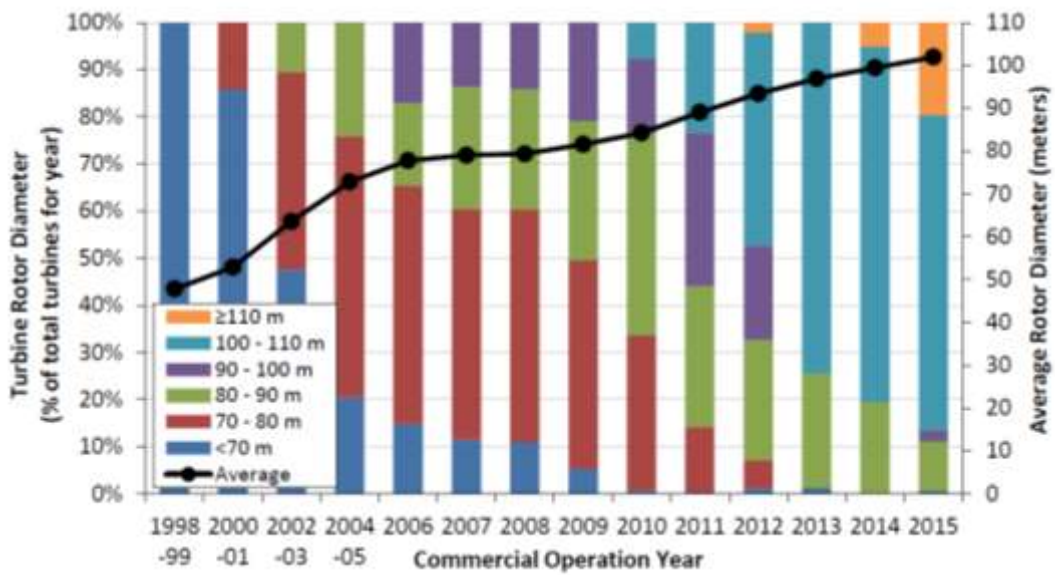


Figura 7. Tendencias en el diámetro del rotor de los aerogeneradores instalados de EE.UU.. Fuente: U.S Department of Energy.

Como se observa en la figura anterior los aerogeneradores diseñados para estar situados en emplazamientos de bajas velocidades de vientos han ganado terreno en los últimos años.

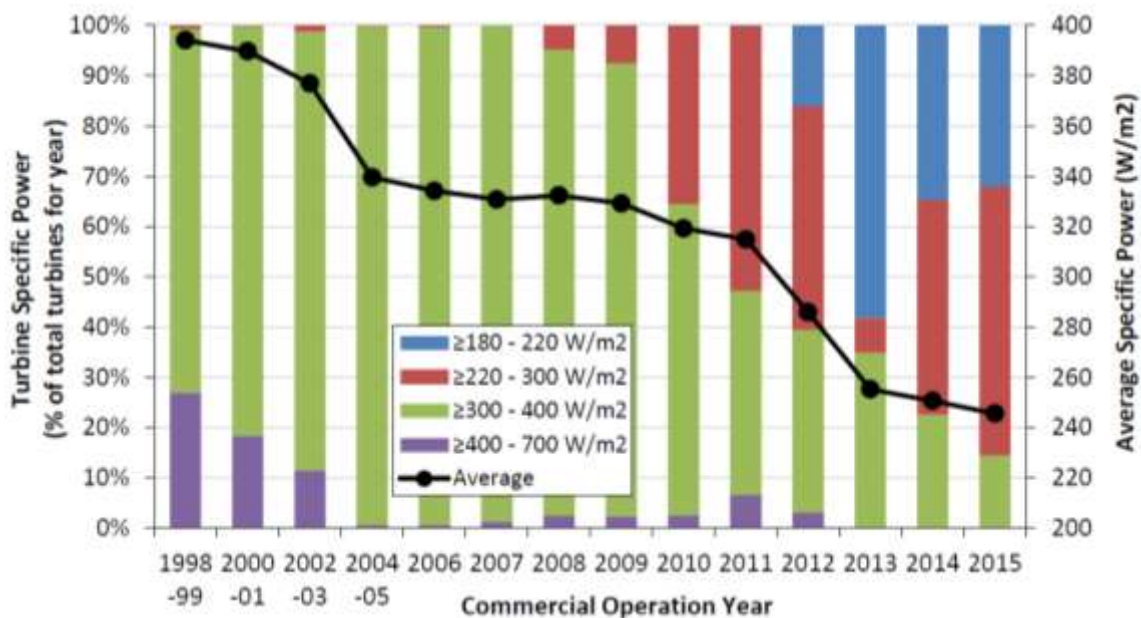


Figura 8. Tendencia de la densidad de potencia eólica de los aerogeneradores instalados de EE.UU.. Fuente: U.S Department of Energy.

3.2 Offshore

En la actualidad muchos de los principales fabricantes de aerogeneradores están poniendo muchos esfuerzos en los desarrollos offshore y tienen máquinas en el mercado.

Mientras que en la década de los 90 sólo había instalada tecnología eólica offshore en 3 países, en el año 2015 se habían instalado máquinas offshore en 11 países y, en base a los proyectos actuales, para 2020 se estima que en más de 20 países haya parques eólicos offshore.

Se estima que en el futuro será una de las formas de generación de energía más baratas y limpias. Las principales ventajas de la tecnología offshore frente a la onshore es el uso de máquinas de mayores potencias nominales, mayores velocidades de giro de las palas al no existir problemas de ruido con la consiguiente aligeramiento del tren de potencia y velocidades de viento mayores.

Tanto es el interés en los desarrollos offshore de los principales fabricantes que se han realizado alianzas y joint ventures con el fin de introducirse en el mercado o mejorar su posición. Tal es el caso de Vestas y Mitsubishi Heavy Industries Ltd., que en 2014 han combinado sus actividades offshore, mientras que Vestas incorpora el know-how, el personal y los encargos, Mitsubishi contribuye con 100 millones de euros y otros 200 tan pronto como se hayan cumplido una serie de objetivos.

Otro ejemplo es Gamesa, en el año 2012 firmó una alianza de I + D con el US Department of Energy's National Renewable Energy Laboratory (NREL) para el desarrollo de la siguiente generación de aerogeneradores offshore y en 2014 junto con Areva crearon una joint venture, formándose la empresa Adwen. Como ya se ha comentado, en 2016 se acordó que Gamesa comprara la parte de Areva de Adwen para realizar la fusión de Gamesa con Siemens. Es destacable que Adwen en 2015 se situó en el segundo puesto en el ranking de capacidad offshore instalada ese año, con una cuota del 14,4%.

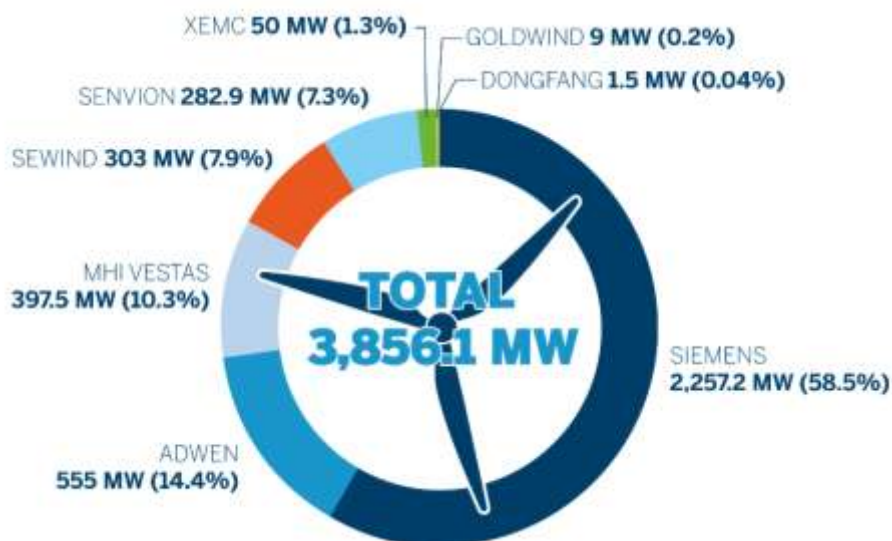


Figura 9. Potencia eólica offshore instalada en 2015. Fuente FTI Intelligence.

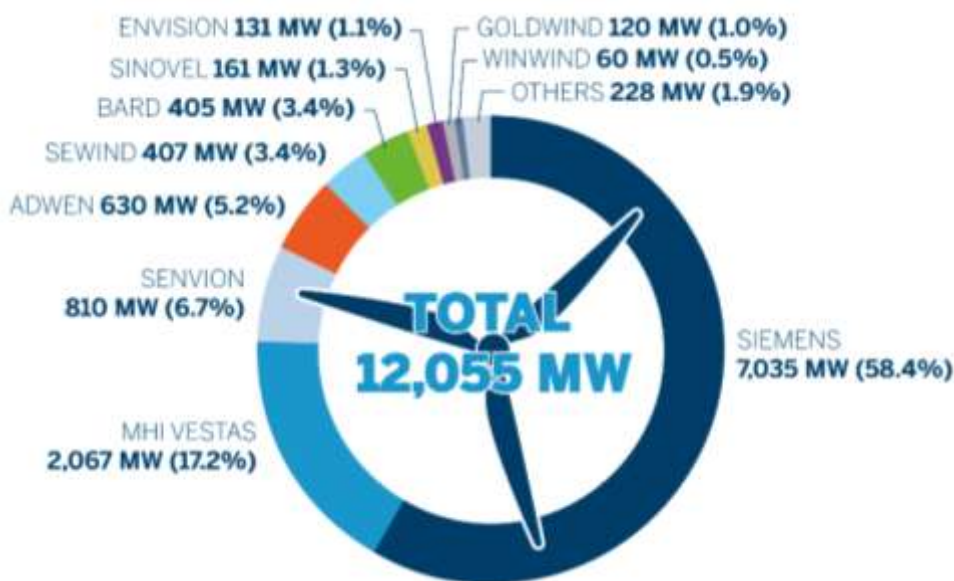


Figura 10. Potencia eólica offshore acumulada en 2015. Fuente FTI Intelligence.

Uno de los principales fabricantes de aerogeneradores offshore es Siemens Wind Power, cuya cuota de mercado superó el 58% en capacidad instalada acumulada en 2015. Siemens Wind Power tiene un amplio portfolio de máquinas offshore, con y sin multiplicadora y de 4 a 8 MW de potencia nominal.

Respecto a las empresas chinas tienen una cuota pequeña en el mercado, con una modesta capacidad instalada están limitadas a un mercado local. Las empresas chinas más destacables en offshore son Sewind y Sinovel, la primera tiene en la actualidad una licencia de fabricación de los aerogeneradores Siemens de offshore y la segunda ha

tenido importante pedidos de aerogeneradores offshore, uno de lo más importantes fue de 102 MW para el parque eólico offshore Shanghai Donghai Bridge. Otras empresas chinas como XEMC, Goldwind y Dongfang también han desarrollado aerogeneradores offshore.

Por otro lado, hay algunos fabricantes como Nordex y AWP que hace unos años apostaron por el desarrollo eólico offshore, incluso poniendo en el mercado aerogeneradores de esta tecnología, pero más tarde abandonaron la carrera.

En relación al tamaño de los aerogeneradores offshore está creciendo rápidamente, en 2014 se realizó el primer desarrollo del aerogenerador prototipo de 8 MW y en 2015 ya se ejecutaron pedidos de máquinas de 6MW-8 MW.

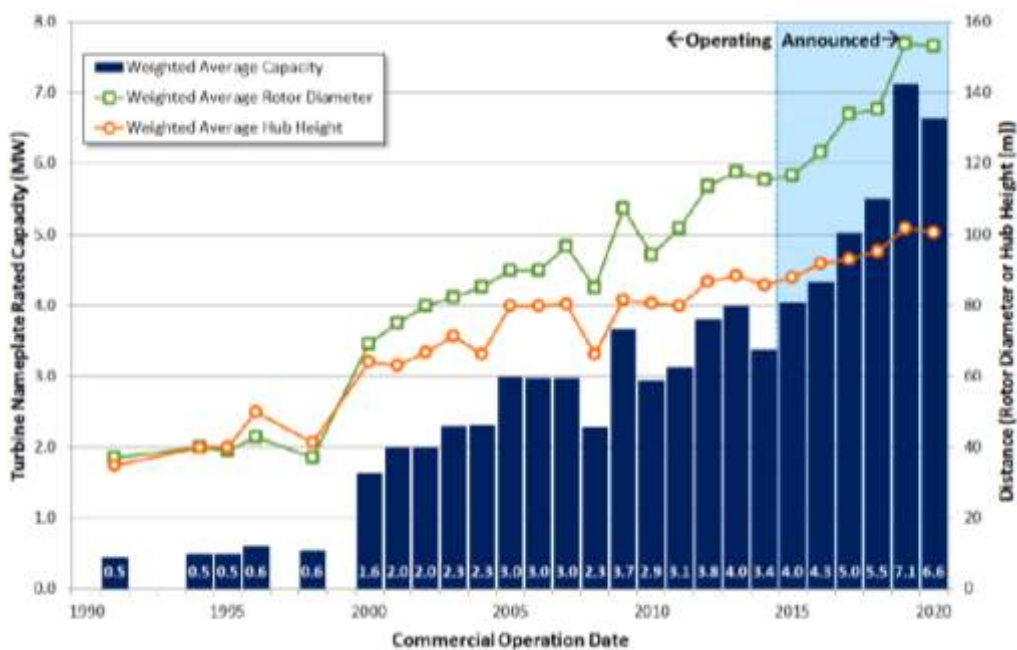


Figura 11. Evolución de la potencia nominal, diámetro del rotor y altura de buje de los aerogeneradores offshore. Fuente: NREL.

Tradicionalmente los aerogeneradores offshore utilizaban trenes de potencia con arquitecturas de alta velocidad y con multiplicadoras de tres etapas, sin embargo ahora adoptan soluciones de velocidades medias (multiplicadoras de dos etapas) y direct drive (sin multiplicadora). Estos nuevos diseños se espera que presenten ventajas respecto al peso, fiabilidad y de energía producida.

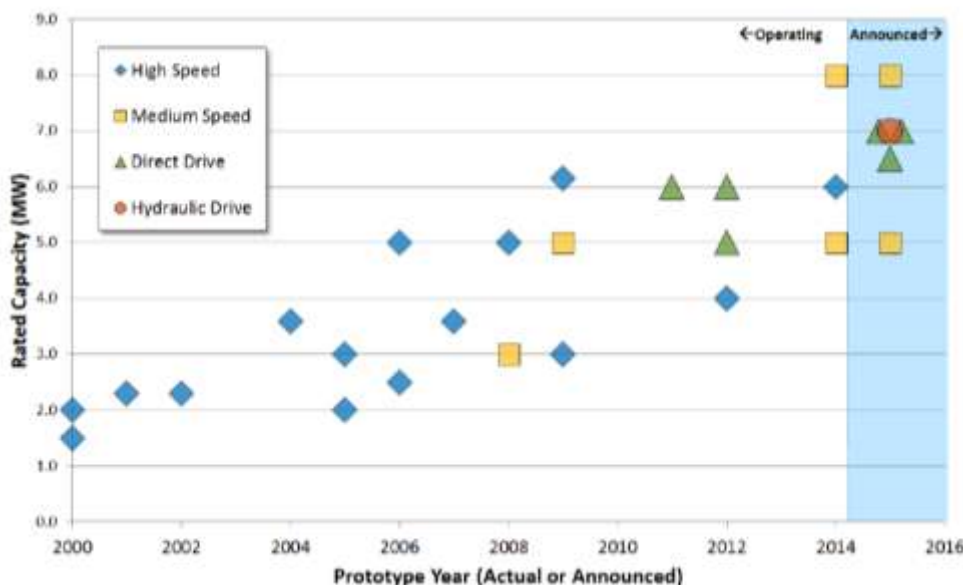


Figura 12. Evolución de la potencia nominal y del tipo de arquitectura del tren de potencia de los prototipos de aerogeneradores offshore. Fuente: NREL.

Este tipo de tecnología requiere de muchos esfuerzos de investigación y desarrollo para lograr que sea competitiva económicamente con otras fuentes de energía convencionales, aunque en la actualidad, en general, las empresas están viendo el potencial e invirtiendo recursos para su desarrollo.

3.3 Alargamiento de la vida de los aerogeneradores

La instalación de eólica en España tuvo su apogeo entre los años 2000 y 2012, cuando se instalaban más de 800 MW al año, esto hace que se esté acercando el fin de la vida útil de muchos aerogeneradores. En la actualidad el 20% de los aerogeneradores supera los 15 años de vida, pero en el año 2020 casi la mitad de los aerogeneradores instalados españoles (46%) llegarán a esta edad. Teniendo en cuenta que en general se considera que la vida útil de un aerogenerador es de 20 años, de hecho la IEC 61400-1 fija un límite de diseño de 20 años para las distintas tipologías de aerogeneradores por las cargas a fatiga, se están destinando muchos esfuerzos para tratar este problema.

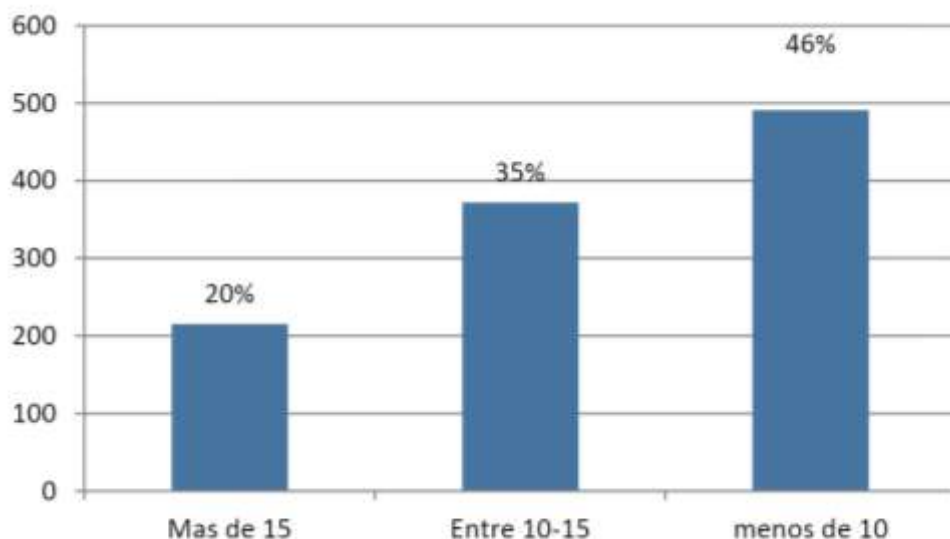


Figura 13. Antigüedad de los parques eólicos españoles 2016. Fuente: AEE.

Las soluciones para los aerogeneradores que lleguen a su límite de vida son el desmantelamiento, el alargamiento de vida y la repotenciación.

La tendencia actual es alargar la vida de las instalaciones, siempre y cuando se mantengan los niveles de disponibilidad dentro de unos márgenes económicos de operación suficientes. A ello contribuye también la dificultad de repotenciar parques (incluida la remaquinación, que supone cambiar los aerogeneradores sin modificar la potencia total de la instalación), al no existir incentivos para ello ni un procedimiento administrativo claro.

Las OEMs españolas, como Gamesa y AWP, en general han apostado por esta opción de extensión de vida de los parques eólicos.

El alargamiento de la vida útil de los aerogeneradores es una oportunidad tanto para productores (siempre y cuando sea rentable y seguro), fabricantes (pedidos de componentes frente a la falta de nuevas instalaciones), empresas de O&M (nuevos modos de O&M) y empresas de servicios (nuevos servicios tales como nuevos métodos para la evaluación detallada del parque, la certificación de la extensión de vida o auditorías).

En la extensión de la vida de los aerogeneradores se analizan una serie de datos para detectar su potencial y mitigar los daños en las máquinas. Los datos que se suelen analizar son las condiciones reales de viento, condiciones reales de operación y la realidad de la propia máquina.

A continuación se exponen una serie de medidas que se realizan para extender la vida de las máquinas en algunos casos concretos:

- Extensión de las palas con el fin de aumentar el área de barrido y por lo tanto la captación de energía. Los aerogeneradores más antiguos tienen tamaños inferiores a los actuales que buscan maximizar el aprovechamiento energético del emplazamiento.
- Renovación gradual de componentes. Tales como multiplicadores o generadores, en este caso se evalúa también la posibilidad de pasar aerogeneradores de velocidad fija a variable.
- Mejora continua de componentes. Como 'Upgrades' de lubricación y optimización de rodamientos para reparto de cargas, evitando el conocido efecto del White Etching Crack que tanto impacto está teniendo en estas componentes.
- Modificaciones de diseño de componentes. Como retrofits de generadores, multiplicadoras o palas.
- Control de los puntos críticos y sus modos de fallo. Por medio de mantenimientos preventivos y/o predictivos (monitorización).
- Adaptación de las condiciones de operación. Se opera la máquina de manera inteligente, evitando que opere a regímenes de mayor consumo de vida.
- Adecuación del plan de mantenimiento. Incrementar la supervisión de O&M
- Tener las cargas extremas que sufre el aerogenerador bajo control.

3.4 Generadores de imanes permanentes

Hay una creciente tendencia hacia los rotores de imanes permanentes, para reducir el peso, reducir el número de componentes (no se necesitan ni anillos rozantes, ni escobillas) e incrementar la producción, al no necesitar corriente de excitación. No obstante, la tendencia hacia estos rotores plantea dudas pues la materia prima (principalmente Neodimio) proviene fundamentalmente de China, unido a que en cualquier caso se trata de generadores que exigen convertidores 100% de la potencia, lo cual encarece el conjunto del generador.

En esta línea hay fabricantes de aerogeneradores, como GE (EE.UU.), que aunque han destinado muchos esfuerzos al desarrollo de generadores PMGs para sus aerogeneradores, han vuelto a los DFIG, que fueron la tecnología más usada durante 15 años. Esto es debido a que esta tecnología también se ha desarrollado mucho y permite a un coste inferior adaptarse a códigos de red exigentes y lograr menores pérdidas eléctricas que los generadores PMG.

En la actualidad hay una fuerte tendencia hacia soluciones de acoplamiento directo o direct drive (sin multiplicadora). Hasta hace relativamente poco tiempo Enercon (Alemania) era el único suministrador de aerogeneradores importante que fabricaba este tipo de tecnología, pero hoy en día hay varios fabricantes, por ejemplo Goldwind (China) suministra aerogeneradores direct drive con generadores de imanes permanentes y el fabricante Siemens que ha fabricado nuevos aerogeneradores direct drive con generadores PMG. El aerogenerador de Alstom offshore, Haliade, es también direct drive con generador PMG. En cambio Enercon (Alemania) fabrica generadores direct drive en anillo.

Algunos fabricantes de aerogeneradores han decidido usar para sus nuevos aerogeneradores offshore una solución hacia velocidades medias con tren de potencia híbrido usando una multiplicadora compacta con pocas etapas. Vestas, Gamesa y algún otro fabricante han estado desarrollando este tipo de soluciones.

3.5 Integración en red

Dentro de la integración en red hay varios campos que son tendencia en el mercado.

Códigos de red

Los requerimientos de red cada vez son más estrictos por lo que se buscan nuevas soluciones que armonicen los códigos de red y se estandaricen los equipos y soluciones.

A pesar de la posición aventajada de España, dadas las condiciones de su sistema eléctrico, debe considerar los desarrollos previstos de la red y no obviar la posible evolución de las distintas tecnologías en el corto y medio plazo. La armonización de los códigos de red es crucial para limitar la multiplicaciones de soluciones específicas a cada operador de sistema y estandarizar los equipos.

Para la adecuación a códigos de red más estrictos se ha tendido a convertidores de mayor tamaño y la incorporación de elementos auxiliares, como Statcoms (Compensador Estático Síncrono). Los Statcoms son dispositivos reguladores utilizados en sistemas de transmisión de electricidad de corriente alterna.

Conexión a redes en HVDC

La tecnología de transporte de electricidad HVDC (alta tensión en corriente continua), desarrollada por ABB hace 50 años, juega un papel fundamental en la materialización de esta visión, gracias a sus ventajas únicas. En concreto, HVDC permite que el control del

flujo de energía sea rápido, preciso y flexible, con lo que aumentan muchísimo la fiabilidad, la capacidad y la eficiencia de la red. La HVDC es una tecnología excelente para transportar grandes cantidades de electricidad a cientos, o incluso miles de kilómetros, donde más se necesita, con pérdidas muy inferiores a las de las líneas equivalentes de corriente alterna (CA).

En la actualidad Siemens suministra cable HVDC, para la conexión a la red de las turbinas eólicas en el mar. La cual permite una conexión rentable y simplificada de parques eólicos en alta mar lejos de la costa. La plataforma que alberga la tecnología de transmisión es mucho más pequeña y más compacta que antes. Hasta ahora, estas plantas se han conectado a la red a través de grandes plataformas centrales convertidoras. Siemens está desarrollando aún más la tecnología de transmisión, lo que permitirá la construcción de un gran número de plataformas mucho más pequeñas. Con la nueva solución, un cable de corriente continua se puede conectar a varias de estas plataformas de forma secuencial en un parque eólico y luego conectarlo a un centro de transformación en tierra. En general, esta solución cuesta menos y también es más eficiente que el enfoque utilizado con las plataformas convencionales.

Algunos de los mayores parques eólicos offshore que se están construyendo o se encuentran en fase de licitación en el norte de Europa utilizan sistemas de transmisión HVDC. En marzo de 2015 había 2 enlaces HVDC operativos y 12 en fase de construcción o licitación. Se tiene igualmente constancia de otros 40 proyectos en fase de planificación para construir enlaces HVDC asociados a parques eólicos offshore. Estas cifras ponen de manifiesto la importancia que pueden tener en el medio plazo los sistemas de transmisión HVDC para el transporte de la energía eólica offshore.

En esta tesitura, la Unión Europea se prepara para dar respuesta al que será uno de sus grandes retos a medio plazo: la incorporación masiva de las energías marinas offshore en la red eléctrica. Un ambicioso objetivo que aborda a través del proyecto Best Paths, un proyecto con un presupuesto de 63 millones de euros, financiado por el VII Programa Marco y coordinado por Red Eléctrica de España (REE), cuyo desarrollo tiene lugar entre los años 2014 y 2018. En el consorcio del proyecto participan 39 entidades con perfiles que se complementan: líderes en investigación, industriales, distribuidoras de energía y operadores de sistemas de transmisión. Best Paths se va a focalizar en el desarrollo de redes de alta tensión en corriente continua (HVDC High Voltage Direct Current Grids) interoperables y multiterminales; en una actualización innovadora y en la reutilización de las infraestructuras de corriente alterna (AC) existentes, así como en el desarrollo de enlaces superconductores de alta potencia.

Todo ello se realizará a través de cinco áreas de demostración a gran escala, la primera de ellas liderada por Iberdrola, y en la que participan Tecalia, las universidades británicas de Strachclyde y de Cardiff, RSE, Energinet, Sintef y Gamesa. Ésta se centra en la demostración de enlaces HVDC para parques eólicos e interconexiones offshore. Tecalia participa activamente en la misma a través del desarrollo de modelos y algoritmos de control para el análisis de sistemas HVDC multiterminal aplicados a la transmisión de energía eólica offshore. Estos modelos y algoritmos serán aplicados y validados utilizando equipos a escala de laboratorio en un planta que tendrá propósitos de demostración, en el centro de en Noruega entre mediados del año 2017 y el año 2018.

Materiales superconductores

Los superconductores permiten generar, conducir y almacenar la electricidad de forma más eficiente. El uso de imanes producidos por bobinas superconductoras en estos generadores disminuye su peso y dimensiones, así como las pérdidas mecánicas en la producción de energías alternativas. Además el uso de generadores superconductores disminuye la dependencia en las escasas tierras raras que componen los imanes convencionales.

Los aerogeneradores superconductores han surgido como una propuesta muy prometedora para solventar estos problemas. Por debajo de una temperatura crítica los materiales superconductores no presentan resistencia eléctrica y tienen capacidad para transportar grandes densidades de corriente. Estas propiedades son idóneas para la generación de campos magnéticos y su uso en motores y generadores. La baja temperatura crítica de gran parte de los superconductores precisa refrigerar con helio líquido, muy costoso para aplicaciones a gran escala. Hace 25 años se descubrieron materiales que son superconductores a una temperatura superior a la de la ebullición del nitrógeno líquido, reduciendo notablemente el coste del sistema de refrigeración criogénico.

El aerogenerador superconductor es un 75% más ligero y un 50% más pequeño. Esto se debe a que una vez cargados la corriente no se deteriora con lo que se elimina el peso adicional de los cargadores. Un aerogenerador superconductor equivaldría a entre 3 y 6 aerogeneradores convencionales. El aerogenerador superconductor presenta además un bajo nivel de ruido.

Por todo esto los aerogeneradores superconductores son una posibilidad muy atractiva para mejorar la optimización de la energía eólica, la potencia, y minimizar la contaminación acústica y visual y la dependencia de las escasas tierras raras necesarias

para el aerogenerador convencional. El departamento de energía de los Estados Unidos ha invertido millones de dólares en el desarrollo de la nueva generación de los aerogeneradores superconductores. Uno de los aspectos claves en la investigación actual se centra en producir cables de estos superconductores de alta temperatura de gran eficiencia a precios competitivos. Hay varias compañías actualmente trabajando en el desarrollo de estos aerogeneradores superconductores tales como American Superconductors, Nexans y Sumitomo. China se ha convertido en el consumidor más importante de estos aerogeneradores.

La conducción de electricidad por cables superconductores es mucho más eficiente que la realizada por cables convencionales, ya que se evita la pérdida de energía por calor. El paso de altas densidades de corriente por bobinas de hilo superconductor se puede utilizar para crear campos magnéticos intensos que se pueden mantener sin gasto energético. Por tanto los superconductores también se pueden utilizar para almacenar energía de forma eficiente.

Soluciones de almacenamiento

Gran parte de la investigación y el desarrollo en el sector de las energías renovables se centra en mejorar las tecnologías de almacenamiento energético.

La electricidad no se puede almacenar, para hacerlo debe transformarse en otro tipo de energía, como la mecánica (bombeo de agua), química (baterías, pila de combustible de hidrógeno) o electromagnética (supercondensadores).

A pesar de que los sistemas de almacenamiento más establecidos en la actualidad son los mecánicos, los sistemas emergentes que, a medida que se reduce su coste, están liderando el mercado son la acumulación de energía en baterías y los supercondensadores, basados en la aplicación de una diferencia de potencial entre dos conductores separados por un aislante eléctrico.

De entre todos los tipos de baterías, una de la más desarrolladas en las últimas décadas para el almacenamiento de energía en redes eléctricas es la Batería Redox de Vanadio, que ya ha sido usada y comercializada en aplicaciones diversas, entre ellas la integración con instalaciones de energías renovables. En los últimos años se han producido distintas mejoras, como la aparición de la tecnología HydraRedox, que ha superado las limitaciones de la tecnología Redox de Vanadio convencional en la cual se basa.

En el año 2008 se puso en funcionamiento el parque eólico de Rokkasho en Japón, el cual es un proyecto de grandes dimensiones que combina la generación eléctrica a partir de la energía eólica y el almacenamiento energético a base de baterías, con una potencia

instalada de 51 MW y una capacidad de almacenamiento de 34 MW, basado en baterías de sulfuro de sodio (NaS).

Uno de los proyectos de almacenamiento que existen en la actualidad es en Isla Graciosa, en el Archipiélago de las Azores, donde hay una instalación eléctrica con baterías inteligentes promovida por la empresa Yunicos, capaz de aprovechar el 100% de la energía generada por el sistema eólico-fotovoltaico de la isla. Esto sirve para gestionar las fluctuaciones de las renovables locales hasta el punto de conseguir reducir significativamente la electricidad de origen fósil que se usa actualmente. Utiliza batería de iones de litio con una potencia nominal de 4 MW combinada con 4,5 MW de energía eólica y 1 MW de energía fotovoltaica.

Mientras tanto, en Escocia, otro sistema pionero de almacenamiento con baterías, Batwin, se pondrá a prueba en el primer parque eólico offshore flotante, el parque piloto Hywind. Statoil instalará a finales de 2018 un almacenamiento de baterías de litio como parte del proyecto innovador Hywind, un parque eólico compuesto por 5 aerogeneradores flotantes que actualmente está en fase de construcción.

Dentro de la Unión Europea, diferentes proyectos trabajan para alentar la innovación que permita avanzar hacia la acumulación masiva de energía. Por ejemplo, la Comisión Europea, dentro del proyecto stoRE, tiene por objetivo fomentar el desarrollo de una infraestructura de almacenamiento a través del estudio del mercado regulatorio de la electricidad en Europa, con foco en seis países de alto potencial de mejora entre los cuales se encuentra España.

En los próximos años, otro proyecto europeo llamado Grid+Storage identificará acciones enfocadas a la integración de almacenamiento energético en redes de distribución para hacerlas más flexibles y eficientes.

Otra empresa como Acciona Energía, en colaboración con socios estratégicos de sistemas de almacenamiento, tiene un proyecto de incorporación e integración de nuevas soluciones y tecnologías de almacenamiento eléctrico a la generación renovable. El objetivo del proyecto es investigar y desarrollar nuevas soluciones para la integración de tecnologías de almacenamiento a la generación renovable, especialmente la eólica. Este proyecto avanza sobre el resultado alcanzado en el proyecto ILIS, en el que se ensayó el uso de baterías de ion-litio en la planta fotovoltaica de Tudela, y se desarrolló el sistema de control de una planta con almacenamiento. El proyecto se está desarrollando en el Departamento de I+D de ACCIONA Energía (Sarriguren, Navarra), su duración es de 2014 a 2018.

Sistemas híbridos

Dentro de las empresas españolas hay interés en el desarrollo de sistemas híbridos, se presentan a continuación algunos de los desarrollos llevados a cabo.

Gamesa. Prototipo Test-Plant La Plana en España

Gamesa ha diseñado y construido La Plana, un proyecto de I+D ubicado en Zaragoza (España), puesto en marcha en diciembre de 2015. La Plana es un sistema offgrid que combina cuatro fuentes de energía diferentes, que Gamesa utiliza para hacer diversas pruebas simulando los proyectos de sus clientes.

El proyecto consta de:

- Un aerogenerador G52-850 kW (55m altura de buje).
- 245 kWp solar fotovoltaica: 816 módulos fotovoltaicos (1 hectárea) + 1 inversor Gamesa Electric E500.
- Generación Diésel: 666 kW (3x222 kW).
- Almacenamiento: batería 500 kWh / 500 kW, adecuada para carga/descarga rápida, apoyando el control de frecuencia.
- Banco de Resistencias: 1.1 MW. Automático con contactores para simular la demanda.
- Banco de Reactancias: 0.75 MVar motorizadas con inserción ajustable del núcleo magnético para simular varios $\cos \Phi$.
- Centro de Seccionamiento: con interruptores de 20 kV para conectar las cuatro fuentes diferentes.

El objetivo de Gamesa en La Plana es combinar distintas fuentes de energía para satisfacer la demanda en un sistema estable con alta penetración de generación renovable. En concreto, este proyecto consigue:

- Alta penetración eólica y solar.
- Maximización de la eficiencia del recurso eólico y solar.
- Carga de baterías con recurso eólico y solar sobrante.
- Generación con baterías cuando no hay suficiente recurso renovable.
- Generación diésel cuando ni la generación renovable ni las baterías pueden cubrir la demanda.
- El Hybrid Power Controller (HPC) gestiona todo tipo de situaciones, arrancando y parando los sistemas, cargando y descargando baterías, etc. También gestiona modos de operación especiales como la operación diésel a baja carga, operación zero diésel, pasos por nube...

- La "carga simulada" de la Plana permite simular y probar la curva de carga del cliente en planta en un proyecto real.
- Prototipo preparado para instalar otros modelos de diésel parecidos a los que tenga el cliente y comprobar comportamiento en transitorios de potencia.

Gamesa. Proyecto offgrid en Galápagos

Gamesa completó su primer proyecto offgrid híbrido en 2007 en la isla de Galápagos (Ecuador) y, desde entonces, ha estado operando con éxito.

En este proyecto, la compañía integró tres aerogeneradores -con una potencia total de 2,4 MW- con tres generadores diésel, ya instalados previamente con una potencia de 1,8 MW. En concreto, Gamesa aportó a la instalación:

- Tres aerogeneradores de 800 kW cada uno
- Tres armarios de control nuevos para los generadores diésel.
- Control de Red e integración de la generación eólica/diésel.
- SCADA: "supervisory control and data acquisition system".

Otras empresas como la danesa Vestas y Siemens tienen en el mercado soluciones híbridas con aerogeneradores y generadores diésel. Vestas ha desarrollado el proyecto Wind to Prosperity en Kenia, los modelos considerados para éste son la V27-225kW y la V47-660 kW, los cuales junto al sistema diésel proporcionarán energía estable y fiable a redes pequeñas y aisladas. Por otro lado, Siemens suministra instalaciones híbridas llave en mano que minimizan los costes de operación y de emisión

4 Prioridades REOLTEC para la Investigación, el Desarrollo y la innovación del sector eólico español

Se presentan a continuación las prioridades definidas por la Plataforma Tecnológica REOLTEC que siguen en gran medida, como no puede ser de otra forma, las de Plataforma Europea ETIP, aunque en el caso español con un menor peso en la eólica marina y mayor en la integración en la red.

Habitualmente las actividades de I+D+i se clasifican según el TRL (Technology Readiness Level), normalmente la tecnología eólica se encuentra en los niveles más altos, excluyendo la eólica marina y algunas soluciones disruptivas o componentes específicos.

En las prioridades que se presentan a continuación se comentan el nivel de desarrollo tecnológico cuando se considere necesario.

Technology readiness levels

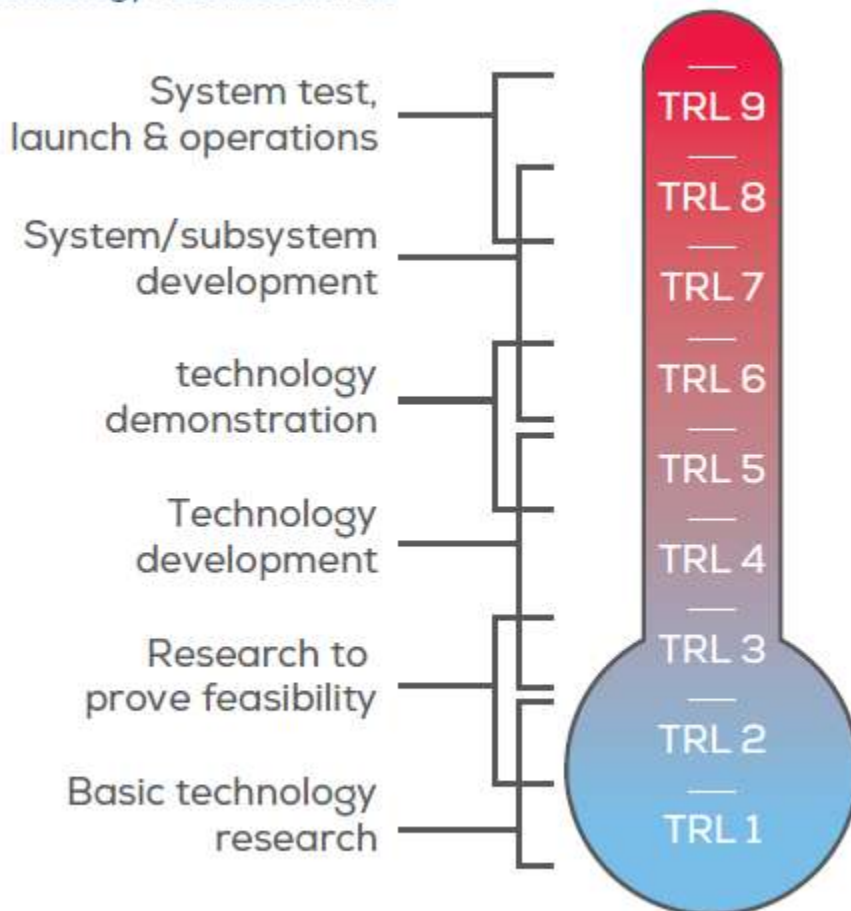


Figura 14. Technology Readiness Levels (Fuente: ETIP)

Las principales áreas prioritarias en I+D+i de REOLTEC son las que se exponen a continuación:



Sistemas eléctricos, integración e infraestructura (TRL6-TRL9)

Las prioridades están ligadas al cumplimiento de códigos de red cada vez más exigentes, la participación en los servicios de regulación y en el control de tensión, las soluciones híbridas, la garantía de potencia con el uso de baterías y el uso de nuevos materiales. Se resumen a continuación las principales líneas:

- Adecuación códigos de red, fundamentalmente; control de tensión en régimen permanente/perturbado y regulación de frecuencia/aporte de inercia.
- Armonización de los códigos de red – estandarización de equipos y soluciones.
- Evoluciones tecnológicas:
 - Conexión a redes en HVDC – conexiones en alta mar – subestaciones marinas;
 - Materiales superconductores;
 - Soluciones de almacenamiento;
 - Gestionabilidad;
 - Control/emulación de inercia;
 - Implicación en redes inteligentes.

Las prioridades de la Unión Europea (ETIP) respecto a redes eléctricas abarcan algunos de estos temas. Una de sus prioridades incluye la estandarización y la adecuación de los códigos de red para permitir una mejor gestión de los servicios de red. También se incluyen mejoras tecnológicas, dentro de las mejoras de la operación y mantenimiento de la red eléctrica está la mejora en los sistemas de transmisión, la gestión y el equilibrio del sistema teniendo en cuenta otras fuentes de energía. Otra de sus prioridades incluye el desarrollo de soluciones para el almacenamiento de energía.



Operación y mantenimiento (TRL4-TRL8)

Las prioridades se centran en la mejora de los sistemas de mantenimiento predictivo, con la introducción de equipamiento complementario y el tratamiento de los datos del parque y de las condiciones del entorno. Un aspecto fundamental es el desarrollo de herramientas de simulación y validación orientadas al alargamiento de vida de las instalaciones.

- O&M y fiabilidad. A nivel de operación y mantenimiento, además de la puesta a punto de sistemas de condition monitoring a un coste razonable, se debe trabajar en mejorar la capacidad de funcionamiento bajo condiciones de fallo, bien con sistemas redundantes o con otras soluciones de diseño. A nivel tanto onshore como offshore.

- En el caso del offshore es crucial limitar al máximo las averías ya que las tareas de mantenimiento offshore son más complejas a nivel tanto técnico como logístico, especialmente si es necesario el manejo de grandes componentes. El tamaño de los aerogeneradores y las condiciones de viento suponen también pérdidas de producción más importantes.
- Mantenimiento y alargamiento de la vida. La optimización de la vida útil de los aerogeneradores se puede conseguir mediante el análisis de datos y una mejor comprensión de las cargas de fatiga y de la erosión de las palas

Dentro del programa HORIZON 2020 en "LCE-07-2016-2017: Developing the next generation technologies of renewable electricity and heating/cooling" una de las acciones es "Advanced control of large scale wind turbines and farms", cuyo fin es desarrollar estrategias de control avanzadas para mejorar la eficiencia, reducir el coste e incrementar el valor de la energía eólica mejorando la respuesta ante cualquier perturbación.

Además, una de las prioridades europeas (ETIP) es la mejora de la operación y mantenimiento de los parques eólicos, siendo uno de los principales objetivos de esta prioridad el aumento de la vida útil de los aerogeneradores y la mejora en la fiabilidad de los datos y de los modelos analíticos.



Industrialización (TRL6-TRL9)

Las prioridades se centran fundamentalmente en la automatización y la introducción de conceptos lean en la fabricación especialmente de grandes componentes, así como en el ensamblaje de equipos. Se considera también importante la optimización de logística, a través de la estandarización de equipos o al menos de los sistemas de transporte y acopio.

- Mejoras logísticas. Soluciones logísticas avanzadas para aerogeneradores del rango 5 – 10 MW en onshore, especialmente palas, además procesos productivos avanzado, robotización y automatización. Aunque el aumento de tamaño es relativamente controlado en eólica onshore, es necesario soluciones logísticas adecuadas para el transporte de grandes elementos.
- A nivel de procesos productivos, la optimización de tiempos de fabricación, de espacio en plantas y de costes pasa por la introducción de nuevas técnicas de automatización y robotización, especialmente en la fabricación de los grandes

componentes. Se requiere colaboración con sector robótica, fotónica, transporte y construcción.

Una de las prioridades europeas (ETIP) tiene como una de las áreas de acción la estandarización de la logística, con el fin de optimizar tiempos y minimizar costes.



Parques marinos (TRL1-TRL9)

La eólica marina plantea algunas de los principales retos tecnológicos del sector. Las prioridades se centran en la reducción de costes y en la mejora de disponibilidad en el complejo ambiente marino. Para el caso español, es importante avanzar en las soluciones flotantes por la inexistencia de plataforma continental.

- Estructuras fijas y flotantes a más largo plazo:
 - P.E. experimentales cimentación fija
 - P.E. experimentales flotantes
- Evoluciones tecnológicas:
 - Aerogeneradores Offshore de mayor potencia unitaria. Como etapa siguiente a la marinización de aerogeneradores onshore, es necesario el desarrollo de aerogeneradores concebidos para su uso offshore. El parámetro más importante es el incremento de potencia que permite aprovechar la costosa obra civil.
 - Rotores verticales (VAWT). Para las evoluciones tecnológicas en aerogeneradores de gran tamaño no se descartan posibles cambios disruptivos como la utilización de diseños con rotores verticales.
 - Anclajes y piezas de transición (Revestimientos de alta durabilidad). Tanto las cimentaciones fijas como las plataformas flotantes requieren de revestimientos muy duraderos y diseñados para estar sumergidos durante más de 20 años. Es también fundamental mejorar los anclajes y diversas piezas de transición, esto requiere la colaboración con el sector naval y con sector del Oil y Gas.
- Logística

- Ensamblaje y logística integrada (reducción de operaciones en el mar y procesos productivos integrados en puertos) Se integran las plantas de producción en los mismos puertos y se realizan pre-ensamblajes en puerto para reducir el número de operaciones en el mar.
- Logística de operación y mantenimiento. El tema de los sistemas de accesos a las plataformas es crítico para reducir los tiempos de intervención, mejorar los tiempos de reacción y las posibles ventanas de acceso así como las condiciones de seguridad de los operarios. Esto incluye desarrollos tales como diseño de barcos avanzados, soluciones para acceso aéreo y diseño de pasarelas de acceso.

Una de las prioridades europeas (ETIP) es el offshore, ya que es necesario disminuir los costes para hacerla una tecnología más competitiva. Algunas de las áreas de acción de la ETIP son la mejora y estandarización de las instalaciones y los métodos de montaje, creación de cimentaciones a un precio más bajo y llevar a la eólica offshore flotante a un nivel competitivo.

En cuanto a la logística, dentro del programa HORIZON 2020 uno de los objetivos es el "LCE-14-2017: Demonstration of large >10MW wind turbine", mejora de la logística que conlleva la O&M de aerogeneradores offshore de >10 MW.



Nueva generación de tecnologías, cambios disruptivos (TRL2-TL6)

Las prioridades en esta área se centran tanto en la mejora de los productos existentes con actividades centradas en el aligeramiento de la transmisión mecánica, plataforma y torres, con el objetivo de reducir costes, como con la mayor durabilidad de componentes de mayor tamaño, fundamentalmente palas. Adicionalmente se tiene que apostar por soluciones disruptivas que supongan un menor LCOE en un mercado fuertemente competitivo.

- Programas específicos para parques eólicos experimentales onshore España dispone de unas infraestructuras de I+D+i punteras en energía eólica: centros de I+D+i, de diseño, laboratorios, bancos de ensayos,...Para que la puesta a punto de nuevos productos se haga de la forma la más integrada posible, es necesario

además contar con unos proyectos de demostración en forma de parques eólicos experimentales que permitan ensayar y validar prototipos y pre-series en suelo nacional.

- Mejoras de trenes de potencia. En trenes de potencia y multiplicadoras, la tendencia es hacia un incremento de la fiabilidad tanto por condiciones de diseño: reducción de etapas de multiplicación, arquitecturas avanzadas como a nivel de la fiabilidad de cada componente. Por otra parte, se mejoran las técnicas de O&M con el desarrollo del mantenimiento predictivo y la monitorización del estado de los componentes. A futuro, no es de descartar cambios importantes como la introducción de transmisiones hidráulicas.
- Mejoras de rotores (Palas seccionables y nuevos materiales (fibra de carbono, nano-tubos), Pitch independiente en cada pala, nuevos diseños de palas (geometría variable)). En tecnología de palas, el reto es seguir creciendo para ofrecer áreas barridas cada vez mayores bien para aumentar la potencia de los aerogeneradores o bien para permitir la implantación de energía eólica en zonas de viento débil. Esto pasa por el uso de nuevos materiales que mejoran las propiedades de los utilizados hasta la fecha. Con palas cada vez mayores será necesario el control individualizado a través del pitch para controlar las cargas, reducir fatiga y optimizar el uso de materiales y por tanto el peso del componente. El aumento de tamaño de las palas supondrá a la vez un reto tecnológico que puede ser anticipado a nivel tecnológico con el desarrollo de palas seccionables. A futuro es posible anticipar unos cambios más importantes y disruptivos como por ejemplo la aparición de palas de geometría variable (con flaps tipo ala de avión).
- Mejoras de generadores. Mejoras de generadores con tecnología DFIG (Síncrono con nuevos materiales: superconductores – Generación a alto voltaje), mejoras en el acoplamiento (diminución de la velocidad, aumento del par).
- Materiales de revestimiento furtivo para limitar el impacto en radares y telecomunicaciones. Se requiere colaboración con sectores de telecomunicaciones, aeronáuticos y militares. El crecimiento del sector eólico se acompaña de desarrollos para limitar el impacto del mismo sobre el resto de actividades. Una problemática actual es el impacto en radares y telecomunicaciones, pudiendo solventarse por la introducción de materiales y revestimientos furtivos.

Una de las prioridades europeas (ETIP) tiene como área de acción el diseño de rotores nuevos que ayuden a reducir el coste de la energía eólica mejorando la producción de energía, gestionando mejor las cargas de fatiga y limitando las emisiones acústicas.



Recurso, emplazamiento y predicción (TRL5-TRL9)

Las prioridades se centran en la mejora de las medidas en terrenos complejos y de elevada turbulencia y componente vertical. De forma complementaria en la puesta a punto de la modelización en el entorno del parque, minoración de las incertidumbres y mejora de las herramientas de predicción a largo plazo.

- Mejora del conocimiento del perfil del viento en emplazamientos, debe permitir optimizar el diseño del rotor y del tren de potencia.
 - Perfiles de viento hasta 200 m.
 - Perfiles de viento hasta 250 m.
- Campo de viento percibido por el aerogenerador. A futuro, desarrollo de equipos embebidos de evaluación del campo entrante de viento para corregir en tiempo real ángulos de yaw y pitch a través del sistema de control. Tanto este punto como el anterior están asociados a sectores de herramientas de medición del viento remoto tales como LIDAR (Light Detection and Ranging) y SODAR (Sonic Detection and Ranging).
- Reducción de riesgo en emplazamientos onshore. A corto plazo, es crucial reducir la incertidumbre ligada a la evaluación previa de emplazamientos para mejorar la viabilidad económica de los proyectos
- Offshore, urbanos y onshore en terrenos complejos. A más largo plazo, estudio del recurso marino requiere el desarrollo de soluciones técnicas adecuadas y flexibles. Caracterización de emplazamientos urbanos o peri-urbanos para el desarrollo de la generación distribuida de energía eólica. Tanto en este punto como en el anterior se requiere de una estrecha colaboración del sector eólico con servicios meteorológicos, de deberán mejorar de las fuentes de datos, tales como satelitales o herramientas de medición locales.

- Modelización del efecto estela con el fin de Minimización perdidas por estelas. Perfeccionamiento y adaptación de herramientas de simulación y cálculo, tales como CFD o wake models. Para parques eólicos onshore y offshore, mejora del conocimiento del efecto estela para optimizar el diseño de estas instalaciones, reducir perdidas y minimizar cargas y fatigas en los aerogeneradores.
- Predicción optimizada de generación eólica:
 - Para entrada en el mercado;
 - Para participación activa en el mercado.

A mayor penetración eólica, mayor necesidad de contar con un sistema de predicción eficaz y confiable que permita una gestión óptima de las reservas rodantes y de los dispositivos de almacenamiento. Desarrollo de los mecanismos adecuados para la participación en el mercado eléctrico y la optimización económica del uso de los servicios complementarios, requiere de la colaboración con el resto de agentes del mercado y los reguladores.

Algunos de estos puntos coinciden con las prioridades europeas.

Respeto a los emplazamiento onshore complejos, ETIP tiene como prioridad realizar acciones para mejorar la comprensión de las condiciones externas de los aerogeneradores con el fin de reducir costes.

Por otro lado, también para reducir costes, se incluye como prioridad europea (ETIP) la mejora de la comprensión de las condiciones externas de los aerogeneradores.

La minimización de las incertidumbres y la mejora de la predictibilidad de la energía eólica, incluyendo terrenos complejos, es una de las áreas de acción de las prioridades europeas (ETIP). Además, otra de las prioridades europeas (ETIP) sobre integración en redes e infraestructuras incluye una acción de mejora en la predicción eólica con el fin de poder estimar con mayor fiabilidad la energía que se va a generar



Mini eólica y media potencia. (TRL4-TRL8)

Las prioridades están centradas en la mejor integración ambiental, la reducción de cargas y el menor coste. Complementariamente es importante apoyar la incorporación de soluciones IT de cara a las redes inteligentes, así como coordinación en soluciones híbridas tanto para sistemas conectados a red como aislados.

- Mini eólica, evoluciones tecnológicas:

- Reducción de ruido, vibraciones;
- Integración arquitectónica;
- Calidad de la energía – conexión a red / sistemas aislados.

Es un mercado muy poco desarrollado que requiere de unos desarrollos tecnológicos básicos para reducir costes de inversión y eliminar barreras técnicas o sociales.

- Media potencia, evoluciones tecnológicas:
 - Perfiles aerodinámicos específicos
 - Normativa internacional específica para media potencia
 - Integración en el entorno

Es un mercado pequeño (a excepción de un número restringido de países). Los mayores retos se sitúan a nivel de certificación y de condiciones de conexión a red.

- Programa de compra pública innovadora.
- Incentivo al autoconsumo doméstico e industrial.
- Operación en sistemas aislados para aplicaciones remotas.
- Procesos productivos avanzados / robotización y automatización. Con un mercado más importante, se necesitará una mejora de las capacidades de producción.
- Control de instalaciones (TIC). La multiplicación de este tipo de instalaciones en el sistema eléctrico necesitará estrategias de gestión integradas, combinando con otras fuentes de energía y almacenamiento (Smart Grid). Requiere colaboración con el sector TIC y otras fuentes renovables.

Aspectos medio ambientales y sociales (TRL2-TRL8)

Desarrollo de soluciones para el reciclado de todas las componentes del aerogenerador, sistemas de evaluación y seguimiento de potenciales impactos, soluciones de mitigación y proyectos de mejora de los retornos sociales en el entorno. Algunas prioridades serían:

- Reciclado de componentes (especialmente palas).
- Reducción de impacto visual, acústico y radioeléctrico.
- Impacto en aves, murciélagos y fauna acuática – soluciones de mitigación.



Una de las prioridades europeas (ETIP) es integrar la energía eólica en el medio ambiente, que incluye el desarrollo de sistemas de disuasión de pájaros y murciélagos.

Dentro del programa HORIZON 2020 en "LCE-07-2016-2017: Developing the next generation technologies of renewable electricity and heating/cooling" una de las acciones es "Reduction of environmental impact of wind energy", que incluirían estrategias de mitigación y/o soluciones alternativas para aumentar la aceptación del público respecto a la eólica. Además dentro de "LCE-21-2017: Market uptake of renewable energy technologies" una de las acciones es "Wind energy: Increasing the market share of wind energy systems" y para conseguir esta acción se propone el incremento de la aceptación y apoyo social, de manera que se mejore el conocimiento sobre el impacto social y medio ambiental de la energía eólica.

5 RESULTADOS EN I+D+i DE EMPRESAS DEL SECTOR EÓLICO ESPAÑOL

Uno de los objetivos de esta sección es evaluar la consistencia entre las prioridades definidas anteriormente, con los proyectos financiados desde diferentes instancias públicas y la actividad de patentes e innovaciones.

5.1 Universidades y Centros con capacidad de I+D

En la siguiente tabla se recogen los centros de investigación españoles y Universidades que tienen áreas de investigación sobre tecnología eólica.

Universidades y Centros de Investigación en España	Áreas de Investigación
UNIVERSIDADES	
Universidad Politécnica de Madrid	Recurso de viento, modelización, turbulencia, sistemas de velocidad variable, composite palas
Universidad de Vigo	Sistemas eléctricos de velocidad variable e integración de red
Universidad de Las Palmas	Sistemas híbridos, bombeo de agua, desalinización de agua de mar alimentadas por sistemas eólicos, minieólica
ITER e ITC de Islas Canarias	Sistemas híbridos, bombeo de agua, desalinización de agua de mar alimentadas por sistemas eólicos, minieólica
Universidad de Navarra	Investigación en el impacto de rayos en los aerogeneradores
Universidad Carlos III de Madrid	Sistemas eléctricos de velocidad variable e integración de red
Universidad de Valladolid	Generadores PMG
Universidad de Sevilla	Control de aerogeneradores
Universidad de Mondragón	Control de aerogeneradores
Universidad de Zaragoza	Calidad de la energía
CENTROS	
Fundación LEIA	Minieólica

Universidades y Centros de Investigación en España	Áreas de Investigación
Tecnalia	Electrónica de potencia (superconductividad y mejora de materiales), dispositivos electrónicos y sensores para el mantenimiento predictivo, monitorización de parques eólicos, incluyendo el desarrollo de software para sistemas SCADA, sistema de predicción en el ámbito de la corrosión y comportamiento de materiales.
Centro Nacional de Energías Renovables (CENER)	Análisis y diseño de aerogeneradores, evaluación y predicción de recursos eólicos y laboratorio de ensayos (palas, tren de potencia, generadores, nacelle, parque eólico experimental)
Circe	Minieólica y sistemas de O&M
Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía (AICIA)	Integración de aerogeneradores en la red eléctrica. Modelado, Optimización y Control de Sistemas Eólicos. Almacenamiento energético. Eólica marina
Sotavento	Parque Eólico Experimental
Centro tecnológico de componentes (CTC)	Energía eólica marina
Ikerlan	Sistemas embebidos de control, convertidores de potencia de última generación, grandes rodamientos, fiabilidad estructural de las torres y el tren de potencia de aerogeneradores y la monitorización de parques eólicos
Instituto de Investigación en Energía de Cataluña (IREC)	Energía Eólica Marina
BTEC	Energía Eólica Marina
CARTIF	Simulación dinámica de edificios y de sistemas energéticos basados en renovables
CIDAUT	Generación renovable
Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)	Sistemas eólicos aislados, predicción de recursos eólicos y nuevos desarrollos.
ITE	Almacenamiento energético, aerogenerador en entorno urbano
IER. Instituto de Energías Renovables de Albacete	Estudios curva de potencia
CTAER	Infraestructura ensayos eólica off-shore y energías marinas, soluciones prácticas a la interacción de los aerogeneradores con las aves

Tabla 2. Centros tecnológicos y sus correspondientes áreas de investigación en eólica.

5.2 Proyectos de I+D

Dentro de los proyectos financiados por la Unión Europea (BBDD Cordis) la siguiente tabla recoge los relacionados con la tecnología eólica cuya fecha de fin es posterior a diciembre de 2015.

En general los proyectos siguen las prioridades aunque con menor peso eléctrico por estar posiblemente dentro de otras áreas de los programas. De esta forma hay proyectos sobre control, palas, torres, minihidráulica y sobretodo, eólica marina.

Título	Descripción	Áreas de innovación	Socios	Calendario	
				Fecha de inicio	Fecha de fin
ADCON - DEMOWIND	Demostración de seis tecnologías de control de aerogeneradores avanzadas de 1.3 MW en operación en tres emplazamientos con condiciones ambientales diferentes	Funcionamiento en distintos tipos de emplazamiento	ENERGÍA HIDROELÉCTRICA DE NAVARRA, GAMESA EÓLICA, GARRAD HASSAN & PARTNERS LTD., INGETEAM, LM GLASFIBER A/S	21/07/2004	20/07/2019
5MW-OFFSHORE-WEC	Convertidor de energía eólica 5 MW para aplicaciones offshore	Offshore	WIP - WIRTSCHAFT UND INFRASTRUKTUR & CO PLANUNGS-KG, TALLERES MARTINEZ, S.A., BLADT, CENTRE FOR RENEWABLE ENERGY SOURCES, ENERCON GMBH, SIME INDUSTRIE, SKANSKA SVERIGE AB, WOBLEN RESEARCH AND DEVELOPMENT GMBH	06/09/2005	05/09/2020
COCONET	Establecimiento de redes de áreas marina protegidas para la instalación de parques eólicos offshore.	Offshore, redes de áreas marina protegidas	CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, CONSORZIO NAZIONALE INTERUNIVERSITARIO PER LE SCIENZE DEL MARE, 3E NV, PANEPITIMIO AIGAIU, CLU srl, CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS, COISPA TECNOLOGIA & RICERCA SCARL, AGENCIA ESTATAL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS, DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET, INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU GEOLOGIE SI GEOECOLOGIE MARINA-GEOECOMAR, HELLENIC CENTRE FOR MARINE RESEARCH, INSTITUT PO BIORAZNOOBRAZIE I EKOSISTEMNI IZSLEDVANIYA BALGARSKA AKADEMIYA NA NAUKITE, INSTITUTO ESPANOL DE OCEANOGRAFIA, UNIVERSIDAD DE CANTABRIA, Institut National Agronomique de Tunisie, INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE MARINA GRIGORE ANTIPA, ISRAEL OCEANOGRAPHIC AND LIMNOLOGICAL RESEARCH LIMITED, ISTANBUL UNIVERSITESI, MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY, NATUREBUREAU LIMITED, THE NATIONAL	01/02/2012	31/01/2016

Título	Descripción	Áreas de innovación	Socios	Calendario	
				Fecha de inicio	Fecha de fin
			ENVIRONMENTAL AGENCY, NENUPHAR SARL, STIFTELSEN NANSEN SENTER FOR MILJOOG FJERNMALING, UNIVERSITE MOHAMMED V DE RABAT, ODESSA BRANCH INSTITUTE OF BIOLOGY OF SOUTHERNS SEAS NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE OF UKRAINE, P.P. SHIRSHOV INSTITUTE OF OCEANOLOGY OF RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES, University of Zadar, FONDACIONI ZOJA E KESHILLIT TE MIRE, UNIVERSITA TA MALTA, JAVNA USTANOVA UNIVERZITET CRNE GORE PODGORICA, UNIVERSITAET ROSTOCK, SOFIISKI UNIVERSITET SVETI KLIMENT OHRIDSKI, UNIVERSITE DU SUD TOULON VAR, INSTITUTE OF OCEANOLOGY - BULGARIAN ACADEMY OF SCIENCES, UKRAINIAN SCIENTIFIC CENTRE OF ECOLOGY OF THE SEA, RUSSIAN STATE HYDROMETEOROLOGICAL UNIVERSITY, SINOP UNIVERSITY*SINOP FISHERIES FACULTY SNU FF		

Título	Descripción	Áreas de innovación	Socios	Calendario	
				Fecha de inicio	Fecha de fin
INNWIND.EU	Sistemas innovadores de conversión de energía eólica (10-20MW) para aplicaciones offshore	Offshore	DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET, AALBORG UNIVERSITET, CENTRE FOR RENEWABLE ENERGY SOURCESAND SAVING FONDATION, STICHTING ENERGIEONDERZOEK CENTRUM NEDERLAND, TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT, NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS - NTUA, SINTEF ENERGI AS, POLITECNICO DI MILANO, GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ UNIVERSITAET HANNOVER, CARL VON OSSIETZKY UNIVERSITAET OLDENBURG, PANEPISTIMIO PATRON, THE UNIVERSITY OF SHEFFIELD, UNIVERSITY OF STRATHCLYDE, UNIVERSITAET STUTTGART, STICHTING KENNISCENTRUM WINDTURBINE MATERIALEN EN CONSTRUCTIES, FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V., FUNDACION CENER-CIEMAT, UNIVERSITY OF BRISTOL, DHI, RAMBOLL MANAGEMENT CONSULTING GMBH, SIEMENS WIND POWER AS, GERMANISCHER LLOYD INDUSTRIAL SERVICES GMBH, GARRAD HASSAN & PARTNERS LTD, Magnomatics Limited, GAMESA INNOVATION AND TECHNOLOGY S.L., EUROPEAN WIND ENERGY ASSOCIATION ASBL, SE BLADES TECHNOLOGY BV, ALLIANCE FOR SUSTAINABLE ENERGY LLC	01/11/2012	31/10/2017
SUPRAPOWER	Superconductores, fiable, ligeros y aerogeneradores más potentes de offshore	Offshore, superconductores	FUNDACION TECNALIA RESEARCH & INNOVATION, Columbus Superconductors SpA, Institute of Electrical Engineering, Slovak Academy of Sciences, UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON, KARLSRUHER INSTITUT FUER TECHNOLOGIE, D2M ENGINEERING SAS, ETULOS SOLUTE SL, INGETEAM SERVICE SA	01/12/2012	31/05/2017
HYDROBOND	Nuevos revestimientos en coste y eficacia super hidrofóbicos para aplicar en palas de grandes	Palas	UNIVERSITAT DE BARCELONA, MILLIDYNE OY, PUTZIER OBERFLACHENTECHNIK GMBH, TTY-SAATIO, GUTMAR SA, UNIVERSITA DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA, MUEHLHAN A/S	01/01/2013	31/12/2016

Título	Descripción	Áreas de innovación	Socios	Calendario	
				Fecha de inicio	Fecha de fin
	aerogeneradores, que contribuirán a minimizar pérdidas y fallos mecánicos .				
FLOATGEN	Dos sistemas de aerogeneradores flotantes en aguas mediterráneas profundas	Offshore, plataformas flotantes	GAMESA INNOVATION AND TECHNOLOGY S.L., IDEOL, UNIVERSITÄT STUTTGART, ACCIONA WINDPOWER SA, NAVANTIA S.A., DR TECHN OLAV OLSEN AS, FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V., RSK ENVIRONMENT LIMITED, Greenovate! Europe, ACCIONA ENERGIA S.A.	01/01/2013	31/12/2016
MEDOW	Redes de corriente continua multiterminal para offshore	Offshore, conexión eléctrica	CARDIFF UNIVERSITY, UNIVERSITAT POLITECNICA DE CATALUNYA, CONTROL INTEL-LIGENT DE L'ENERGIA SCCL, ALSTOM RENOVABLES ESPAÑA S.L., UNIVERSIDADE DO PORTO, EFACEC ENERGIA - MAQUINAS E EQUIPAMENTOS ELECTRICOS SA, KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUVEN, ELIA SYSTEM OPERATOR, DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET, CHINA ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE (SEAL) SOE	01/04/2013	31/03/2017
OPTIMUS	Métodos y herramientas para la optimización de la fiabilidad en la operación de aerogeneradores industriales a gran escala	O&M	OFFSHORE RENEWABLE ENERGY CATAPULT, INGETEAM SERVICE SA, THE UNIVERSITY OF BIRMINGHAM, SINCLAIR KNIGHT MERZ (EUROPE) LIMITED, INSTITUTO DE SOLDADURA E QUALIDADE, INDRA SISTEMAS SA, Feldman Enterprises Limited, UNIVERSIDAD DE CASTILLA - LA MANCHA, Dynamics, Structures and Systems International, THE UNIVERSITY OF SHEFFIELD, ROMAX TECHNOLOGY LIMITED, TERNA ENERGI AKI ANONIMI VIOMIHANIKI EMPORIKI TEHNIKI ETERIA AE (Terna Energy Industrial Commercial and Technical Company S.A)	01/08/2013	31/07/2016

Título	Descripción	Áreas de innovación	Socios	Calendario	
				Fecha de inicio	Fecha de fin
WINDTRUST	Diseños innovadores más fiables de aerogeneradores de 2MW	Mejoras en el diseño para mejorar la eficiencia	GAMESA INNOVATION AND TECHNOLOGY S.L., LM WIND POWER AS, SEMIKRON ELEKTRONIK GMBH & CO. KG, FUNDACION CENER-CIEMAT, DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET, UNIVERSITY OF STRATHCLYDE, CENTRE FOR RENEWABLE ENERGY SOURCESAND SAVING FOUNDATION, UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON, Greenovate! Europe	01/09/2013	31/08/2016
SWIP	Nuevas soluciones, componentes y herramientas innovadoras para la integración de la energía eólica en las zonas urbanas y periurbanas	Minieólica y eólica de mediana potencia	FUNDACION CIRCE CENTRO DE INVESTIGACION DE RECURSOS Y CONSUMOS ENERGETICOS, UZDAROJI AKCINE BENDROVE POLIPLASTAS, KUNGLIGA TEKNISKA HOEGSKOLAN, FOR OPTIMAL RENEWABLE ENERGY SYSTEMS SL, METEODYN SAS, DNV GL NETHERLANDS B.V., Greenovate! Europe, SOLEARTH LIMITED, TECHNISCHE UNIVERSITAT DARMSTADT, BALTYCKA AGENCJA POSZANOWANIA ENERGII SP ZOO, ETULOS SOLUTE SL, THE PROVOST, FELLOWS, FOUNDATION SCHOLARS & THE OTHER MEMBERS OF BOARD OF THE COLLEGE OF THE HOLY & UNDIVIDED TRINITY OF QUEEN ELIZABETH NEAR DUBLIN, THE UNIVERSITY OF SHEFFIELD	01/10/2013	31/05/2017
WINDUR	Minieólica para entornos urbanos	Minieólica	UNIVERSITEIT GENT, MASTERGAS GLOBAL ENERGY SLU, ETULOS SOLUTE SL, FUNDACION CENER-CIEMAT, UPPSALA UNIVERSITET, VERTECH GROUP, VAN CASTEREN DOLF	01/11/2013	31/05/2016

Título	Descripción	Áreas de innovación	Socios	Calendario	
				Fecha de inicio	Fecha de fin
AVATAR	Herramientas Aerodinámicas Avanzadas para rotores de gran tamaño	Optimización para el funcionamiento grandes aerogeneradores	STICHTING ENERGIEONDERZOEK CENTRUM NEDERLAND, TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT, DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET, FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V., CARL VON OSSIETZKY UNIVERSITAET OLDENBURG, UNIVERSITAET STUTTGART, FUNDACION CENER-CIEMAT, CENTRE FOR RENEWABLE ENERGY SOURCES AND SAVING FOUNDATION, NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS - NTUA, POLITECNICO DI MILANO, General Electric Deutschland Holding GmbH, LM WIND POWER AS, UNIVERSITY OF GLASGOW	01/11/2013	31/10/2017
LEANWIND	Nuevos desarrollos para mejorar la eficiencia logística y la arquitectura naval para instalaciones eólicas.	Offshore, logística	UNIVERSITY COLLEGE CORK - NATIONAL UNIVERSITY OF IRELAND, CORK, NORSK MARINTEKNISK FORSKNINGSINSTITUTT AS, GAVIN AND DOHERTY GEOSOLUTIONS LTD, ACCIONA INFRAESTRUCTURAS S.A., KONGSBERG MARITIME AS, MAERSK TRAINING SVENDBORG AS, CORK INSTITUTE OF TECHNOLOGY, A2SEA A/S, VASCO GALLEGA SOCIEDAD DE CARTERA SL, ELECTRICITE DE FRANCE, AALBORG UNIVERSITET, UNIVERSITY OF PORTSMOUTH HIGHER EDUCATION CORPORATION, EDP INOVACAO SA, THE UNIVERSITY OF EDINBURGH, IBERDROLA RENOVABLES ENERGIA SA, SINTEF ENERGI AS, FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V., NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS - NTUA, CONSORCIO PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCION, EQUIPAMIENTO Y EXPLOTACION DE LA PLATAFORMA OCEANICA DE CANARIAS, FORCE TECHNOLOGY, EUROPEAN WIND ENERGY ASSOCIATION ASBL, UNIVERSITY OF HULL, 1-TECH, HAVEN OOSTENDE AUTONOOM GEMEENTELIJK HAVENBEDRIJF, OFFSHORE	01/12/2013	30/11/2017

Título	Descripción	Áreas de innovación	Socios	Calendario	
				Fecha de inicio	Fecha de fin
			WIND ASSISTANCE NV, LLOYD'S REGISTER EMEA IPS, NORSK AUTOMATISERING AS, RAPPEL ENTERPRISES LIMITED - ARKLOW MARINE SERVICES, DELTA DENIZCILIK MUHENDISLIK VE BILGISAYAR SANAYI VE TICARET ANONIM SIRKETI, SHIPS AND MARITIME EQUIPMENT ASSOCIATION OF EUROPE ASBL		
IRPWIND	Programa Integrado de Investigación sobre Energía Eólica	Investigación para fomentar el I+D a largo plazo en Europa.	DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET, CENTRE FOR RENEWABLE ENERGY SOURCES AND SAVING FONDATION, STICHTING ENERGIEONDERZOEK CENTRUM NEDERLAND, FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V., SINTEF ENERGI AS, FUNDACION CENER-CIEMAT, CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, EUROPEAN WIND ENERGY ASSOCIATION ASBL, TURKIYE BILIMSEL VE TEKNOLOJIK ARASTIRMA KURUMU, Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET NTNU, UNIVERSITY OF STRATHCLYDE, FUNDACION TECNALIA RESEARCH & INNOVATION, CARL VON OSSIETZKY UNIVERSITAET OLDENBURG, GOTTFRIED WILHELM LEIBNIZ UNIVERSITAET HANNOVER, ETHNIKO KAI KAPODISTRIAKO PANEPISTIMIO ATHINON, FUNDACION CIRCE CENTRO DE INVESTIGACION DE RECURSOS Y CONSUMOS ENERGETICOS, FUNDACION INSTITUT DE RECERCA DE L'ENERGIA DE CATALUNYA, Laboratorio Nacional de Energia e Geologia I.P., FUNDACION CENTRO TECNOLOGICO DE COMPONENTES, AALBORG UNIVERSITET, STICHTING KENNISCENTRUM WINDTURBINE MATERIALEN EN CONSTRUCTIES, CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGETICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLOGICAS-CIEMAT, NORSK MARINTEKNISK FORSKNING SINSTITUTT AS	01/03/2014	28/02/2018

Título	Descripción	Áreas de innovación	Socios	Calendario	
				Fecha de inicio	Fecha de fin
TOWERPOWER	Monitorización de las condiciones estructurales de la torre y de las estructuras de soporte flotantes y estáticas de los aerogeneradores offshore	Offshore, torres y cimentaciones	CAPENERGIES ASSOCIATION, Associazione Italiana Prove Non Distruttive, KINGSTON COMPUTER CONSULTANCY LIMITED, TEKNISK DATA AS, WLB LIMITED, CENTRE TECHNIQUE DES INDUSTRIES MECANIQUES, INNORA PROIGMENA TECHNOLOGIKA SYSTIMATA KAI YPIRESIES AE, TWI LIMITED, CLUSTER DE ENERGIAS RENOVABLES Y SOLUCIONES ENERGETICAS EN CASTILLA Y LEON, TECOPY SA, MONITEYE LTD, ASOCIACION EMPRESARIAL EOLICA	01/03/2014	30/06/2017
BEST PATHS	Estudio del estado del arte de tecnologías basadas en corriente alterna y HVDC Pretende superar diversas barreras técnicas que la red eléctrica paneuropea actual podría encontrarse para integrar de manera segura, eficiente y fiable cantidades masivas de energía de origen renovable, tales como offshore.	Offshore, conexión eléctrica	RED ELECTRICA DE ESPANA S.A.U., ELIA ASSET SA, 50HERTZ TRANSMISSION GMBH, TERNA RETE ITALIA SPA, NEXANS FRANCE S.A.S, IBERDROLA RENOVABLES ENERGIA SA, RTE RESEAU DE TRANSPORT D ELECTRICITE SA, STATNETT SF, MAVIR MAGYAR VILLAMOSENERGIA-IPARI ATVITELI RENDSZERIRANYITO ZARTKORUEN MUKODO RESZVENYTARSASAG, ENERGINET.DK, SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, TOSHIBA TRANSMISSION & DISTRIBUTIONEUROPE SPA, ALSTOM GRID UK LIMITED, ABB AB, NEXANS NORWAY AS, ENERTRON SL, DE ANGELI PRODOTTI SRL, NEXANS DEUTSCHLAND GMBH, Columbus Superconductors SpA, STRI AKTIEBOLAG, EFLA AS, BME VIKING ELECTRICAL ENGINEERING INFORMATION TECHNOLOGY, BUNDESANSTALT FUER MATERIALFORSCHUNG UND -PRUEFUNG, INSTITUTE FOR ADVANCED SUSTAINABILITY STUDIES EV, KARLSRUHER INSTITUT FUER TECHNOLOGIE, RICERCA SUL SISTEMA ENERGETICO - RSE SPA, FUNDACION TECNALIA RESEARCH & INNOVATION, EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH, UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID, TECHNISCHE UNIVERSITAET DRESDEN, REGIE ECOLE SUPERIEURE DE PHYSIQUE ET DE CHIMIE INDUSTRIELLE, UNIVERSITY OF STRATHCLYDE, CARDIFF UNIVERSITY, SINTEF ENERGI AS, FUNDACION CIRCE	01/10/2014	30/09/2018

Título	Descripción	Áreas de innovación	Socios	Calendario	
				Fecha de inicio	Fecha de fin
			CENTRO DE INVESTIGACION DE RECURSOS Y CONSUMOS ENERGETICOS, DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET, UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS, ECOLE CENTRALE DE LILLE, Greenovate! Europe		
AWESOME	Sistemas avanzados de operación y mantenimiento de energía eólica	O&M	FUNDACION CIRCE CENTRO DE INVESTIGACION DE RECURSOS Y CONSUMOS ENERGETICOS, CARL VON OSSIETZKY UNIVERSITAET OLDENBURG, NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET NTNU, TECHNISCHE UNIVERSITAET MUENCHEN, LOUGHBOROUGH UNIVERSITY, UNIVERSITY OF STRATHCLYDE, UNIVERSIDAD DE CASTILLA - LA MANCHA, RAMBOLL MANAGEMENT CONSULTING GMBH, DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET	01/01/2015	31/12/2018
DemoWind	Reducción de los costes de energía eólica offshore	Offshore, reducción costes	The Department Of Energy and Climate Change, ENERGISTYRELSEN, AGENTSCHAP VOOR INNOVATIE DOOR WETENSCHAP EN TECHNOLOGIE, CENTRO PARA EL DESARROLLO TECNOLOGICO INDUSTRIAL., MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN, FUNDACAO PARA A CIENCIA E A TECNOLOGIA	01/01/2015	31/12/2019
Eciwind	Aerogenerador de 40kW rentable	Minieólica	ENAIR ENERGY SL, LANCOR 2000 S COOP	01/05/2015	30/04/2017

Título	Descripción	Áreas de innovación	Socios	Calendario	
				Fecha de inicio	Fecha de fin
ALION	Desarrollo de batería de aluminio-ión para el almacenamiento de energía	Almacenamiento de energía	ACONDICIONAMIENTO TARRASENSE ASSOCIACION, TORRECID SA, VARTA MICROBATTERY GMBH, ALBUFERA ENERGY STORAGE SL, DECHEMA-FORSCHUNGSINSTITUT STIFTUNG, UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON, TECHNISCHE UNIVERSITAET BERLIN, SOLVIONIC, NORGES TEKNISK-NATURVITENSKAPELIGE UNIVERSITET NTNU, ACCUREC-RECYCLING GMBH, ACCIONA INFRAESTRUCTURAS S.A., CEG ELETTRONICA INDUSTRIALE SPA, COMMISSARIAT A L ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTERNATIVES	01/06/2015	31/05/2019
VirtuWind	Prototipo de red industrial virtual y programable en un parque eólico operativo	O&M, comunicaciones	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, TECHNISCHE UNIVERSITAET MUENCHEN, FOUNDATION FOR RESEARCH AND TECHNOLOGY HELLAS, KING'S COLLEGE LONDON, INTRACOM SA TELECOM SOLUTIONS, WORLDSENSING S.L.N.E, DEUTSCHE TELEKOM AG, INTEL RESEARCH AND DEVELOPMENT IRELAND LIMITED, NEC EUROPE LTD	01/07/2015	30/06/2018
HPC4E	Supercomputación para gestionar y optimizar la energía, mejorar dinámicamente las simulaciones en el rango de la mesoescala.	Mejoras simulación	BARCELONA SUPERCOMPUTING CENTER - CENTRO NACIONAL DE SUPERCOMPUTACION, INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ENINFORMATIQUE ET AUTOMATIQUE, LANCASTER UNIVERSITY, CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGETICAS, MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLOGICAS-CIEMAT, REPSOL SA, IBERDROLA RENOVABLES ENERGIA SA, TOTAL S.A.	01/12/2015	30/11/2017
TELWIND	Torre telescópica integrada y subestructura flotante para aerogeneradores de más de 10 MW offshore	Offshore, torres y cimentaciones	ESTEYCO SAP, ALE HEAVYLIFT (R&D) BV, MECAL WIND TURBINE DESIGN BV, UNIVERSIDAD DE CANTABRIA, CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACION DE OBRAS PUBLICAS - CEDEX, COBRA INSTALACIONES Y SERVICIOS S.A, DYWIDAG SYSTEMS INTERNATIONAL GMBH, TECHNISCHE UNIVERSITAET MUENCHEN	01/12/2015	31/05/2018

Título	Descripción	Áreas de innovación	Socios	Calendario	
				Fecha de inicio	Fecha de fin
DemoWind 2	Reducción de los costes de energía eólica offshore	Offshore, reducción costes	The Department Of Energy and Climate Change, ENERGISTYRELSEN, AGENTSCHAP VOOR INNOVATIE DOOR WETENSCHAP EN TECHNOLOGIE, MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN, CENTRO PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO INDUSTRIAL., NORGE FORSKNINGSRAD, MINISTERIO DE ECONOMIA Y COMPETITIVIDAD, ENOVA SF	01/01/2016	31/12/2020
ELICAN	Subestructura telescópica autoinstalable para la instalación de aerogeneradores offshore a bajo precio. Prototipo de 5MW a grandes profundidades.	Offshore, mejoras montaje	ESTEYCO SAP, ADWEN OFFSHORE S.L., ALE HEAVYLIFT (R&D) BV, UL INTERNATIONAL GMBH	01/01/2016	31/12/2018
DEMOGRAVI 3	Innovadora cimentación por gravedad para offshore.	Offshore, cimentaciones	EDP RENOVAVEIS SA, CNET - Centre for New Energy Technologies, S.A., A. Silva Matos - Energia, SA, TECNICA Y PROYECTOS SA, UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID, WAVEC/OFFSHORE RENEWABLES - CENTRO DE ENERGIA OFFSHORE ASSOCIACAO, ACCIONA INFRAESTRUCTURAS S.A., FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V., GAVIN AND DOHERTY GEOSOLUTIONS LTD, Global Maritime AS	01/01/2016	31/12/2019

Título	Descripción	Áreas de innovación	Socios	Calendario	
				Fecha de inicio	Fecha de fin
PROMOTION	Progreso en las redes de transmisión offshore HVDC	Offshore, conexión eléctrica	DNV GL NETHERLANDS B.V, ABB AB, KATHOLIEKE UNIVERSITEIT LEUVEN, KUNGLIGA TEKNISKA HOEGSKOLAN, EIRGRID PLC, SUPERGRID INSTITUTE, DEUTSCHE WIND GUARD GMBH, MITSUBISHI ELECTRIC EUROPE BV, AFFARSVERKET SVENSKA KRAFTNAT, ALSTOM GRID UK LIMITED, THE UNIVERSITY COURT OF THE UNIVERSITY OF ABERDEEN, RTE RESEAU DE TRANSPORT D ELECTRICITE SA, TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT, STATOIL ASA, TENNET TSO BV, STIFTUNG DER DEUTSCHEN WIRTSCHAFT FUER DIE NUTZUNG UND ERFORSCHUNG DER WINDENERGIE AUF SEE (OFFSHORE-STIFTUNG), SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT, DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET, RHEINISCH-WESTFAELISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE AACHEN, UNIVERSITAT POLITECNICA DE VALENCIA, FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT FUER ELEKTRISCHE ANLAGEN UND STROMWIRTSCHAFT E.V., DONG ENERGY WIND POWER AS, THE CARBON TRUST, TRACTEBEL ENGINEERING S.A., EUROPEAN UNIVERSITY INSTITUTE, IBERDROLA RENOVABLES ENERGIA SA, ASSOCIATION EUROPEENNE DE L'INDUSTRIE DES EQUIPEMENTS ET DES SERVICES DE TRANSMISSION ET DE DISTRIBUTION D'ELECTRICITE AISBL, UNIVERSITY OF STRATHCLYDE, ADWEN OFFSHORE S.L., PRYSMIAN, RIJKSUNIVERSITEIT GRONINGEN, MHI VESTAS OFFSHORE WIND AS, ENERGINET.DK, SCOTTISH HYDRO ELECTRIC TRANSMISSION PLC	01/01/2016	31/12/2019
UPWAVE	Demostración de un convertidor de energía undimotriz de 1 MW integrado en un parque eólico offshore	Offshore, convertidor de energía maremotríz	WAVE STAR AS, AALBORG UNIVERSITET, UNIVERSITEIT GENT, UNIVERSIDAD DE CANTABRIA, PARKWIND, STX FRANCE SA, IFP Energies nouvelles, JAN DE NUL NV, DNV GL UK LIMITED	01/02/2016	31/01/2021

Título	Descripción	Áreas de innovación	Socios	Calendario	
				Fecha de inicio	Fecha de fin
FLOW	Nueva plataforma flotante para el offshore en aguas profundas.	Offshore, plataformas flotantes	NAUTILUS FLOATING SOLUTIONS SOCIEDAD LIMITADA	01/03/2016	31/08/2016
CMDrive	Monitorización de trenes de potencia de aerogeneradores a través de sensores acústicos sin contacto	O&M, monitorización de trenes de potencia	INESCO INGENIEROS SL, RELEX ITALIA SRL, TWI LIMITED, INNORA PROIGMENA TECHNOLOGIKA SYSTMATA KAI YPIRESIES AE, BRUNEL UNIVERSITY LONDON	01/03/2016	28/02/2019
EIROS	Erosión y resistencia al hielo en palas para condiciones de funcionamiento severas	Funcionamiento en climas fríos	TWI LIMITED, FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V., GAMESA INNOVATION AND TECHNOLOGY S.L., Scott Bader Co Ltd, NCC OPERATIONS LIMITED, SIKEMIA, SOCIETE NATIONALE DE CONSTRUCTION AEROSPATIALE SONACA SA, ROKETSAN ROKET SANAYII VE TICARET ANONIM SIRKETI, INSTITUTE OF OCCUPATIONAL MEDICINE, POLYTECH A.S., FUNDACION TEKNIKER, SKZ-KFE GGBH KUNSTSTOFF- FORSCHUNG UND-ENTWICKLUNG, INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE LYON, MILLIDYNE OY, SIGMATEX (UK) LIMITED, CENTRO RICERCHES FIAT SCPA, MAIER SCOOP, ACONDICIONAMIENTO TARRASENSE ASSOCIACION	08/03/2016	07/03/2019
VORTEX	Nuevo desarrollo de aerogeneradores sin palas	Aerogeneradores sin palas	VORTEX BLADELESS SL	01/06/2016	31/05/2018

Título	Descripción	Áreas de innovación	Socios	Calendario	
				Fecha de inicio	Fecha de fin
CL-Windcon	Control de parques eólicos de bucle cerrado	O&M, control de aerogeneradores	FUNDACION CENER-CIEMAT, General Electric Deutschland Holding GmbH, ENEL GREEN POWER, RAMBOLL IMS INGENIEURGESELLSCHAFT MBH, GARRAD HASSAN & PARTNERS LTD, TECHNISCHE UNIVERSITEIT DELFT, UNIVERSITAET STUTTGART, TECHNISCHE UNIVERSITAET MUENCHEN, STICHTING ENERGIEONDERZOEK CENTRUM NEDERLAND, POLITECNICO DI MILANO, IKERLAN SCL, AALBORG UNIVERSITET, QI ENERGY ASSESSMENT SL, UL INTERNATIONAL GMBH, ALLIANCE FOR SUSTAINABLE ENERGY LLC	01/11/2016	31/10/2019

Tabla 3. Proyectos de eólica con participación española subvencionados por la Unión Europea en la BBDD de Cordis. Proyectos vigentes o que finalizaron en 2016.

Dentro de las convocatorias del programa NER300 existen dos proyectos Españoles, ambos sobre parques eólicos flotantes de la segunda convocatoria. A continuación, se pueden ver todos los proyectos de tecnología eólica de este programa.

Título	Descripción	Áreas de innovación	Socios	Calendario	
				Fecha de inicio	Fecha de fin
Innogy	Proyecto innovador de offshore de 54 aerogeneradores de 332 MW a 40 km al norte de la isla de Juist en la mar del Norte. Una torre meteorológica de parque monitorea las condiciones del emplazamiento.	Offshore	Alemania	La ayuda fue concedida en diciembre 2012	Las decisiones finales de inversión antes de diciembre 2016 y entrar en operación antes de diciembre 2018
Veja Mate	El proyecto comprende el diseño, la construcción y la operación de un parque eólico offshore con una capacidad de 208 MW, 32 aerogeneradores de 6,5 MW a unos 90 km de la costa.	Offshore	Alemania	La ayuda fue concedida en diciembre 2012	Las decisiones finales de inversión antes de diciembre 2016 y entrar en operación antes de diciembre 2018
Vertimed	El proyecto comprende un parque eólico offshore flotante a 50 km de Marsella de 26 MW, 13 aerogeneradores instaladas en 13 estructuras flotantes que transferirán energía a una subestación en tierra conectada a la red.	Offshore, flotante	Francia	La ayuda fue concedida en diciembre 2012	Las decisiones finales de inversión antes de diciembre 2016 y entrar en operación antes de diciembre 2018
Windfloat	El proyecto son 5 aerogeneradores flotantes con una capacidad de 27 MW a 14 km de la costa de Portugal. El proyecto se construye en dos etapas. La primera etapa consiste en 2 estructuras de apoyo y dos aerogeneradores de 3 MW, en la segunda etapa se construyen los otros 3 aerogeneradores con su estructuras de apoyo, pero de 7 MW de potencia nominal.	Offshore, flotante	Portugal	La ayuda fue concedida en diciembre 2012	Las decisiones finales de inversión antes de diciembre 2016 y entrar en operación antes de diciembre 2018

Título	Descripción	Áreas de innovación	Socios	Calendario	
				Fecha de inicio	Fecha de fin
Windpark Blaiken	Proyecto onshore en clima polar ártico en el norte de Suecia, comprendido por 90 aerogeneradores equipados con un sistema innovador para evitar la formación de hielo, incluye elemento calefactados en el borde de ataque de las palas. El proyecto se construye en tres etapas y en cada una 30 aerogeneradores, la localización será cerca de la central hidroeléctrica de Juktan conectada a la red.	Funcionamiento en clima frío	Suecia	La ayuda fue concedida en diciembre 2012	Las decisiones finales de inversión antes de diciembre 2016 y entrar en operación antes de diciembre 2018
Windpark Handalm	Proyecto ubicado en la región de Styria en Austria, consiste en un parque eólico de demostración que consta de 11 aerogeneradores a 1800 metros por encima del nivel del mar.	Funcionamiento a grandes altitudes	Austria	La ayuda fue concedida en diciembre 2012	Las decisiones finales de inversión han de realizarse antes de diciembre 2016 y entrar en operación antes de diciembre 2018
BALEA	El proyecto comprende dos aerogeneradores de 5 y otros dos de 8 MW con cimentaciones flotante. EL proyecto se localizará en la Bahía de Vizcaya en la costa de Armintza.	Offshore, flotante	España	La ayuda fue concedida en julio 2014	Las decisiones finales de inversión han de realizarse antes de junio 2018 y entrar en operación antes de junio 2020
FloCan5	Proyecto de 5 aerogeneradores offshore de 5 MW con plataformas flotantes, red interna y conexión a la red a una subestación onshore. Las cimentación son semi-sumergibles de hormigón. La localización será entre 1,5 y 3,7 km al sur este de la costas de la isla de Gran Canaria, a profundidades entre 30 y 300 m.	Offshore, flotante	España	La ayuda fue concedida en julio 2014	Las decisiones finales de inversión antes de junio 2018 y entrar en operación antes de junio 2020

Tabla 4. Proyectos de eólica en NER 300.

Como se puede comprobar gran parte de los proyectos de I+D eólicos de las empresas españolas están relacionados con temas de eólica marina, ya sea centrados en las cimentaciones, torres, conexión con las subestaciones, offshore a grandes profundidades,... Otros temas de interés, aunque en menor medida, son sistemas de almacenamiento, híbridos, minieólica, control de aerogeneradores, operación de parque eólicos en climas fríos,...

Nuevos desarrollos en cimentaciones y torres

Dentro de los desarrollos en cimentaciones y torres a nivel global, además de los ya comentados anteriormente, se están realizando los siguientes proyectos:

Título	Descripción	Áreas de innovación	Socios	Calendario	
				Fecha de inicio	Fecha de fin
Nautilus	Están diseñando una estructura semisumergible de cuatro columnas para una turbina eólica offshore de 5 MW con el objetivo de reducir el LCOE.	Offshore, flotante	Velatia, Astilleros Murueta, Tamoin, Vicinay Marine y el Centro Tecnológico Tecnalia	2014	2016
O&O Parkwind	Están cooperando para realizar el seguimiento de la monitorización de las cimentaciones. Un primer sistema de monitorización, que se instaló sobre la base de un pilar único en una turbina de 3 MW de Vestas en el parque eólico Belwind, ha estado funcionando durante casi dos años. Recientemente se han instalado dos sistemas de monitoreo adicionales en el parque eólico Northwind.	Offshore, monitorización cimentaciones	Parkwind, OWI-Lab		
TLPWIND	Diseño y desarrollo innovador concepto de TLP específico para convertirse en una solución rentable que puede soportar los peores escenarios en aguas profundas. El concepto TLPWIND consiste en una columna cilíndrica central y cuatro pontones que se distribuyen simétricamente en su parte inferior. En la parte superior de la columna central, un tronco de cono permite una transición suave entre el diámetro del cilindro principal y el diámetro de la torre de aerogeneradores.	Offshore, cimentación	Iberdrola Ingeniería y Construcción, universidad escocesa de Strathclyde y el centro de investigación Offshore Renewable Energy (ORE) Catapult		

Título	Descripción	Áreas de innovación	Socios	Calendario	
				Fecha de inicio	Fecha de fin
SATH	Consiste en dos cilindros y unos elementos de flotación horizontal con estructura de celosías. Los cilindros son láminas de sección circular, los cuales están internamente rigidizados y divididos en dos secciones por mamparas. La torre se encuentra fijada a los elementos de flotación a través de otra estructura auxiliar. Con el fin de aumentar los periodos naturales de cabeceo y balanceo, los elementos flotantes están unidos a paneles planos y horizontales sumergidos en la zona inferior de la plataforma.	Offshore, flotante	SAITEC		
LIFES50+	Desarrollo de estructuras flotantes innovadoras para aerogeneradores de 10 MW y aguas más profundas de 50 metros, y se encuentra dentro del programa H2020 de la Comisión Europea financiado con 7,3 millones de €.	Offshore, flotante	DNV-GL, DTU, MARINTEK, RAMBOLL, IDEOL, IREC, TECNALIA, CATAPULT, POLITECNICO DI MILANO, DR. TECHN. OLAV OLSEN, UNIVERSITY OF STUTTGART, IBERDROLA INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN	06-2015	10-2018

Tabla 5. Proyectos en el I+D en cimentaciones y torres.

A continuación se exponen otros intereses en desarrollos de cimentaciones y torres a nivel global:

Intereses	Descripción
Diseño de monopilotes	Las herramientas de diseño comúnmente utilizadas por la industria han evolucionado. Uso de Métodos de Elementos Finitos (FEM) para precisar el comportamiento del suelo en alta mar, importancia de la calibración exacta de estos modelos con los datos reales, medios novedosos para la determinación de la respuesta de frecuencia/resonancia in situ y de las posibles implicaciones para el diseño del monopilote en diferentes sitios.
CFMP (Concrete Filled Multi-Piles)	Se investiga la posibilidad de incorporar el sistema CFMP (Concrete Filled Multi-Piles) en las cimentaciones offshore. Los resultados indican que se reducen las cargas hidrodinámicas, mejora de la seguridad estructural y reducción de los costes de instalación.
Diseño de coste optimizado de estructuras de soporte de acero tubular	Se estudia el diseño automático optimizado de las láminas que forman la estructura con respecto a las cargas y la frecuencia, tanto para onshore como para offshore.
Evaluación de la estructura offshore	La hipótesis es que la esbeltez, las láminas flexibles delgadas en combinación con la operación de la alta velocidad del rotor, pueda mitigar la carga en los componentes estructurales de las grandes turbinas de viento, y por lo tanto reducir su coste de construcción y el coste de la energía.

Intereses	Descripción
Revisión crítica de la flotación vertical	IFP Energies Nouvelles realizó en el 2014 un estudio comparando turbinas de eje horizontal con turbinas de eje vertical para el caso offshore. Las conclusiones de este estudio son mayores costes para los aerogeneradores de eje vertical y más incertidumbres y ahorro en la estructura flotante respecto a los aerogeneradores de eje horizontal.
Dimensionamiento de un aerogenerador flotante con una Columna de Agua Oscilante	Se está estudiando una combinación de energía eólica de estructura flotante con energía undimotriz y columna de agua oscilante
Estructura flotante propuesta por EOLINK	En el que toda la estructura gira para hacer frente al viento utilizando un único punto de amarre en el que se pretende reducir el LCOE. La estructura es también más rígida y más ligera que los que utilizan una sola torre.
Cimentaciones de base de gravedad autoflotante (GBF)	Esto ha surgido como una alternativa a los convencionales, con la iniciativa de negar la necesidad de levantar objetos pesados. El peso total y las corrientes iniciales se consideran los parámetros que imponen los requisitos más exigentes. Las capacidades de la cadena de suministro existentes en términos de infraestructura disponible se evalúan críticamente mediante la evaluación de las características del puerto, lo que conduce a la identificación de los puertos más adecuados.

Intereses	Descripción
Torres de hormigón telescópicas	Estas estructuras desarrollan todas sus ventajas competitivas frente a las torres de acero cuando hay más altura y su potencial es enorme cuando la ingeniería no representa un desafío para alcanzar alturas de 120, 140, 160 metros o incluso más. La principal limitación es la escasez de grúas capaces de levantar las turbinas. Diseñar una torre, evitando el uso de grandes grúas, es una revolución para el mercado eólico ya que permite un menor coste energético y el acceso a alturas que actualmente son prohibitivas.

Tabla 6. Intereses en el I+D en cimentaciones y torres.

Por lo que respecta al programa Retos Colaboración Público-Privada del MINECO en el año 2016 se aprobaron los proyectos de la tabla siguiente. Abordan temática muy diversa, desde la aplicación de software de simulación para determinar la vida remanente de las máquinas o el mantenimiento predictivo, hasta soluciones específicas para eólica marina (tanto de control como de conexión HVDC), aerogeneradores operando en ambientes exigentes o soluciones híbridas. En general los proyectos encajan en las prioridades definidas por REOLTEC, como no podría ser de otra forma.

Título	Entidad	Financiación Total	Concedido Total
Nuevas estrategias de validación de aerogeneradores	NABRAWIND TECHNOLOGIES S.L.	4.232.883,39	3.050.468,45
Nuevas estrategias de soldeo de alta productividad para fabricación de torres eólicas offshore (PROTOS).	GRI RENEWABLE INDUSTRIES, S.L.	1.161.318,90	973.346,70
Aeroextreme- desarrollo de aerogeneradores para ambientes agresivos/extremos	GAMESA INNOVATION AND TECHNOLOGY, S.L.	1.452.160,61	1.272.910,38
Nuevas tecnologías para mini redes híbridas eólica-fotovoltaica gestionadas con almacenamiento en conexión a red y con apoyo síncrono en funcionamiento en isla mhired	FOR OPTIMAL RENEWABLE ENERGY SYSTEMS SL	513.587,98	407.222,92
Nuevo sistema anticorrosivo para torres eólicas en ambientes marinos. OFFCOAT	MUGAPE S.L.	653.344,70	509.370,07
Optimización de la Rentabilidad de Plataformas Híbridas de energía Eólica y de las Olas (ORPHEO)	INGETEAM SERVICE SA	478.464,03	416.881,79
Sistema de control Safety para aerogeneradores off-shore	INGETEAM POWER TECHNOLOGY SA	835.154,1	703.54,22
Sistema de mantenimiento predictivo de aerogeneradores (SIMMULA)	INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ENERGÍAS RENOVABLES, S.A.	473.810,55	291.636,42
Avanzado sistema de control de parques eólicos offshore con optimización de redes HVDC_ "AEOLUS"	GREEN POWER TECHNOLOGIES SL	864.161,38	756.420,83

Tabla 7. Proyectos aprobados en el año 2016 Retos-Colaboración (Fuente: MINECO)

5.3 Propiedad intelectual

5.3.1 Solicitudes de patentes europeas de origen español e invenciones nacionales de tecnologías de mitigación del cambio climático

Patentes europeas de origen español

La evolución de las solicitudes de patentes europeas de origen español en materia de tecnologías de mitigación del cambio climático¹ ha sido positiva llegando a un incremento del 400%, hasta que en los últimos años ha descendido, pasando del -13% en 2014 al -32% en 2015.

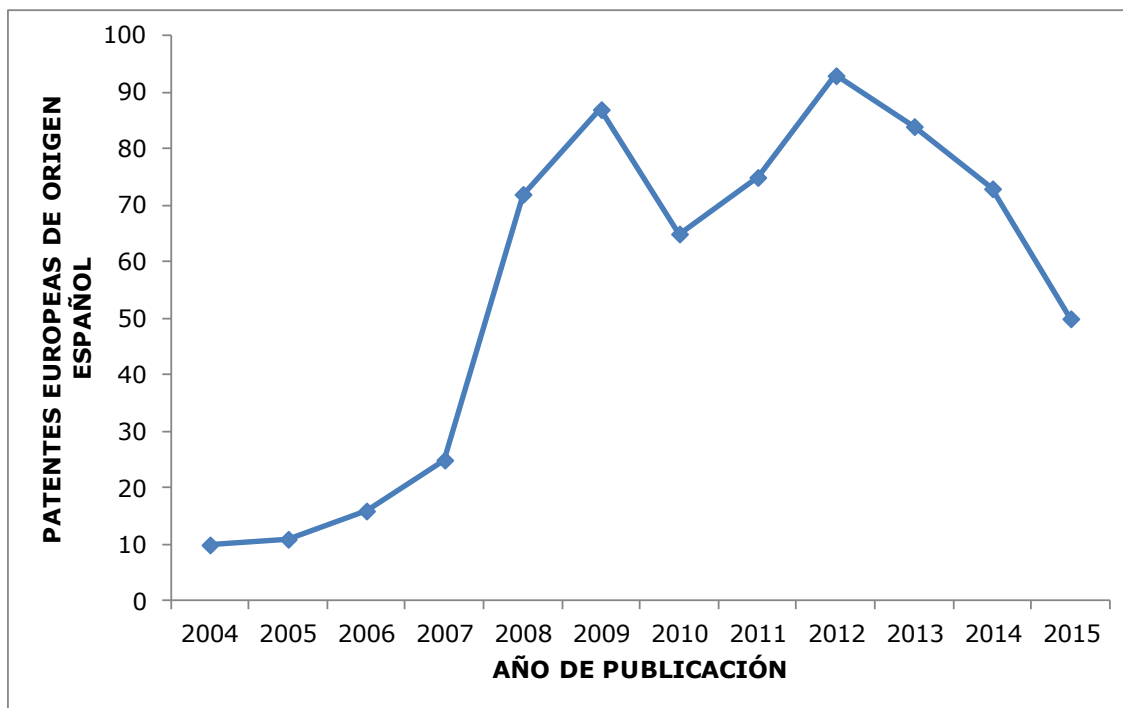


Figura 15. Solicitudes publicadas de patentes europeas de origen español dentro de tecnologías de mitigación del cambio climático, en el periodo 2004/2015. Fuente: OEPM.

¹ Tecnologías de mitigación del cambio climático engloba dos grupos, energías directas (energías renovables) e indirectas (tecnologías de residuos sólidos, captura de GHG, iluminación, cogeneración y aislamiento térmico)

La energía renovable con más volumen de solicitudes de patentes en el periodo de estudio 2004/2015 es la energía eólica, la cual representó el 42,2% del total de solicitudes publicadas de patentes europeas de origen español de las Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático. La siguiente tecnología con más solicitudes de este tipo es la Energía Solar térmica con una cantidad bastante inferior del 28,1%. Este dato confirma el peso de la industria eólica.

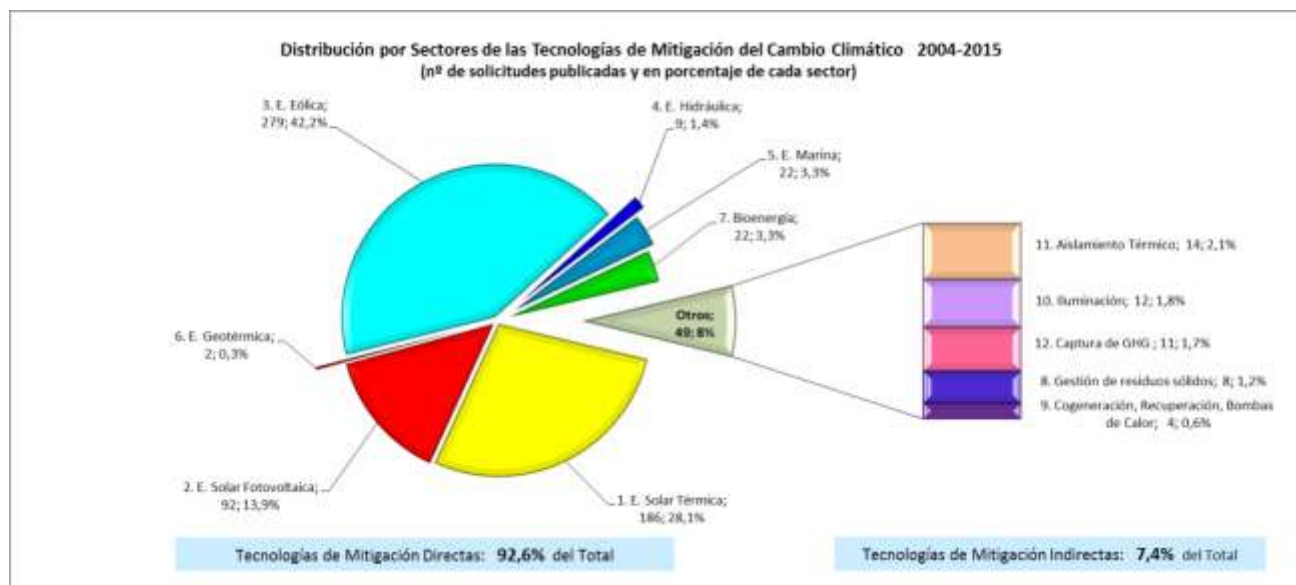


Figura 16. Solicitudes de patentes europeas de origen español publicadas y distribuidas por Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático, en el periodo 2004/2015. Fuente: OEPM.

Durante el periodo 2004-2015 el número de solicitudes publicadas de patentes europeas de origen español de energía eólica se ha mantenido a la cabeza de las Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático todos los años, a excepción del año 2011 y 2014, en los cuales la energía solar térmica adelantó a la eólica con muy poca diferencia.

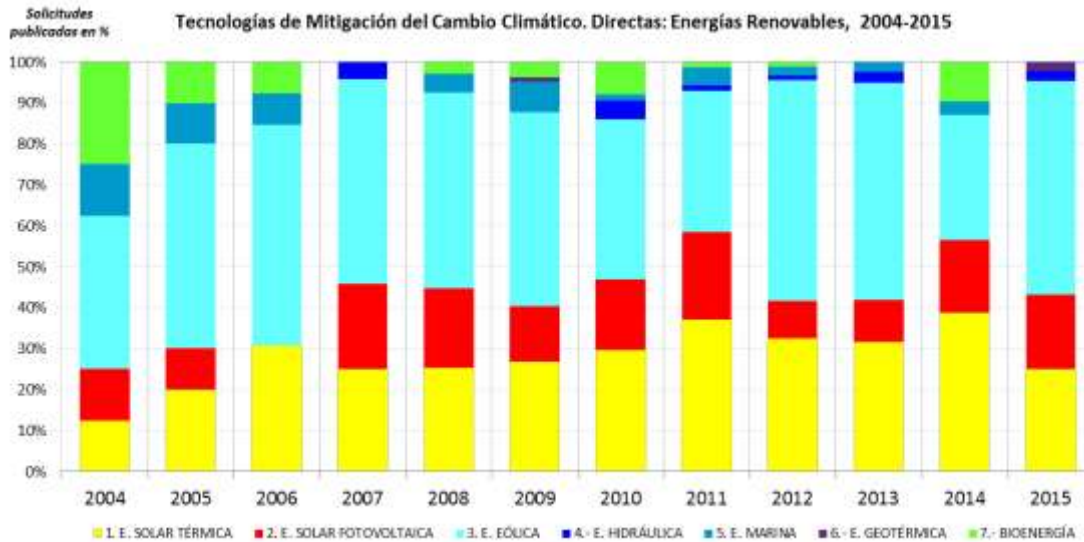


Figura 17. Solicitudes de patentes europeas de origen español pertenecientes a las Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático y por año, en el periodo 2004/2015. Fuente: OEPM.

Del total de las solicitudes de patentes europeas de origen español pertenecientes a Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático publicadas entre el 2004 y el 2015 la mayoría, el 74%, fueron solicitadas por empresas, el 18 % por particulares y el resto, 8%, por organismos públicos corresponde a organismos públicos, en los que se incluyen también las universidades

Es importante destacar el bajo peso de los organismos públicos a pesar del importante uso de la financiación pública en sus proyectos.

Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático
Distribución por tipo de solicitante de las solicitudes de Patentes Europeas
publicadas de origen español en porcentaje, 2004-2015

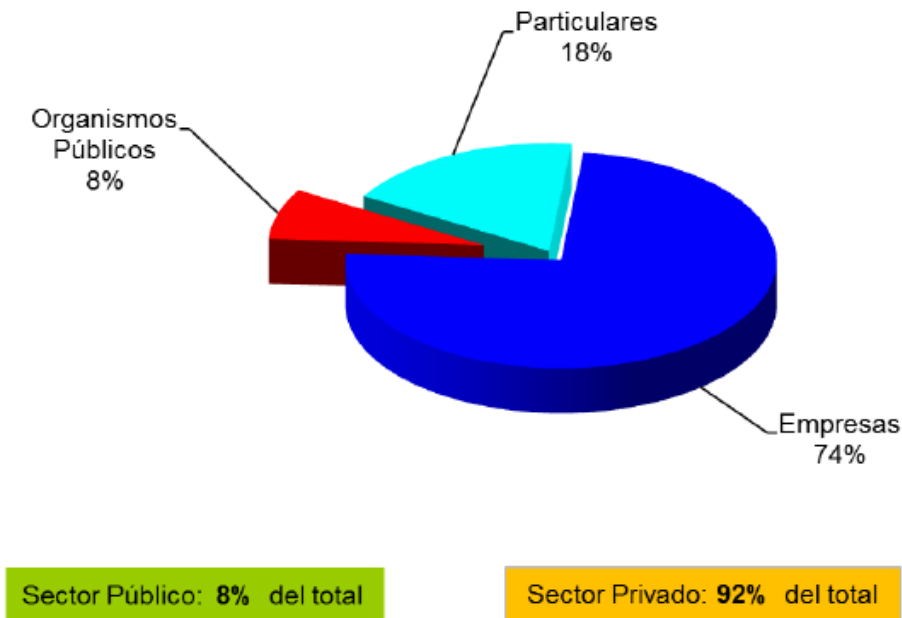


Figura 18. Solicitudes de patentes europeas de origen español publicadas en el sector de las Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático según tipo de solicitante, 2004/2015. Fuente OEPM.

Inventiones nacionales

El porcentaje de solicitudes de invenciones nacionales publicadas en los sectores correspondientes a las tecnologías de mitigación del cambio climático sobre el total de solicitudes publicadas en España, ha pasado de un 1% en el año 2004 al 5% en el año 2015, esto supone un crecimiento en este periodo de tiempo del 273%.

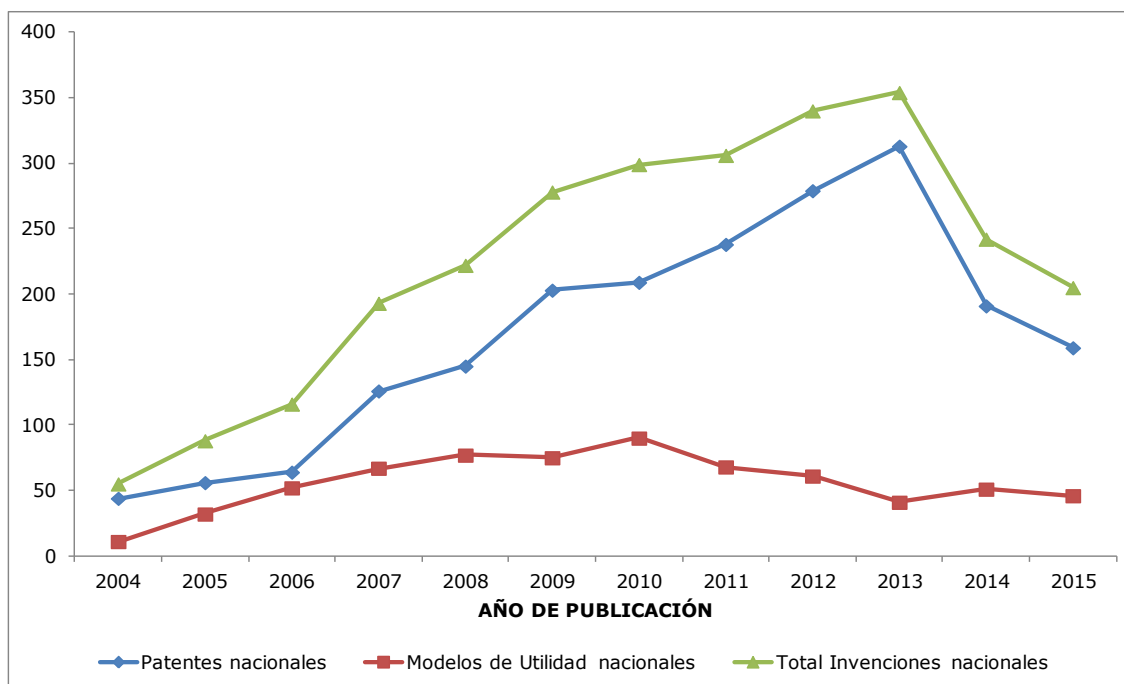


Figura 19. Solicitudes de invenciones españolas publicadas de los sectores correspondientes a tecnologías de mitigación del cambio climático, en el periodo 2004/2015. Fuente: OEPM.

La anterior figura muestra las líneas de tendencia de las solicitudes publicadas de patentes y modelos de utilidad nacionales durante los años del 2004 al 2015 correspondientes a los sectores de las tecnologías de mitigación del cambio climático. Se observa un claro aumento hasta 2013, pero en los dos últimos años del estudio hay un descenso.

La energía renovable con más volumen de solicitudes publicadas de invenciones nacionales en el periodo de estudio 2004/2015 es la solar térmica, la cual representó el 35,1% del total de este tipo de solicitudes de las Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático. La siguiente tecnología con más solicitudes de este tipo es la energía eólica con un 24,2%.

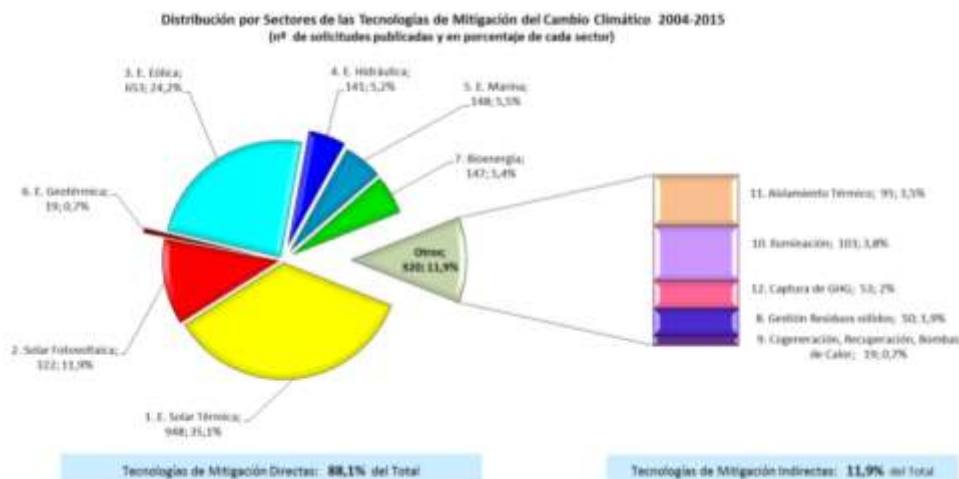


Figura 20. Solicitudes de invenciones nacionales publicadas y distribuidas por Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático, en el periodo 2004/2015. Fuente: OEPM.

Al igual que se observa en la figura anterior a lo largo de este periodo de 2004 a 2015 la tecnología que tiene más solicitudes publicadas de invenciones nacionales es la energía solar térmica en todos los años, seguida de la eólica.

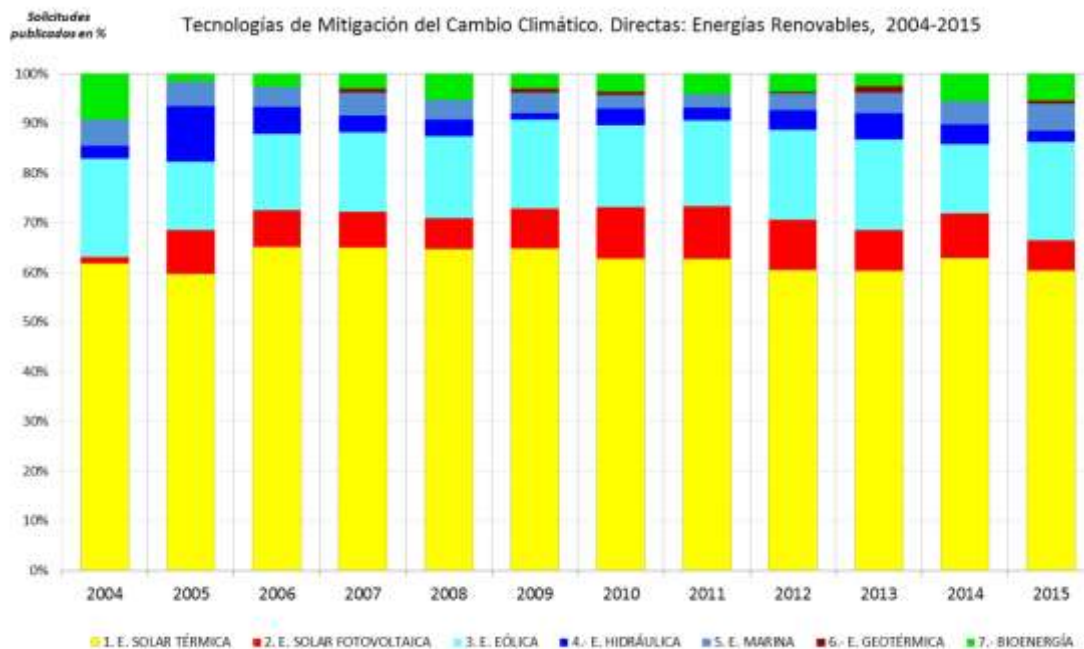


Figura 21. Solicitudes publicadas de invenciones nacionales pertenecientes a las Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático y por año, en el periodo 2004/2015. Fuente: OEPM.

Al igual que ocurría con las solicitudes de patentes europeas de origen español publicadas, el tipo de solicitante mayoritario de las solicitudes de invenciones nacionales publicadas durante el periodo 2004-2015 son las empresas (51%), seguidas de los particulares (36%). Aunque para las solicitudes de invenciones nacionales publicadas este porcentaje está más repartido en comparación con las solicitudes de patentes europeas de origen español publicadas.

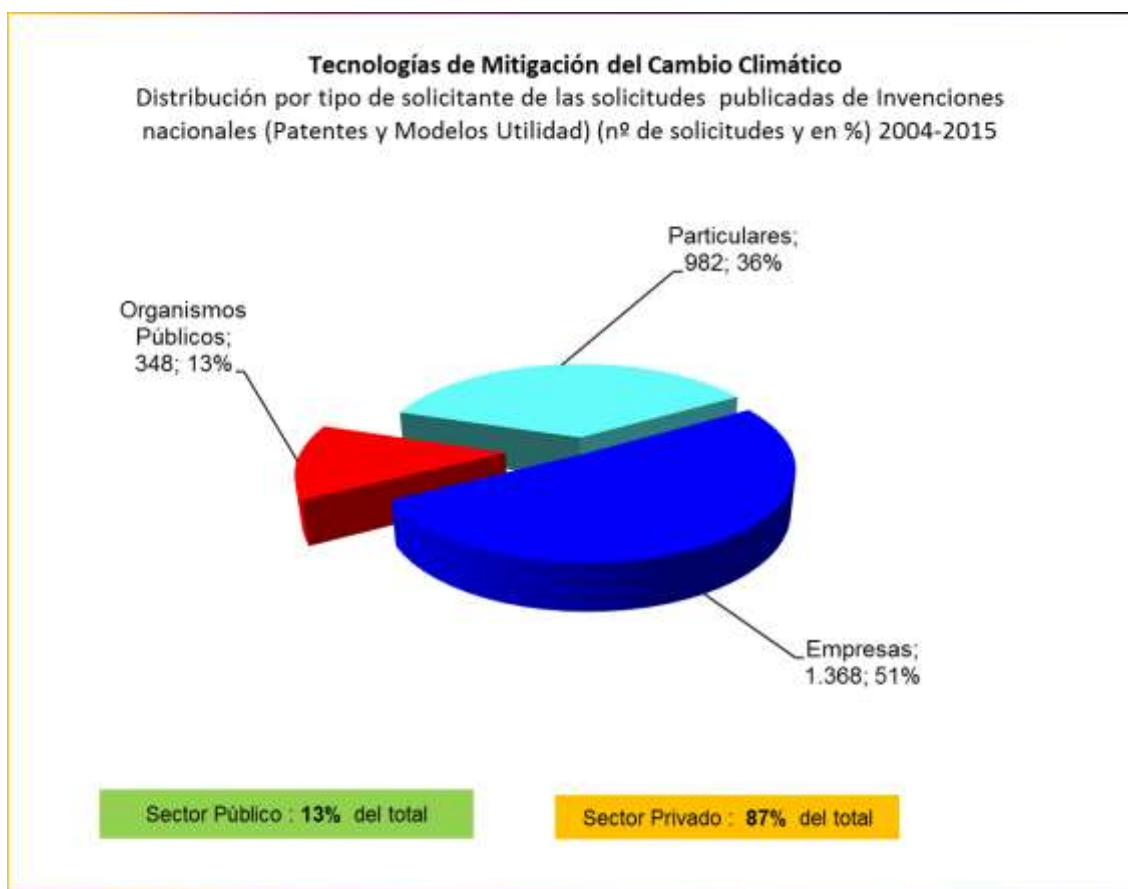


Figura 22. Solicitudes de invenciones españolas publicadas en el sector de las Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático según tipo de solicitante, 2004/2015. Fuente OEPM.

5.3.2 Solicitudes patentes europeas de origen español e invenciones nacionales eólicas

Patentes europeas de origen español

Durante este periodo de 2004 a 2015 se observa que ha habido altibajos en el número de solicitudes de patentes europeas de origen español pertenecientes al sector de la eólica, de 2004 a 2009 la tendencia fue creciente, pero los siguientes años han sufrido bajadas y subidas.

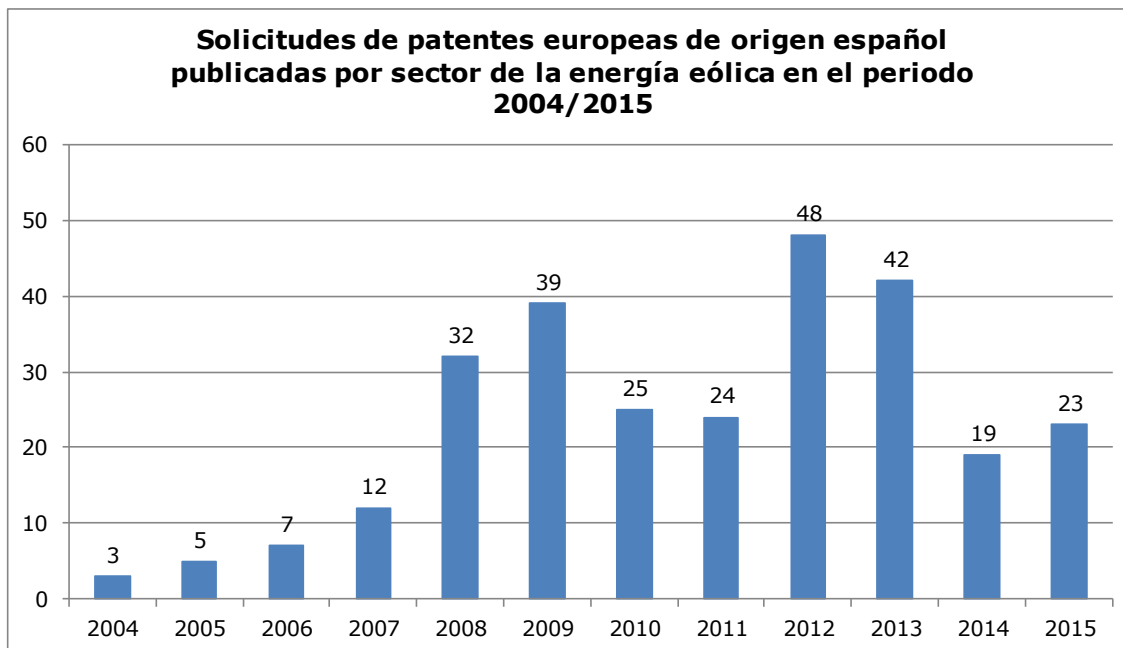


Figura 23. Solicitudes de patentes europeas de origen español publicadas por sector de la energía eólica por años, en el periodo 2004/2015. Fuente: OEPM.

La presencia de dos grandes fabricantes de aerogeneradores, Gamesa y Acciona Windpower, en Navarra hace que sea la comunidad autónoma que mayor número de solicitudes de patentes europeas de origen español publicadas de eólica, más de un 50% del total. Cabe también destacar el peso del País Vasco (numerosos centros industriales y de I+D+i) y de Cataluña (Alstom Wind).

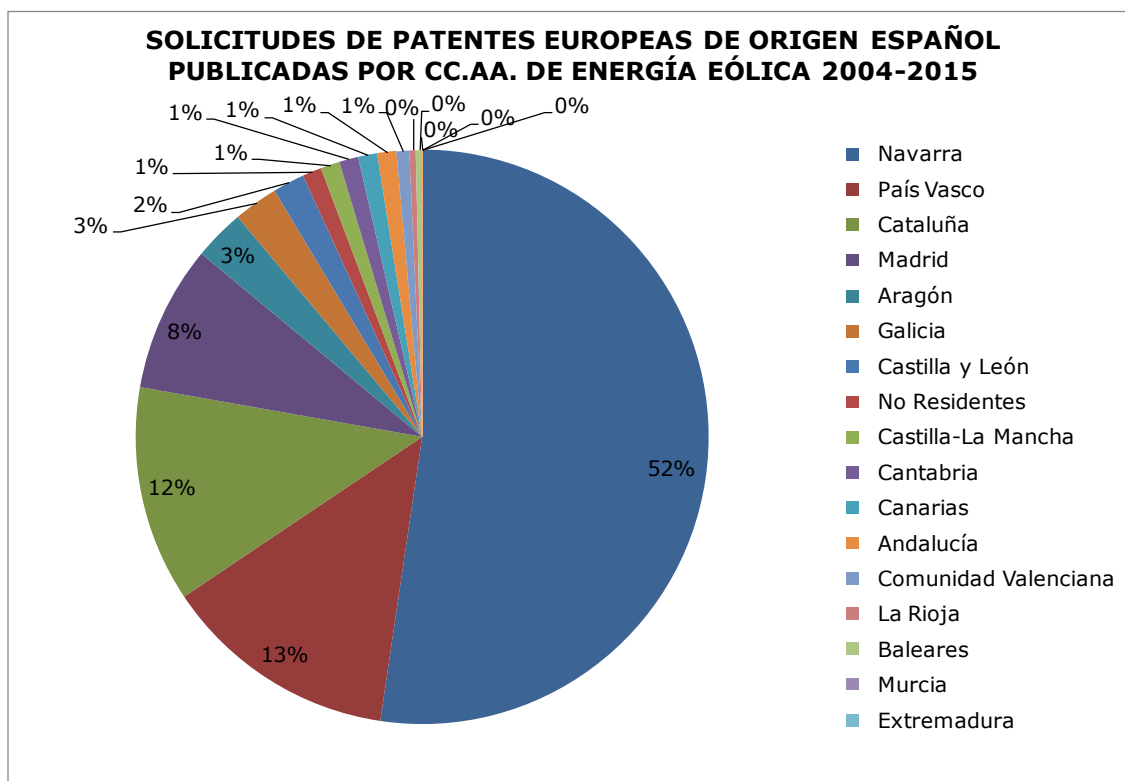


Figura 24. Solicitudes de patentes europeas de origen español publicadas en el sector de la eólica por CC.AA, 2004/2015. Fuente OEPM.

En el sector eólico durante el periodo 2004-2015 las empresas son las que mayoritariamente presentan solicitudes de patentes europeas de origen español, un 87%, frente a un 11% de particulares y un 2% de los organismos públicos.

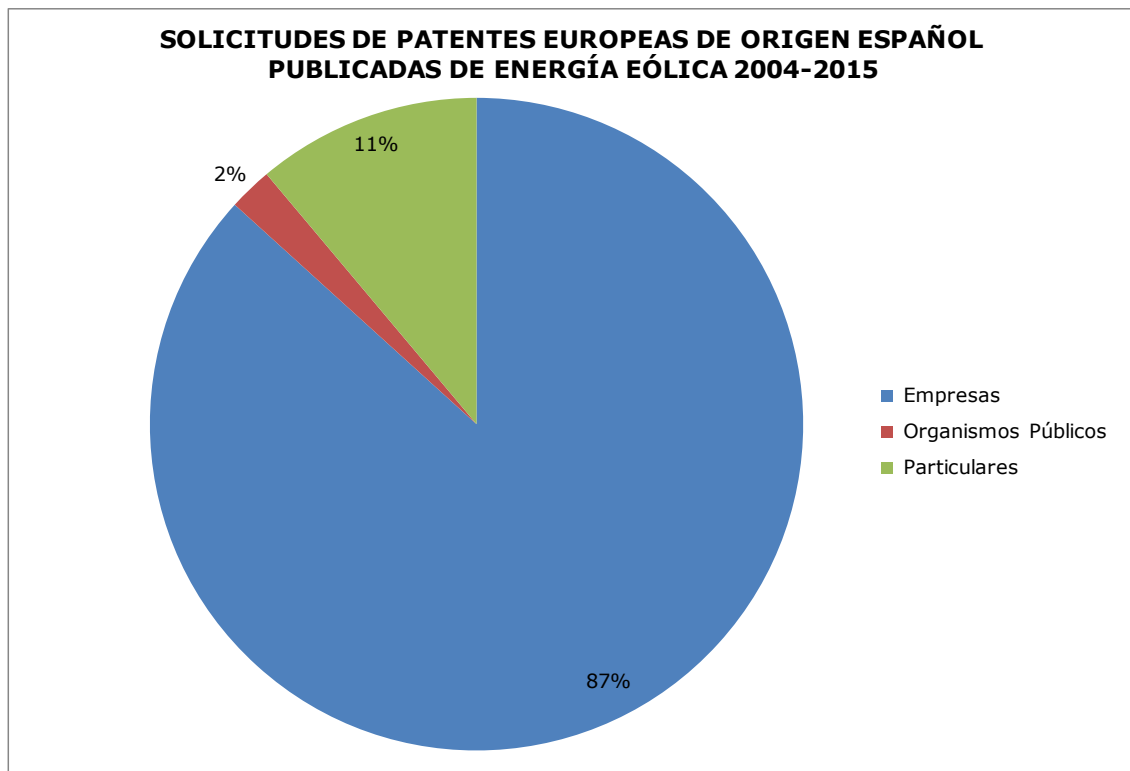


Figura 25. Solicitudes de patentes europeas de origen español publicadas por el sector de la energía eólica según el tipo de solicitante, 2004/2015. Fuente: OEPM.

Invenciones nacionales

Entre el año 2004 hasta el 2013 se observaba una clara tendencia creciente en el número de solicitudes de invenciones españolas publicadas por el sector de energía eólica, pero en los dos últimos años ha disminuido notablemente, entre 2013 y 2014 disminuyó más de un 50%.

Aunque la tendencia del número de solicitudes de patentes europeas de origen español no ha sido tan creciente como en el caso del número de solicitudes de invenciones españolas publicadas, al igual que ocurre con éstas en los años 2014 y 2015 ha disminuido notablemente con respecto a los años previos

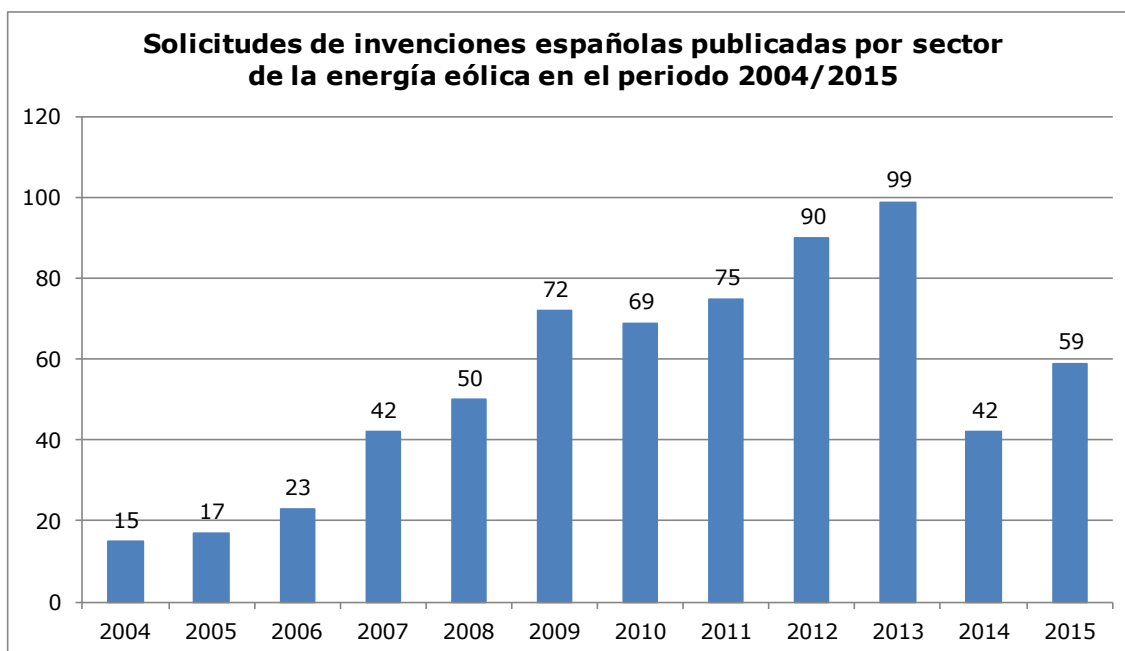


Figura 26. Solicitudes de invenciones españolas publicadas por sector de la energía eólica por años, en el periodo 2004/2015. Fuente: OEPM.

La comunidad autónoma con mayor número de solicitudes publicadas de invenciones españolas, al igual que ocurría con el número de solicitudes de patentes europeas de origen español, es Navarra. Tiene un 26%, porcentaje bastante inferior al de las solicitudes de patentes europeas con origen español que ascendía a más de la mitad del total de las solicitudes de patentes. Como ya se ha mencionado los principales fabricantes de aerogeneradores españoles tienen gran representación en esta comunidad.

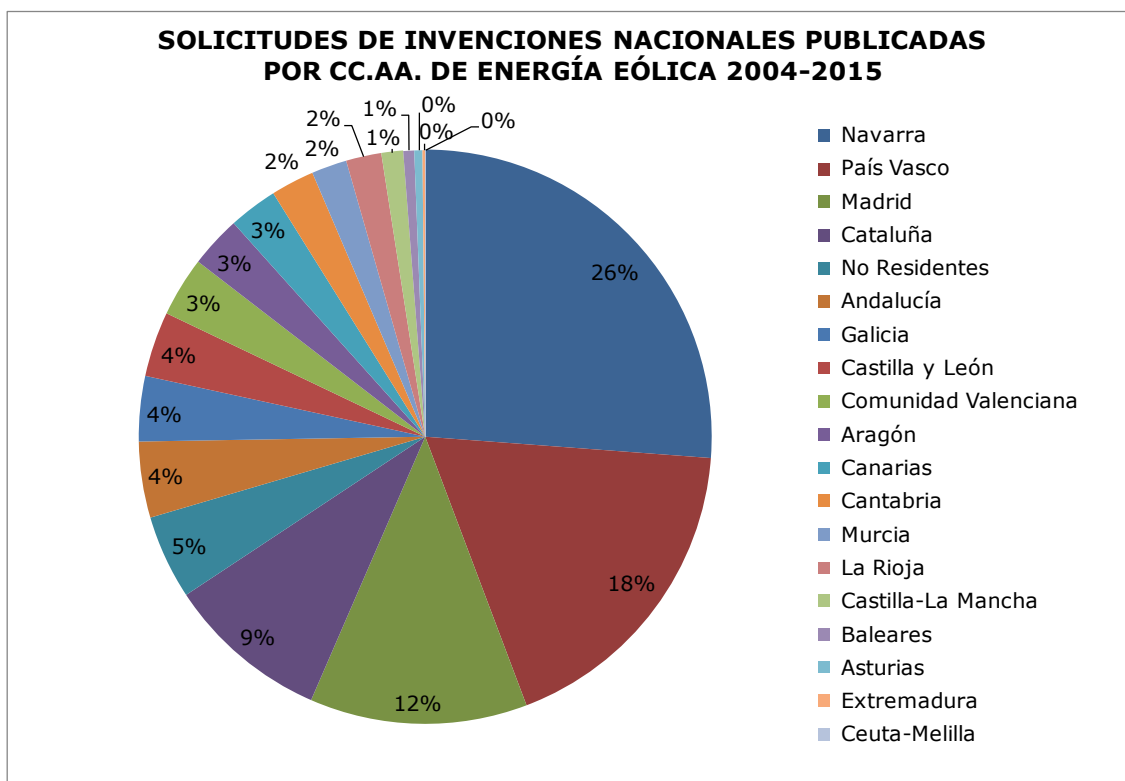


Figura 27. Solicitudes de invenciones españolas publicadas del sector de la eólica, por CC.AA. en el periodo 2004/2015. Fuente OEPM.

Los tipos de solicitantes de invenciones eólicas publicadas entre 2004 y 2015 son tanto empresas, 58% del total, como particulares, 35%, a diferencia de lo que ocurría con las patentes europeas de origen español que eran mayoritariamente empresas. Sólo el 7% de estos solicitantes son organismos públicos.

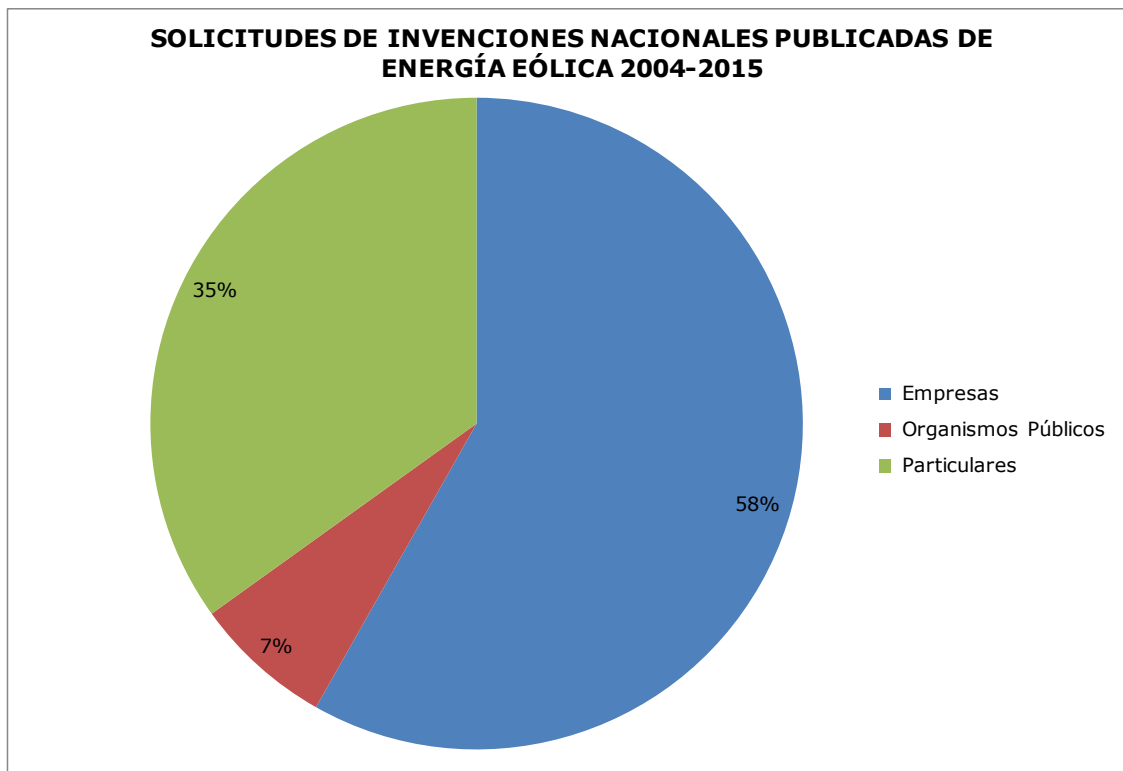


Figura 28. Solicitudes de invenciones nacionales publicadas por sector de la energía eólica según el tipo de solicitante, 2004/2015. Fuente: OEPM.

5.3.1 Patentes publicadas eólicas en función de la tecnología

A continuación se presenta la Figura 29 donde se representa por tecnología las patentes publicadas del sector eólico desde el año 2000 hasta enero de 2013 a nivel mundial.

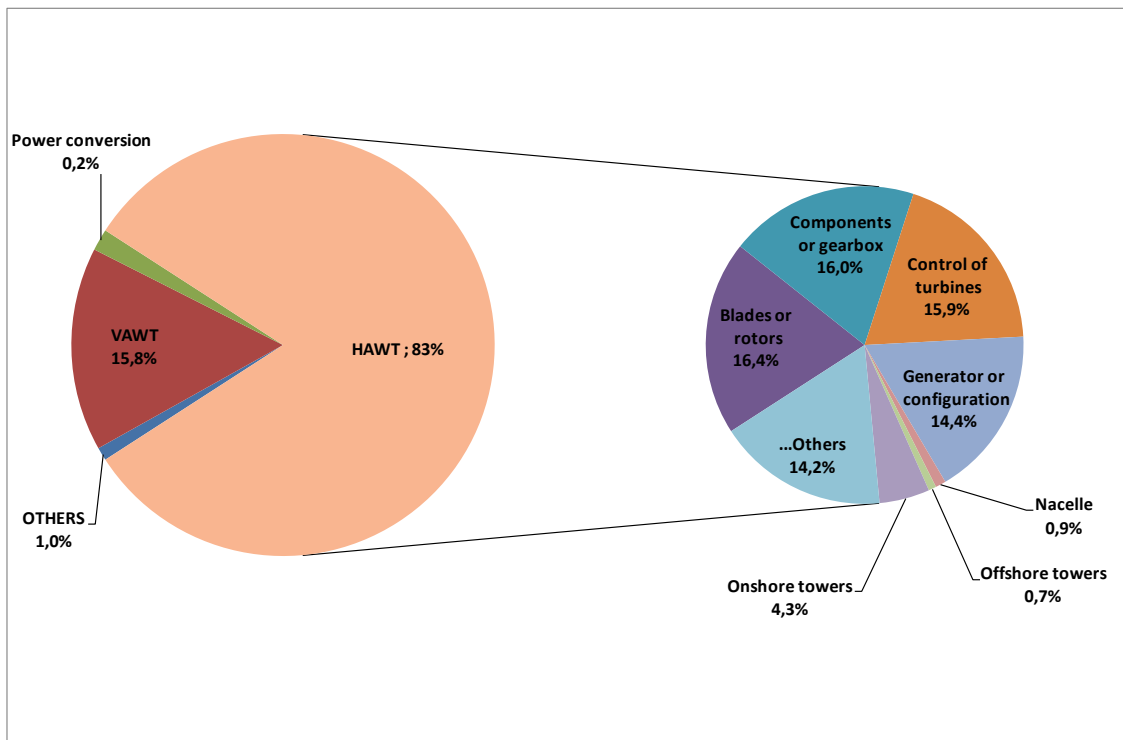


Figura 29. Familias de patentes publicadas del sector eólico desde el año 2000 hasta enero de 2013 por subcampos a nivel mundial. Fuente GPI y OEPM.

En el siguiente diagrama radial se representan los porcentajes de patentes publicadas entre 2006-2012 por subcampos de los países del solicitante respecto al total de patentes por país.

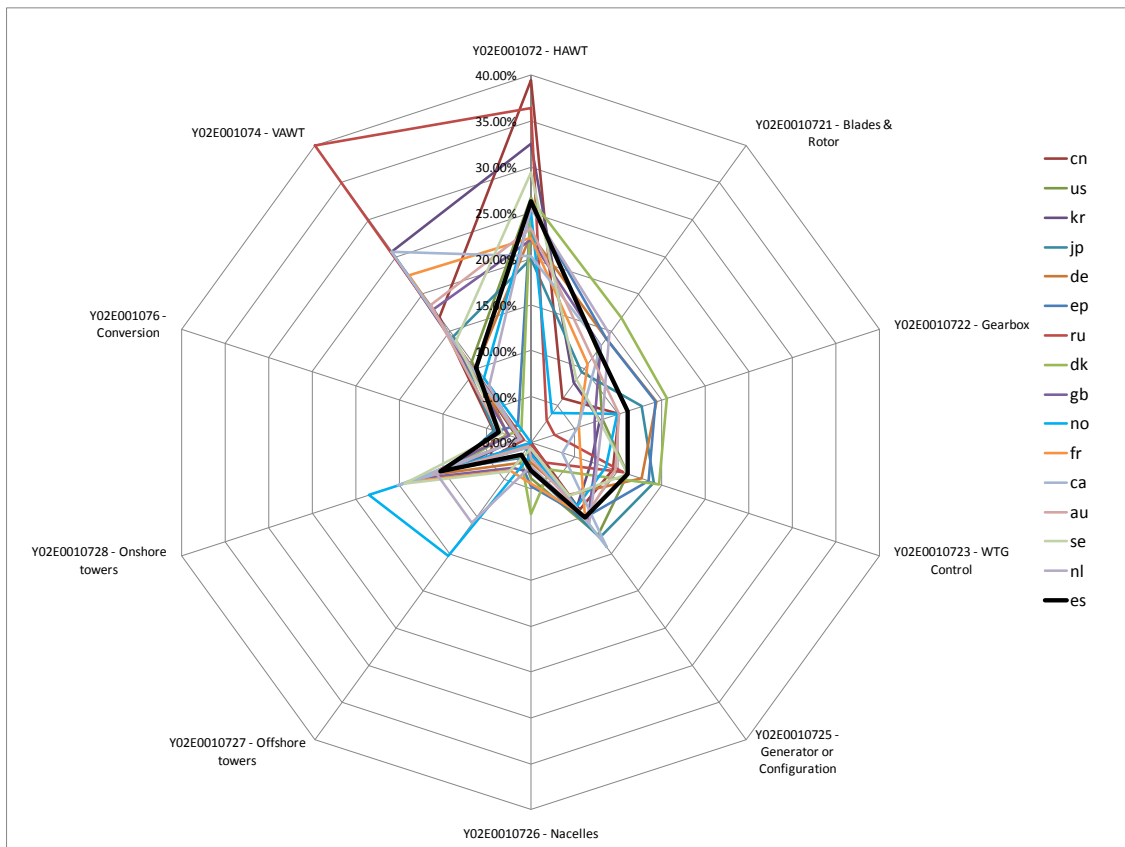


Figura 30. Porcentaje de patentes por tecnologías publicadas en 2006-2012 en relación al número total de patentes de los países del solicitante. Fuente: GPI-OEPM.

Se observa que los intereses por las diferentes tecnologías son muy similares. En relación al interés español destaca la falta de interés respecto a la tecnología VAWT respecto a otros países. En relación a otros países destaca el interés de Noruega respecto a las torres, tanto offshore como onshore, y el interés de Rusia por la tecnología VAWT.

Respecto a los intereses de España en el siguiente diagrama de tarta se observan los porcentajes del número de patentes por tecnología entre 2006-2012.

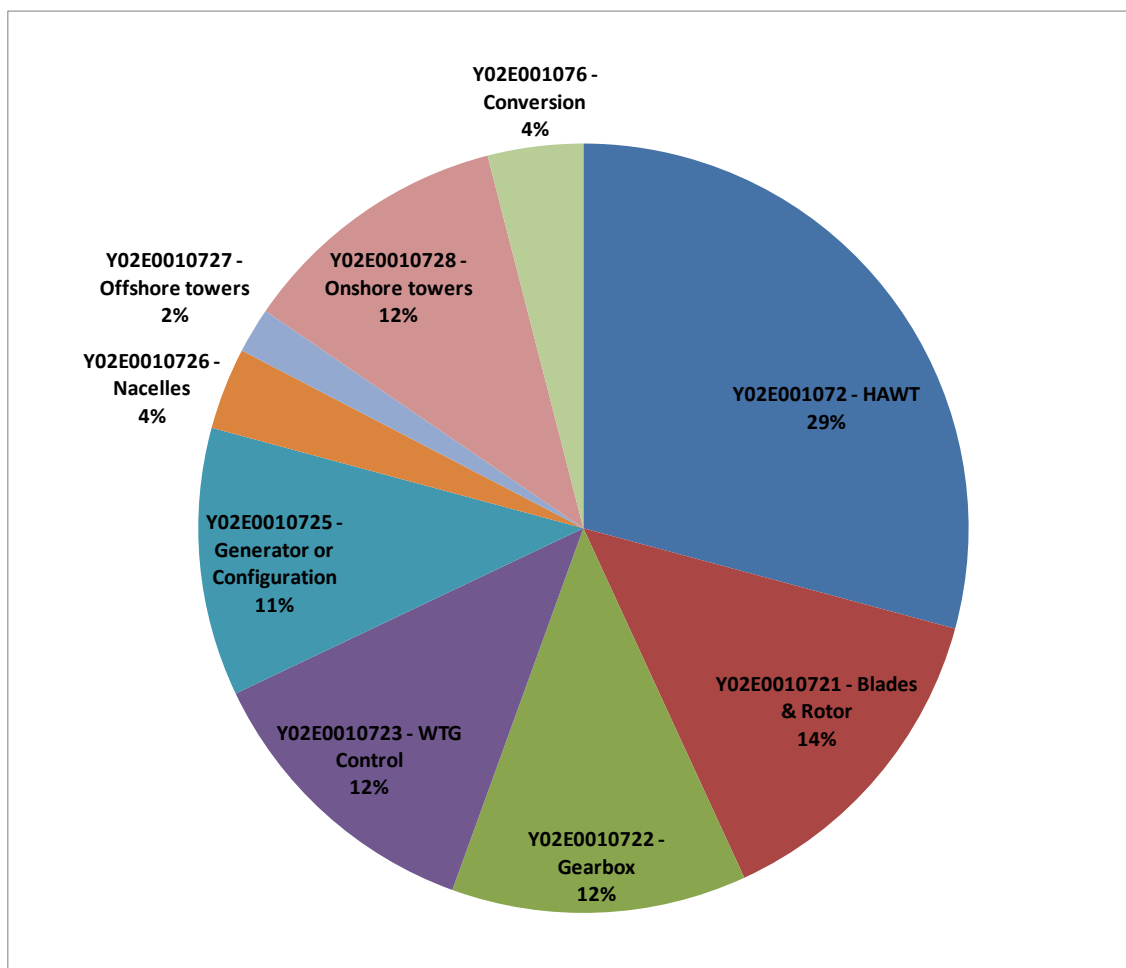


Figura 31. Familias de patente publicadas en 2006-2012 por subcampos en España. Fuente: GPI-OEPM.

El mayor número de patentes publicado por España es de la tecnología de aerogeneradores de eje horizontal (29%), seguido de rotor y palas (14%), multiplicadora (12%), control (12%) y torres onshore (12%).

Como se observa en la figura anterior, dentro de las patentes hay gran interés en los rotores y multiplicadoras, siendo estos temas prioridades dentro de los intereses de REOLTEC.

6 La industria eólica española en la encrucijada.

Resulta difícil prever cual va a ser la evolución del mercado eólico a medio y largo plazo, así como la posición de las empresas matrices de las empresas que han adquirido empresas españolas. En este apartado se realiza un análisis comparativo de los diferentes fabricantes antes de la consolidación de la fusión/compras de las empresas para visualizar los productos que podrían permanecer a medio plazo. Además se incluye

un apartado donde se exponen los resultados de las exportaciones españolas del sector eólico.

En cualquier caso la cadena de suministro de la industria española es más completa y existen fabricantes de componentes, empresas suministradoras de equipos y de servicios que siguen avanzando en desarrollar productos y diversificar mercados.

6.1 Gamesa

Gamesa se inició en 1976 como empresa subsidiaria del sector aeronáutico pero se diversificó en el año 1994 en el sector eólico con un acuerdo de participación societaria y transferencia tecnológica con la empresa danesa VESTAS. Este acuerdo concluyó en el año 2001 con la compra del 40% de la participación danesa aunque se mantuvo este acuerdo durante dos años más.

Con el objetivo de garantizar el suministro de componentes, GAMESA adquirió a fabricantes locales como ECHESA para multiplicadoras, CANTAREY para generadores eléctricos y Fundición Nodular del Norte.

Por otro lado, GAMESA compró a Endesa el fabricante español de aerogeneradores MADE y aunque mantiene parques esta marca ha sido prácticamente absorbida por la matriz.

Gamesa ha sido la empresa que más ha apostado en España por el alargamiento de la vida de los parques eólicos, para compensar la pérdida de pedidos nuevos con la venta de servicios y de repuestos.

Respecto a las grandes empresas fabricantes de bienes de equipo como GE, Siemens o Alstom, Gamesa ha presentado mayores ventajas respecto a la cercanía con el cliente y la flexibilidad, así como un interés por desarrollar parques como una estrategia de venta de máquinas.

Sin embargo y con el fin de ser líderes mundiales en eólica, Siemens y Gamesa han fusionado sus negocios eólicos en 2016. Esta unión da origen a una nueva compañía con unos ingresos de 9.300 millones de euros y una cartera de pedidos de 20.000 millones. Siemens tiene acciones de nueva emisión de la compañía resultante representativas del 59% del capital social, mientras que los accionistas actuales de Gamesa tienen el 41% restante.

La operación se ejecutó mediante una fusión por absorción de una sociedad filial española de Siemens (como sociedad absorbida) por parte de Gamesa (como sociedad absorbente). Siemens consolidará en sus cuentas las sociedad resultante.

La nueva sociedad tendrá "un alcance global en los principales mercados eólicos y presencia industrial en todos los continentes", han señalado Gamesa y Siemens, que han destacado la complementariedad de la posición del grupo alemán en Norteamérica y el norte de Europa con la del español "en mercados emergentes de rápido crecimiento como India y Latinoamérica, así como en el sur de Europa".

Respecto al offshore, durante el año 2014 Gamesa y Areva crearon una joint venture, y al año siguiente se creó la empresa Adwen cuyo fin fue el desarrollo del negocio offshore.

Durante 2016, debido a que Adwen se convirtió en una limitación para la fusión con Siemens, estuvieron escuchando ofertas para la venta de Adwen, entre las que destacó la de General Electric que fue rechazada. Finalmente, en septiembre de 2016, se decidió que fuera Gamesa la que comprara a la francesa Areva el 50 % de Adwen por 60 millones de euros. Se estima que el cierre de la operación se producirá en enero de 2017.

Al hacerse con la totalidad de Adwen, Gamesa asumirá íntegramente tres grandes contratos en Francia atribuidos a las eléctricas Engie e Iberdrola, con un total de 186 aerogeneradores con una presencia de 1.500 MW. Los aerogeneradores que se usarán serán los AD 8-180 de 8 MW, cuyo primer prototipo se está instalando en Bremerhaven (Alemania), se espera que la producción en serie comience en 2018.

Respecto al mantenimiento de aerogeneradores, en 2015 llevó a cabo una alianza con CAF para reforzar la apuesta por la tecnología predictiva en el mantenimiento de turbinas mediante la compra del 50% de NEM Solutions.

Gama de productos

La oferta actual de aerogeneradores Gamesa va desde una potencia nominal de 2 MW hasta 5 MW.

En la actualidad su catálogo de aerogeneradores no incluye offshore, aunque ha tenido máquinas offshore dentro de él.

En los últimos años Gamesa ha desarrollado las plataformas de 2,5 MW y 3,3 MW, anteriormente sus aerogeneradores pasaban de 2 MW a 5 MW de potencia nominal. El primer prototipo de 2,5 MW (G114 - 2,5 MW) de Gamesa fue instalado en 2015 y el primero de 3,3 MW (G132 - 3,3 MW) se instaló en septiembre de 2016.

Respecto al diámetro del rotor de los aerogeneradores, Gamesa ha tendido al aumento progresivo de tamaño. Un ejemplo de esta tendencia son los modelos de la plataforma de 2 MW, en 2001 se instaló el primer parque eólico con G80 (80 metros de diámetro de rotor), en 2005 se instaló el primer parque eólico con G90 (90 metros de diámetro de

rotor) y en 2014 instaló el primer parque eólico con G114 (114 metros de diámetro de rotor).

El aerogenerador Gamesa G114-2.0 MW representa una referencia en el sector por su baja densidad de potencia y contribuye a uno de los objetivos de la compañía, al reducir de forma significativa el coste de energía de los productos de Gamesa diseñados para vientos bajos y medios.

En la tabla siguiente se resume la gama de productos que en la actualidad oferta Gamesa:

Fabricante	Modelo
GAMESA	G80 - 2 MW
	G87 - 2 MW
	G90 - 2 MW
	G97 - 2 MW
	G114 - 2 MW
	G114 - 2,5 MW
	G106 - 2,5 MW
	G126 - 2,5 MW
	G132 - 3,3 MW
	G128 - 5 MW
	G132 - 5 MW

Tabla 8. Modelos de aerogeneradores del fabricante Gamesa.

Todos los aerogeneradores Gamesa han utilizado la tecnología de generadores DFIG, doblemente alimentada, hasta el desarrollo de los últimos modelos de más de 2,5 MW en los que se ha comenzado a utilizar un generador síncrono de imanes permanentes y un convertidor con tecnología full converter, por la flexibilidad en la operación, cumplimiento de códigos de red y peso de la nacelle. Este sistema incluye seis módulos trabajando en paralelo lo que permite el funcionamiento a carga parcial en caso de fallo de uno de ellos.

Los nuevos modelos de aerogeneradores Gamesa son más grandes y las palas tienen longitudes mayores, lo que hace difícil su transporte, por lo que Gamesa utiliza en las nuevas máquinas palas segmentadas creadas por ella misma y siendo uno de los primeros fabricantes en el mundo que introduce esta novedad. Los nuevos perfiles aerodinámicos de Gamesa reducen el ruido y contribuyen a maximizar la producción. Esta innovadora pala segmentada se fabrica usando una combinación de materiales en una novedosa estructura que permite reducir el peso.

El sistema de control del aerogenerador de los nuevos modelos utiliza los datos captados para regular cada pala de forma individual, minimizar las vibraciones y reducir las cargas

de ciertos componentes hasta un 30%. Este sistema de control incorpora las tecnologías más avanzadas orientadas a reducir el ruido, basadas en la optimización de la aerodinámica y del control.

Utiliza torres híbridas de hormigón y acero en los modelos de mayor altura, para optimizar los costes de esas estructuras.

El tren de potencia diseñado para la plataforma 4,5 MW-5MW de Gamesa consta de un eje principal semintegrado en una multiplicadora de dos etapas, cuya salida se realiza a media velocidad. Gracias a este diseño integrado, la unidad es más compacta y contiene menos componentes. Por otra parte, la salida a media velocidad aumenta la fiabilidad al eliminar los componentes mecánicos que giran a altas revoluciones.

Factorías

Gamesa dispone de un elevado nivel de integración, adaptable a cada mercado así como a las exigencias de fabricación local, pero en general la tendencia es diversificar proveedores.

Las factorías de Gamesa son las siguientes:

Localización	Tipo
Linares . Andalucía	Torres
Avilés. Asturias	Torres
Olazagutía. Navarra	Torres
Cuenca. Castilla la Mancha	Raíces de Pala
Miranda de Ebro. Castilla y León	Palas
As Somozas. Galicia	Palas
Aoiz. Navarra	Palas
Ágreda. Castilla y León	Ensamblaje Nacelle
Coslada. Madrid	Convertidores
Cantarey Reinosa. Cantabria	Generadores
Benissano. Valencia	Convertidores
Asteasu. País Vasco	Componentes Multiplicadoras
Munguía. País Vasco	Multiplicadoras
Lerma . Castilla y León	Multiplicadoras
Burgos. Castilla y León	Multiplicadoras
Sigüeiro. Galicia	Reparación de multiplicadoras
Chennai (India)	Ensamblaje Nacelle
Gujarat (India)	Palas
Camaçari (Brasil)	Ensamblaje Nacelle
Tianjin (China)	Ensamblaje Nacelle
Tianjin (China)	Multiplicadoras

Tabla 9. Factorías de Gamesa.

I+D+i

Gamesa entiende la innovación como un elemento clave para su desarrollo y posicionamiento en el sector, por lo que la integra en toda su cadena de valor, así como en sus productos y servicios.

En 2012 Gamesa recibió 260 millones de euros del Banco Europeo de Inversiones para invertir en I+D+i para el diseño y desarrollo de plataformas eólicas, onshore y offshore, de mayor potencia y orientadas a la reducción continua del Coste de Energía (CoE) y contribuir a reforzar la capacidad innovadora y mejorar la competitividad de los productos.

En enero de 2012 Gamesa firmó una alianza de I + D con el US Department of Energy's National Renewable Energy Laboratory (NREL) para el desarrollo de la siguiente generación de aerogeneradores offshore.

Las actividades de I+D se orientan hacia el desarrollo tecnológico de procesos y productos más eficientes y adaptados a diferentes mercados, con el objetivo de contribuir a la mejora continua de la competitividad de la energía eólica y a la consecuente reducción del coste de la energía (CoE) para sus clientes. La inversión realizada por Gamesa en 2015 ascendió a 168 millones de euros, asociada a nuevos productos y plataformas que optimizan el coste de la energía, así como a la adaptación de instalaciones para su producción.

Gamesa tiene 144 familias de patentes y un portfolio que asciende a 721 patentes en todo el mundo.

A través del Certamen de Patentes e Inventores Gamesa reconoce el esfuerzo de invención y protección de las innovaciones tecnológicas de la compañía realizado por sus empleados.

El elemento clave de la innovación en Gamesa es el Comité de Estrategia de Producto, que determina las innovaciones y los nuevos productos que desarrollará la compañía. Este Comité está formado por los directores de las principales áreas de negocio de la compañía, por el Director General Ejecutivo y los CEO de las regiones, que tratan de dar una respuesta estratégica a las necesidades de cada mercado en forma de producto, así como determinar los recursos industriales necesarios.

Por otro lado, cuenta con ocho centros tecnológicos ubicados en España (Pamplona, Madrid y Zamudio), China, India, Estados Unidos y Brasil donde en total trabajan más de

500 personas y participa en los principales proyectos internacionales, nacionales y regionales de energía eólica.

De acuerdo a los proyectos de I+D que tiene Gamesa. sus principales intereses de I+D son:

- Offshore.
- Mejora de fiabilidad.
- Mejoras de componentes.
- Generadores y equipos auxiliares para energía eólica basados en superconductores.
- Multiplicadoras multimegavatio
- Sistema avanzado de monitorización y pronosis de aerogenerador. Recomendaciones O&M.
- Reducción del coste de la energía eólica: nuevas soluciones estructurales y para el tratamiento del hielo en las palas.

6.2 Siemens Wind Power

Los aerogeneradores Siemens tienen como origen la empresa danesa Danregn . El negocio de aerogeneradores de Danregn nació en 1980 cuando se diversificó. Al año siguiente las actividades eólicas se establecieron dentro de la compañía Danregn Vindkraft. En los siguientes años la compañía exportó aerogeneradores a EE.UU. cambiando su nombre en 1983 a Bonus Energy. Fue en el año 2004 cuando Siemens adquirió a este fabricante danés de aerogeneradores, Bonus Energy.

En la actualidad tiene más de 16.300 aerogeneradores instalados con más de 31.000 MW instalados con un número de empleados de alrededor de 12.850.

Tras su fusión con Gamesa en 2016 tienen como centro de operaciones onshore España y como centro de operaciones offshore Hamburgo (Alemania) y Vejle (Dinamarca).

Gama de productos

En la tabla siguiente se resume la gama de productos que en la actualidad oferta Siemens Wind Power:

Fabricante	Modelo
SIEMENS WIND POWER	SWT-2,3-101 (2,3 MW) Onshore
	SWT-2,3-108 (2,3 MW) Onshore
	SWT-2,3-120 (2,3 MW) Onshore

Fabricante	Modelo
	SWT-4,0-120 (4 MW) Offshore
	SWT-4,0-130 (4 MW) Offshore
	SWT-6,0-154 (6 MW) Offshore Direct Drive
	SWT-3,15 -142 (3,15 MW) Onshore Direct Drive
	SWT-3,3-130 LN (3,3 MW) Onshore Direct Drive
	SWT-3,6-130 (3,6 MW) Onshore Direct Drive
	SWT-3,2-113 (3,2 MW) Onshore Direct Drive
	SWT-3,2-108 (3,2 MW) Onshore Direct Drive
	SWT-3,4-108 (3,4 MW) Onshore Direct Drive
	SWT-3,2-101 (3,2 MW) Onshore Direct Drive
	SWT-3,4-101 (3,4 MW) Onshore Direct Drive
	SWT-7,0-154 (7 MW) Offshore Direct Drive
	SWT-8,0-154 (8 MW) Offshore Direct Drive

Tabla 10. Modelos de aerogeneradores del fabricante Siemens Wind Power.

Siemens Wind Power tiene una amplia gama de modelos de aerogeneradores que van de los 2,3 MW a los 8 MW de potencia unitaria. Además, tiene modelos tanto onshore como offshore, dentro de cada una de estas tecnologías utiliza desarrollos con multiplicadora (geared) y sin multiplicadora (direct drive). El desarrollo de soluciones direct drive en general va relacionado con una mayor eficiencia, confiabilidad, reducción de costes de mantenimiento y menores pérdidas de energía

En los modelos direct drive Siemens Wind Power utiliza generadores de imanes permanentes síncronos, los cuales hacen que la eficiencia sea alta incluso a bajas cargas.

Hasta la fecha Siemens Wind Power ha introducido tres innovaciones respecto a las palas, la IntegralBlade®, la Quantum Blade, y su sucesora – la nueva generación Aeroelastically Tailored Blade.

El desarrollo de IntegralBlade® consiste en un proceso de moldeo de la pala en una sola pieza con el fin de eliminar áreas débiles de uniones, y así tener palas de calidad óptima y fiables. Siemens es el único fabricante que fabrica la palas de una sola pieza en un proceso cerrado. Con la siguiente innovación, Quantum Blade, aumentó la resistencia y disminuyó el peso de las palas. La segunda generación de Quantum Blade incorpora la tecnología Aeroelastically Tailored Blade, gracias a esta tecnología los diámetros de rotor pueden ser mayores.

Por otro lado, Siemens Wind Power ha desarrollado la tecnología NetConverter que permite maximizar la flexibilidad para el cumplimiento de los códigos de red y bajar el OPEX debido al menor desgaste de componentes

Respecto al ruido, Siemens ha desarrollado un sistema de control del ruido para los lugares cercanos a poblaciones, donde la máquina pasa de una operación normal a una operación que se ajusta de manera que no sobrepase el nivel de ruido máximo.

En cuanto al tipo de emplazamiento para los más fríos ha desarrollado De-icing System, donde integra en sus palas elementos que calientan la superficie.

Siemens Wind Power además ha desarrollado la Power Boost functionality que asegura que el parque eólico esté funcionado de tal forma que se maximice su funcionamiento. Este desarrollo incrementa la producción, dependiendo de las condiciones del emplazamiento el AEP podría verse incrementado hasta en un 4%.

Factorías

Las factorías de Siemens Wind Power son las siguientes:

Localización	Tipo
Engesvang (Dinamarca)	Palas
Brande (Dinamarca)	Palas
Aalborg (Dinamarca)	Palas
Ølgod (Dinamarca)	Bujes
Fort Madison, Iowa (EE.UU.)	Palas
Hutchinson, Kansas (EE.UU.)	Ensamblaje nacelle
Lingang City, Shanghai (China)	Palas, Nacelles
Tillsonburg, Ontario (Canadá)	Palas
Tanger Automotive City (Marruecos) en operación en 2017	Palas
Cuxhaven (Alemania), en operación en 2017	Ensamblaje nacelle
Green Port Hull , Alexandra Dock (UK). En proyecto	Palas

Tabla 11. Factorías de aerogeneradores Siemens Wind Power

I+D+i

Siemens Wind Power tiene dos centros tecnológicos de I+D en Dinamarca inaugurados en 2013, siendo éstos unos de los centros más grandes de I+D del mundo. El centro tecnológico de Brande tiene bancos de pruebas para grandes componentes del aerogenerador, incluidos generadores, rodamientos principales, palas y nacelles completas. El centro de Aalborg tiene capacidad para realizar siete ensayos en palas, incluido el ensayo de una de las palas más larga del mercado actual de 75 m de longitud, además se podrían realizar ensayos de palas mayores a ésta.

El banco de pruebas de nacelle de Brande está entre los más avanzados de la industria. Entre los dos centros cuentan con diez bancos de pruebas de palas lo que hace que tengan las instalaciones más grandes de palas.

En estos dos centros tecnológicos de I+D se realizan pruebas de vida altamente acelerada (HALT) de los componentes principales tanto para su plataforma de aerogeneradores con multiplicadora como para la plataforma direct drive. Durante las pruebas HALT Siemens Wind Power expone a sus prototipos en un periodo de hasta seis meses a cargas mucho mayores de las que experimenta normalmente el aerogenerador durante toda su vida útil.

En Estados Unidos concretamente en Boulder (Colorado) abrió en 2008 otro centro de I+D donde realiza pruebas aerodinámicas para el diseño de palas, dinámica estructural, eficiencia de palas y predicción. Este centro de I+D ha colaborado con instituciones asociadas a la investigación atmosférica, aerogeneradores e I+D, tales como NREL, NWTC (National Wind Technology Center), National Center for Atmospheric Research y the Colorado Renewable Energy Collaborative, y con universidades como University of Colorado at Boulder, Colorado State University y Colorado School of Mines.

Siemens Wind Power tiene otros centros de I+D dedicados a la energía eólica en Reino Unido en Keele (Reino Unido), Sheffield (Reino Unido), Copenhagen (Dinamarca), Aachen (Alemania) y Delft (Países Bajos).

En relación a la tecnología offshore en 2009 Siemens Wind Power en colaboración con Statoil Hydro instalaron en Noruega la primera turbina prototipo flotante. Esta tecnología elimina el coste de las cimentaciones y permite la instalación de aerogeneradores cuando las profundidades del lecho marino son muy grandes.

6.3 La fusión Gamesa – Siemens Wind Power

- La cuota de mercado de Siemens de capacidad acumulada a 2015 es de 7,5 %, mientras que para Gamesa es de 8,1 %, juntos llegarían al 15,55 % sólo por detrás de Vestas (17,1%). En cambio, si tenemos en cuenta sólo la cuota de mercado de la nueva potencia instalada en 2015, las dos empresas juntas tendrían una cuota de mercado del 13,2 %, porcentaje superior a la cuota de mercado de Goldwind (12,8%), número 1 en potencia instalada de 2015.

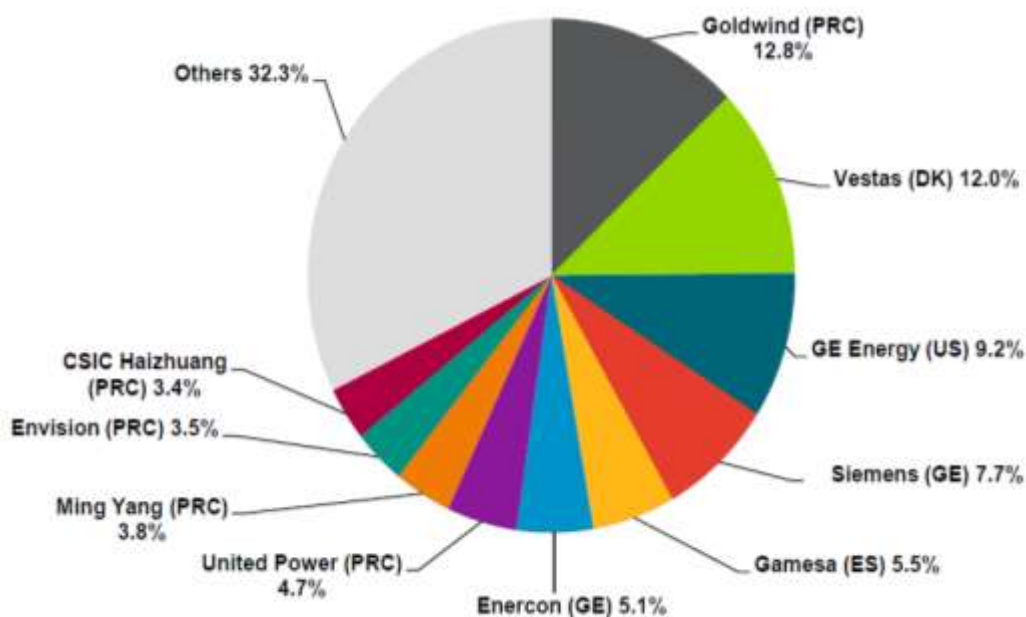


Figura 32. Top 10 capacidad instalada de los fabricantes en 2015. Fuente: Navigant Research

- Multiplicadora. Mientras que Gamesa ha seguido manteniendo la multiplicadora en sus turbinas, Siemens Wind Power apostó por introducir la tecnología Direct Drive utilizando generadores síncronos de imanes permanentes, aunque en el portfolio de productos incluye aerogeneradores también con multiplicadora.
- Palas. Ambos fabrican sus propias palas pero Gamesa también completa su producción con suministradores externos a diferencia de Siemens Wind Power. Siemens Wind Power tiene la tecnología IntegralBlade es el único fabricante cuyas palas están fundidas en una sola pieza en un proceso cerrado, lo que elimina los tradicionales puntos débiles que se encuentran en las juntas de las palas de otros fabricantes.
- Torres. Ambos fabricantes han incorporado el uso de torres de hormigón o híbridas de acero-hormigón a sus diseños a sus modelos de mayor tamaño.
- Generador. Ambos fabricantes han incluido en sus aerogeneradores de mayor tamaño generadores síncronos de imanes permanentes.
- Potencia unitaria. Mientras que la gama de modelos actuales de aerogenerador Gamesa va desde los 2 MW hasta los 5 MW los modelos Siemens Wind Power van de 2,3 MW a 8 MW (el modelo onshore Siemens Wind Power de mayor potencia unitaria es 3,6 MW).

Rango de potencia	Fabricante	Modelo	Fabricante	Modelo
2-2,5	GAMESA	G80 - 2 MW	SIEMENS WIND POWER	SWT-2,3-101 (2,3 MW) Onshore
		G87 - 2 MW		SWT-2,3-108 (2,3 MW) Onshore
		G90 - 2 MW		SWT-2,3-120 (2,3 MW) Onshore
		G97 - 2 MW		
		G114 - 2 MW		
2,5-3,5		G114 - 2,5 MW		SWT-3,15 -142 (3,15 MW) Onshore Direct Drive
		G106 - 2,5 MW		SWT-3,3-130 LN (3,3 MW) Onshore Direct Drive
		G126 - 2,5 MW		SWT-3,6-130 (3,6 MW) Onshore Direct Drive
		G132 - 3,3 MW		SWT-3,2-113 (3,2 MW) Onshore Direct Drive
				SWT-3,2-108 (3,2 MW) Onshore Direct Drive
				SWT-3,4-108 (3,4 MW) Onshore Direct Drive
>3,5				SWT-3,2-101 (3,2 MW) Onshore Direct Drive
				SWT-3,4-101 (3,4 MW) Onshore Direct Drive
		G128 - 5 MW		SWT-4,0-120 (4 MW) Offshore
		G132 - 5 MW		SWT-4,0-130 (4 MW) Offshore
		SWT-6,0-154 (6 MW) Offshore Direct Drive		
	SWT-7,0-154 (7 MW) Offshore Direct Drive			
	SWT-8,0-154 (8 MW) Offshore Direct Drive			

Tabla 12. Modelos y potencia unitaria de los aerogeneradores Gamesa y Siemens.

- Tecnología Offshore. Siemens Wind Power es líder en el mercado offshore (45,62 % de cuota de capacidad acumulada en 2015), mientras que Gamesa está más limitada en este mercado, en los últimos años ha realizado alianzas con el fin de desarrollar esta tecnología, en 2012 se alió con NREL para el desarrollo offshore, en 2013 instaló el primer prototipo offshore y en 2014 realizó una joint venture con Areva creando la empresa Adwen (6 % de cuota de capacidad acumulada en 2015).

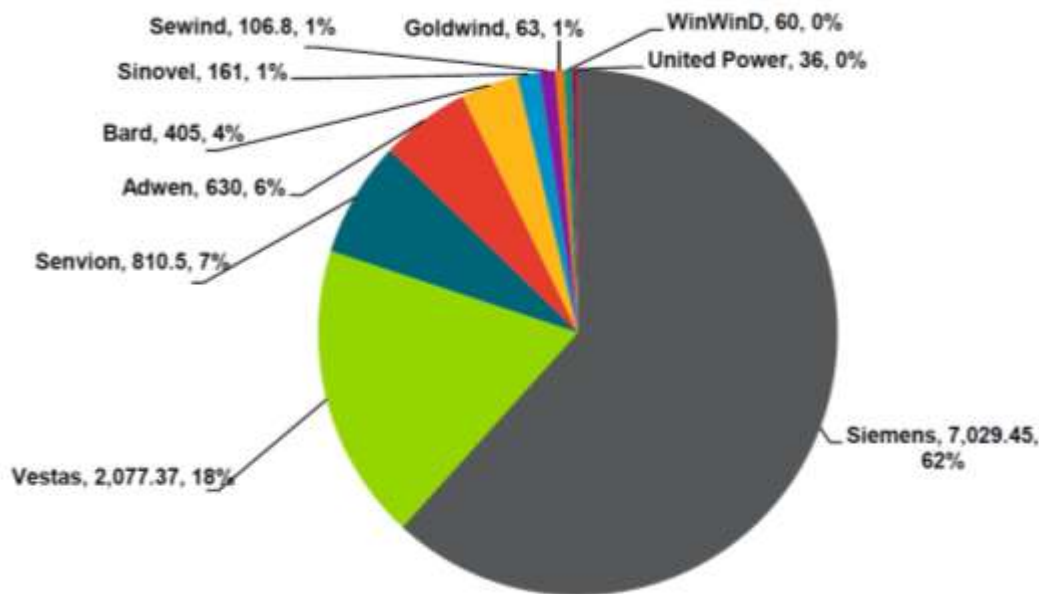












Figura 33. Top 10 capacidad acumulada de los fabricantes offshore en 2015. Fuente: Navigant Research

- Tipo de fabricante. Siemens es un fabricante global de bienes de equipos y Gamesa es puramente eólico. Los fabricantes globales de bienes de equipos están menos afectados por la volatilidad de los mercados al tener una oferta diversificada, pero como desventaja son menos cercanos y flexibles.
- Localización. Mientras Siemens Wind Power opera en más de 40 países y destaca su presencia principalmente en EE.UU. y Europa, Gamesa opera en 55 países y su presencia es particularmente relevante en mercados emergentes, tales como India y Latinoamérica.
- Clientes. Mientras que Gamesa tiene como principales clientes las utilities del sur de Europa y productores independientes de energía locales de mercados emergentes, Siemens Wind Power tiene como principales clientes las utilities del norte de Europa y EE.UU. y productores independientes de energía locales de mercados desarrollados.

Rank	Market	#1	#2	#3	#4	#5	New MW installed
1	 China	Goldwind (25%)	United Power (10%)	Envision (8%)	Mingyang (8%)	CSIC Haizhuang (7%)	30,694
2	 U.S.	GE (41%)	Vestas (36%)	Siemens (15%)	Acciona (4%)	Gamesa (2%)	8,316
3	 Germany	Siemens (29%)	Enercon (22%)	Servion (16%)	Vestas (12%)	Adwen (9%)	6,302
4	 Brazil	GE (45%)	Gamesa (34%)	Acciona (10%)	Impsa (4%)	Enercon (4%)	2,750
5	 India	Gamesa (35%)	Suzlon (20%)	Inox (19%)	Regen Power Tech (11%)	WindWorld India (5%)	2,538
6	 Canada	Siemens (53%)	Servion (17%)	GE (12%)	Enercon (10%)	Acciona (6%)	1,446
7	 Poland	Vestas (51%)	GE (22%)	Gamesa (7%)	Servion (6%)	Enercon (4%)	1,511
8	 UK	Siemens (40%)	Servion (20%)	Enercon (12%)	Vestas (11%)	Nordex (10%)	1,265
9	 France	Vestas (32%)	Enercon (22%)	Servion (16%)	Nordex (14%)	GE (8%)	1,075
10	 Turkey	Vestas (40%)	Nordex (33%)	Enercon (14%)	GE (6%)	Acciona (3%)	845
Total top 10 markets							56,742

Source: FTI Intelligence, March 2016

Tabla 13. Top 15 suministradores de aerogeneradores de los mercados principales de eólica.
Fuente: FTI Intelligence, marzo 2016.

6.4 Acciona Windpower

Acciona Windpower (AWP) nació como consecuencia de la compra del Grupo Acciona de la empresa EHN, inicialmente promotora de parques eólicos pero que a principios de la década pasada se introdujo en la fabricación de aerogeneradores. En el momento de la compra la producción de turbinas se realizaba bajo la marca Ingetur.

Los aerogeneradores de AWP son el resultado del conocimiento de operar aerogeneradores de diferentes fabricantes que incluyen tanto aerogeneradores de generador doblemente alimentados, jaula de ardilla o síncronos.

AWP ha suscrito contratos firmes para el suministro de aerogeneradores a un total de 18 países de los cinco continentes que, a diciembre de 2015, totalizan 7.170 MW.

La trayectoria comercial de la plataforma AW3000 incluye recientes pedidos en EE.UU, Canadá, Brasil, Chile, Polonia, España, Turquía y Sudáfrica.

Acciona está presente en toda la cadena de valor eólica, desde el diseño y fabricación de aerogeneradores, el desarrollo de instalaciones, el análisis financiero o la gestión de proyectos llave en mano, hasta la operación y mantenimiento de parques eólicos y la comercialización de energía o la gestión de operaciones relacionadas con la comercialización de CO₂. Además, Acciona es un operador de muchos tipos de tecnologías, por lo que tiene una amplia visión de los mercados energéticos.

Acciona Windpower ha desarrollado aerogeneradores en los rangos de potencia comerciales para atender la creciente y diversificada demanda del sector.

La estrategia de Acciona con respecto al suministro de componente es la de comprarlos a otras empresas, a diferencia de Vestas o Gamesa que han adquirido fabricantes de componentes en el pasado.

De forma similar al caso de Gamesa, Acciona Windpower se ha apoyado en la industria metal mecánica vasca, tradicional suministradora del sector del automóvil, y en la de equipamientos eléctricos, por lo que ha tenido una importante capacidad tractora en el pasado. Dado que además tiene una menor fabricación interna que sus competidores este efecto inducido en otras industrias ha sido mayor, aunque también limitado por su menor cuota de mercado.

La estrategia de Acciona Windpower se orienta principalmente a Norteamérica, Latinoamérica, Turquía y Europa. Dentro de Europa se está centrando el mercado mayoritariamente en los países escandinavos.

Acciona se interesó en un momento dado por el desarrollo de aerogeneradores marinos pero hoy parece una opción descartada, al menos a corto plazo.

ACCIONA Windpower (AWP) y Nordex han completado su fusión para crear un líder mundial de la industria eólica con la formalización de la adquisición por parte de Nordex del 100% del capital de AWP.

Gama de productos

En la tabla siguiente se resume la gama de productos que en la actualidad oferta AWP:

Fabricante	Modelo
ACCIONA WINDPOWER	AWP 70/1500 (1,5 MW)
	AWP 77/1500 (1,5 MW)
	AWP 82/1500 (1,5 MW)
	AWP 100/3000 (3 MW)
	AWP 116/3000 (3 MW)

Fabricante	Modelo
	AWP 125/3000 (3 MW)
	AW132/3000 (3 MW)

Tabla 14. Modelos de aerogeneradores del fabricante Acciona Windpower.

El aerogenerador Acciona es robusto y pesado, está sobredimensionado, lo que dificulta su competitividad en precio. La potencia unitaria es de 1,5 y 3,0 MW; dispone de soluciones adaptadas para cada emplazamiento, con rotores de hasta 132 m de diámetro sobre torres en acero u hormigón de hasta 137,5 m de altura de buje. En la actualidad el mercado se centra principalmente en las máquinas de 3 MW.

AWP es propietaria de un diseño de torre de hormigón y para su producción utiliza fábricas móviles.

Algunas de las características tecnológicas principales de la familia de turbinas AWP son las siguientes: generan a media tensión, doble apoyo del eje para reducir cargas sobre la multiplicadora, velocidad variable con control de pitch hidráulico independiente para cada pala, software de control para operación automática inteligente o sistema de mantenimiento predictivo con sensores en los componentes más críticos.

El diseño particular de los aerogeneradores Acciona de generación a 12kV, a diferencia de otros fabricantes de generación a 690 V elimina transformadores en el proceso. Esta configuración es ideal principalmente para parques eólicos cerca de la subestación (generalmente menos de 5 km). Esta tecnología disminuye las pérdidas eléctricas en una media de 1%, disminuye costes del sistema de generación y gastos de mantenimiento de los transformadores.

Factorías

Las factorías de AWP son las siguientes:

Localización	Tipo
Barasoain, Navarra	Ensamblaje nacelles
La Vall d'Uxio, Castellón	Ensamblaje nacelles
Lumbier, Navarra	Palas
West Branch, Iowa (EE.UU), Parada	Ensamblaje nacelles
Simoes Filho, Bahia (Brasil)	Ensamblaje nacelles

Tabla 15. Factorías de aerogeneradores Acciona Windpower. En la tabla no se incluyen las fábricas de torres de hormigón.

Acciona Windpower tiene una nueva fábrica en construcción en India de ensamblaje de nacelles.

I+D+i

El COE-25 es una iniciativa de AWP que implica la reducción del coste de la energía (COE) en al menos un 25%.

Para conseguir lograr este objetivo se han analizado, entre otros aspectos, los diferentes componentes de un aerogenerador –mecánicos, eléctricos, torres, palas- la logística, los costes de instalación y los costes de operación y mantenimiento.

Algunos de los proyectos en los que ha trabajado o trabaja AWP de innovación son los siguientes:

- Metodologías para palas de gran longitud.

El objetivo del mismo es desarrollar e integrar una nueva metodología de diseño y cálculo de palas que posibilite el uso de nuevos materiales y conceptos constructivos para obtener palas optimizadas, más ligeras, resistentes y fiables, para generadores de alta potencia. Para lograrlo se cuenta con la colaboración estratégica de la Universidad de Hanyang (Korea del Sur), centro de referencia en el cálculo de estructuras con materiales compuestos, quienes asesoran a ACCIONA Windpower en el empleo de novedosas teorías de cálculo (Micro Mechanics of Failure MMF, o Análisis de los Fallos Mecánicos del componente producidos a nivel microscópico) y métodos de ensayos acelerados de componentes (Accelerated Test Methods. ATM), nunca antes utilizados en la industria eólica.

- Aerogeneradores para redes débiles

El objetivo del proyecto es estabilizar la red eléctrica en entornos poco mallados mediante la investigación y desarrollo de tecnologías de control novedosas que minimicen las caídas de tensión, fluctuaciones de tensión y frecuencia, limiten el número de armónicos y el fenómeno de flicker, para garantizar una adecuada calidad de energía a los usuarios de redes débiles.

- Desarrollo de sistemas y estrategias para el incremento de la penetración eólica en emplazamientos de clima extremo.

Desarrollo de un aerogenerador con un sistema de calentamiento de pala de 3MW (válido para toda la gama de producto AW3000 en sus distintas variantes de rotores AW116, AW125 y AW132- en desarrollo) como solución tecnológica para dar respuesta a la problemática de pérdidas de producción de energía de los aerogeneradores debidas al hielo. El objetivo es que pueda ser válido tanto para prevenir la formación de hielo en las palas (funcionamiento en modo anti-icing)

en determinadas condiciones ambientales y de operación como para eliminarlo tras su formación (de-icing).

- Almacenamiento eléctrico.

El objetivo del proyecto es investigar y desarrollar nuevas soluciones para la integración de tecnologías de almacenamiento a la generación renovable, especialmente la eólica

6.5 Nordex

La compañía Nordex tiene como su origen en Givé, Dinamarca en 1985. Dos años más tarde comenzó la producción de la serie de aerogeneradores de mayor tamaño en esa época con una potencia nominal de 250 kW. En 1992 estableció sus operaciones de producción Alemania y tres años más tarde construyó la primera serie de aerogeneradores que llegaban a 1 MW de potencia nominal. Además en el 2000 fue el primero en construir una serie de 2,5 MW de potencia.

A partir del año 2001 comenzó la fabricación palas.

En el año 2006 instaló su primer aerogenerador offshore en Alemania.

En el año 2012 decidió abandonar el desarrollo de su único modelo offshore, N150 6 MW, para dedicarse únicamente a los desarrollos onshore. Nordex centró su atención en los modelos para emplazamientos de bajo viento, lanzando modelo con alturas de buje altas y largas y esbeltas palas.

Gama de productos

En la tabla siguiente se resume la gama de productos que en la actualidad oferta Nordex:

Fabricante	Modelo
Nordex	N131/3600 (3,6 MW)
	N117/3600 (3,6 MW)
	N131/3000 (3 MW)
	N117/3000 (3 MW)
	N100/3300 (3,3 MW)
	N117 (2,4 MW)
	N100 (2,5 MW)
	N90 (2,5 MW)

Tabla 16. Modelos de aerogeneradores del fabricante Nordex.

Nordex tiene en la actualidad dos generaciones de aerogenerador, la generación Delta y la Gamma. La generación Delta es la que tiene rotores mayores con mayores potencias unitarias ($\geq 3\text{MW}$).

Nordex ofrece alta eficiencia de sus aerogeneradores para emplazamientos de todo tipo de clases. Innovaciones basadas en soluciones tales como el Anti-Icing-System, nivel bajo de ruido y una amplia gama de soluciones de torre.

La temperatura de funcionamiento estándar de los aerogeneradores de generación Delta se amplía: los aerogeneradores pueden funcionar incluso a temperaturas de hasta -20 grados Celsius.

Todos los modelos de máquina Nordex tienen generador asíncrono doblemente alimentado. Además, Nordex apuesta por sistemas de transmisión de alta velocidad con multiplicadoras, a pesar de que muchos fabricantes tiendan al direct drive donde los rotores se conectan directamente al generador a baja velocidad sin multiplicadora. En Nordex se piensa que muchos de los problemas que en la actualidad se relacionan con las multiplicadoras no se deben a ésta sino a fallos en el diseño y la producción.

El modelo N117 para ambas potencias unitarias, 3 MW y 3,6 MW, tiene la posibilidad de tener una altura de buje de 141 m (torre híbrida) especialmente indicada para los emplazamientos complejos tales como bosques.

Factorías

Las factorías de Nordex son las siguientes:

Localización	Tipo
Rostock (Alemania)	Ensamblaje nacelle y Palas
Dongying (China), Parada	Palas
Yinchuan (China), Parada	Ensamblaje nacelle
Jonesboro, Arkansas (EEUU)	Ensamblaje nacelle

Tabla 17. Factorías de aerogeneradores Nordex.

I+D+i

En 2014 el Banco Europeo de inversiones (BEI) concedió un préstamo a Nordex de 100 millones de euros para su programa de I+D en el campo de la fabricación e instalación de aerogeneradores de 2014 a 2017. Las actividades de RDI (Research, Development and Innovation) se llevarán a cabo en el centro de Rostock (Alemania), así como en cooperación con proveedores e institutos de investigación de la Unión Europea

Nordex en este programa busca incrementar la eficiencia de sus soluciones técnicas para el aumento de su competitividad, además quiere lograr la paridad de red para todos los emplazamientos estándar.

6.6 La integración Acciona Windpower - Nordex

- La cuota de mercado de Nordex en capacidad acumulada a 2015 es de 3 %, mientras que para AWP es de 1,4 %, juntos llegarían al 4,4 %, llegando al puesto séptimo del ranking por detrás de Enercon (9,1%) y por delante de United Power (3,2%). En el caso de tener en cuenta sólo la cuota de mercado de la nueva potencia instalada en 2015, las dos empresas juntas tendrían una cuota de mercado del 4,9 %, seguirían en el puesto séptimo del ranking.
- Multiplicadoras. Tanto Nordex como AWP apuestan por soluciones que mantengan a la multiplicadora.
- Generador. Ambas empresas utilizan generadores asíncronos doblemente alimentados.
- Torres. Las torres que utiliza Nordex son torres de aceros altas e híbridas, mientras que AWP es propietaria de un diseño de torre de hormigón y para su producción utiliza fábricas móviles de hormigón.
- Tecnologías destacadas. Tecnológicamente Nordex y AWP se complementan ya que Nordex destaca por su tecnología en palas de fibra de carbono, nivel bajo ruido y Anti-Icing System (AIS), mientras que AWP ha desarrollado torres de hormigón diseñadas para la fabricación on-site.
- Especialización. Mientras que Nordex está especializado en climas fríos, ha desarrollado el Anti-Icing System (AIS) para las palas, AWP se especializa en la ejecución de grandes proyectos.
- Localización. Nordex cuenta con una importante presencia en Europa, mientras que Acciona Windpower está consolidada en Norteamérica y Latinoamérica, con plantas de producción en Estados Unidos, Brasil y España y una nueva fábrica en construcción en India. La empresa resultante de la unión de ambas compañías nace con una cartera de pedidos aproximada de 2,8 GW en todo el mundo.
- Tipos de proyectos. Los aerogeneradores Nordex están especialmente diseñados para complejidades técnicas y zonas más pobladas, ya que tienen soluciones sofisticadas de aerogeneradores y están especialmente indicados para lugares con restricciones de ruido, mientras que la AW1500 y el AW3000 son aptas para

proyectos de gran envergadura en zonas con menor densidad de población. Acciona Windpower se ha centrado en soluciones de aerogeneradores con bajo CAPEX y sus proyectos tipo son grandes de unos 100 MW en mercados emergentes.

- Clientes. El tipo de cliente de Nordex es pequeño o de tamaño mediano, sus encargos suelen ser de entre 15 y 30 MW, mientras que el cliente de Acciona Windpower es un gran desarrollador o un productor de energía productor independiente de energía, sus encargos son de unos 100 MW.
- Offshore. Ambas compañías hicieron intentos por meterse en el desarrollo offshore, pero ambas lo descartaron a corto plazo.

Rango de potencia	Fabricante	Modelo	Fabricante	Modelo
<2,5	ACCIONA WINDPOWER	AWP 70/1500 (1,5 MW)	NORDEX	N117 (2,4 MW)
		AWP 77/1500 (1,5 MW)		N100 (2,5 MW)
		AWP 82/1500 (1,5 MW)		N90 (2,5 MW)
AWP 100/3000 (3 MW)		N131/3600 (3,6 MW)		
AWP 116/3000 (3 MW)		N117/3600 (3,6 MW)		
AWP 125/3000 (3 MW)		N131/3000 (3 MW)		
AW132/3000 (3 MW)		N117/3000 (3 MW)		
>=3				

Tabla 18: Modelos de aerogeneradores ACCIONAWP y NORDEX

6.7 Exportaciones eólicas españolas

En 2015 España se posicionó en el cuarto puesto de los países exportadores de tecnología eólica, por detrás de China (pero los datos son de 2014), Alemania y Dinamarca y por delante de Japón y EEUU, de acuerdo a los datos de UN-Comtrade.

Respecto del saldo comercial España llega al tercer puesto en el ranking mundial ya que prácticamente no importa tecnología eólica mientras que Alemania tiene un mercado interior que absorbe también tecnología de otros países.

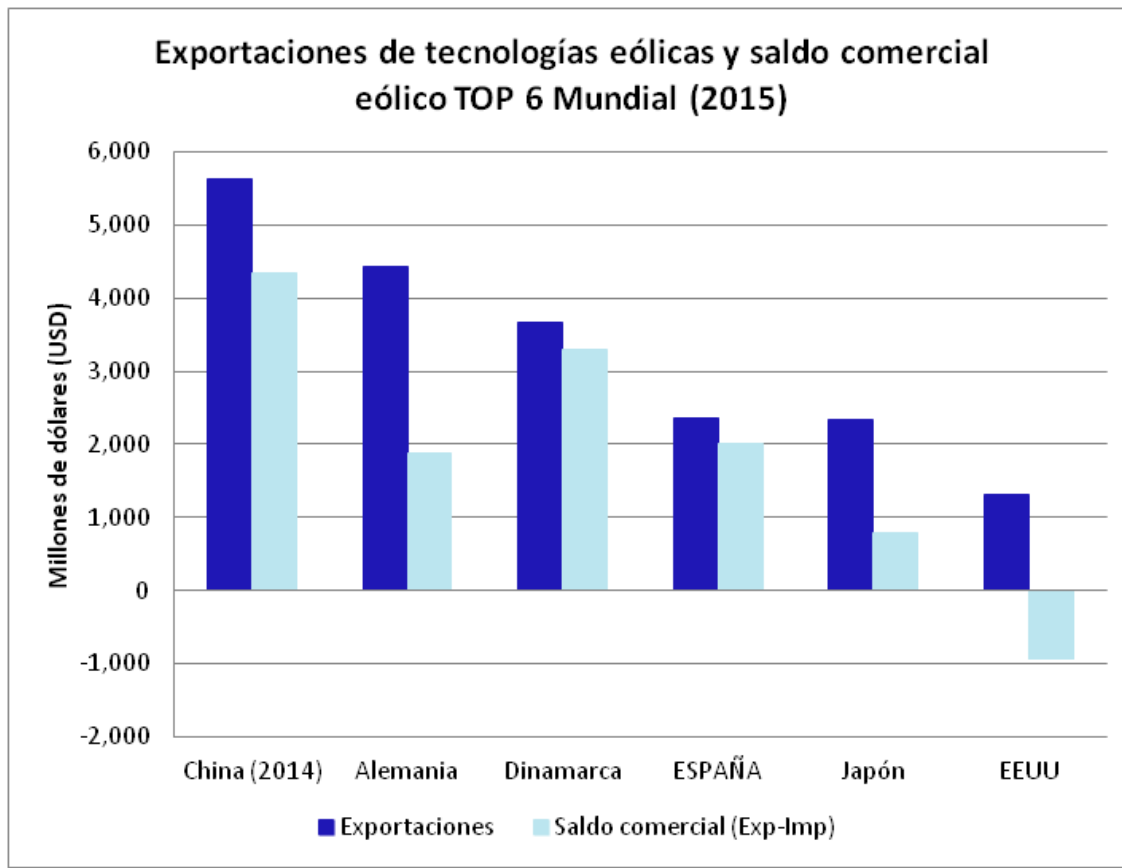


Figura 34. Exportaciones de tecnologías eólicas y saldo comercial eólico TOP 6 mundial (2015).
Fuente: UN-Comtrade y elaboración AEE (Los datos de China son de 2014 porque aún no ha reportado los datos de 2015).

La Industria eólica en 2015 aportó al saldo del comercio exterior más de 2.200 M € de la economía española, con un incremento del 18% respecto al año anterior. Desde 2010 la industria eólica española ha contribuido con más de 11.108 Millones de euros al saldo comercial del país.

Saldo comercio exterior sector industrial eólico 2010-2015

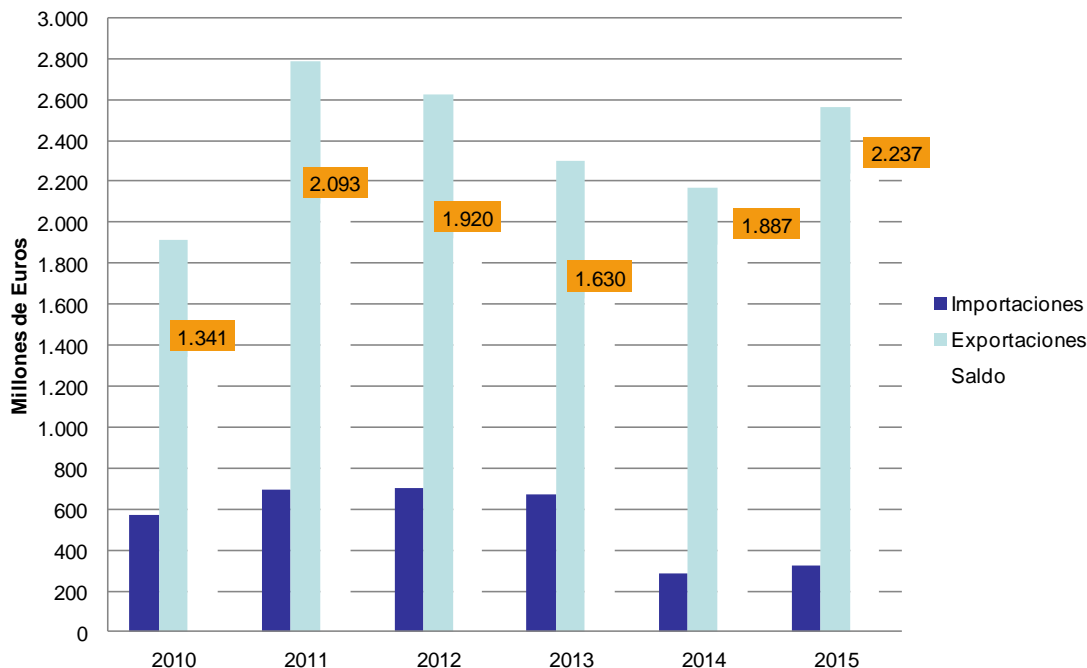


Figura 35. Saldo comercio exterior sector industrial eólico en España 2010-2015. Fuente: Ministerio de Economía y competitividad, DATACOMEX, y elaboración AEE.

Como se observa en la Figura 36 sector de la industria del vino tiene un saldo comercial parecido al de la industria eólica, mientras que es muy superior a sectores como el del calzado y las frutas, hortalizas y conservas.

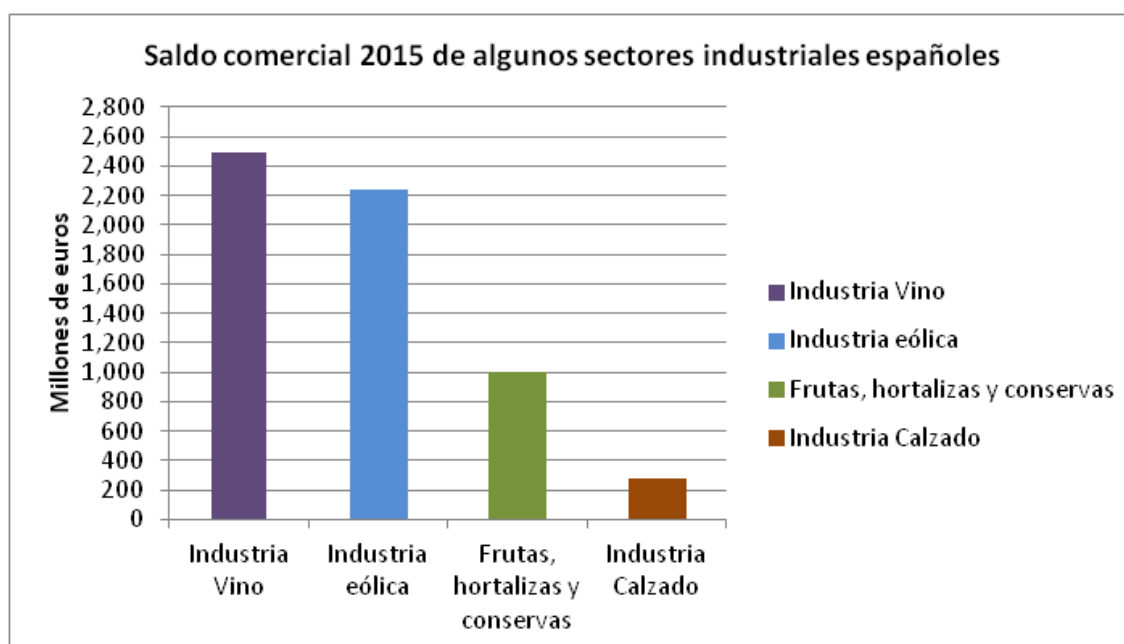


Figura 36. Saldo comercial 2015 de algunos sectores industriales españoles. Fuente: Ministerio de Economía y competitividad, DATACOMEX, y elaboración AEE.

Si se analiza el tipo de componente eólico que se ha exportado España, como se puede ver en la siguiente figura, el aerogenerador completo es lo que más ha exportado desde el año 2000 al 2014 la mayoría de los años. A partir del año 2010 es también muy notable la exportación de palas y torres.

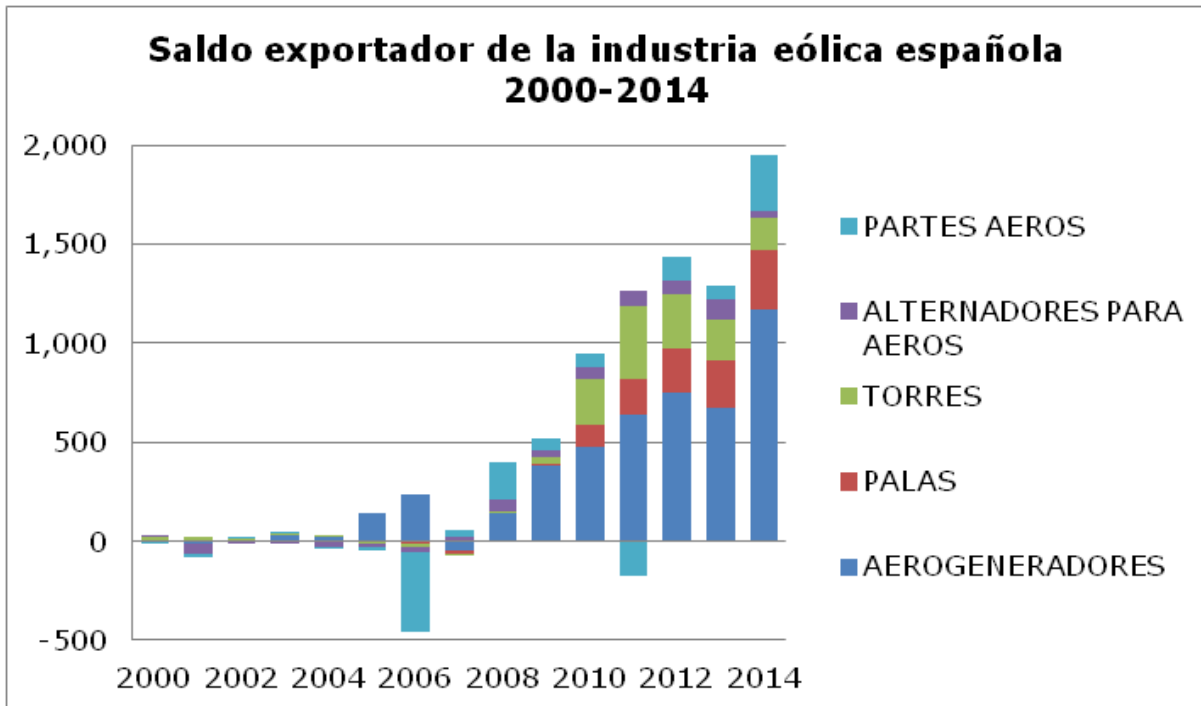


Figura 37. Saldo exportador de la industria eólica española 200-2014. Fuente: DATACOMEX.

7 Anexo I. Abreviaturas de países


ABREVIATURA	PAÍS
AE	Emiratos Árabes Unidos
AG	Antigua y Barbuda
AL	Albania
AM	Armenia
AO	Angola
AR	Argentina
AT	Austria
AU	Australia
AZ	Azerbaiján
BA	Bosnia y Herzegovina
BB	Barbados
BE	Bélgica
BF	Burkina Faso
BG	Bulgaria
BH	Barein
BJ	Benin
BN	Brunei Darussalam
BO	Bolivia
BR	Brasil
BW	Botswana
BY	Bielorrusia
BZ	Belice
CA	Canadá
CF	Rep. Centroafricana
CG	Congo
CI	Costa de Marfil
CL	Chile
CM	Camerún
CN	China
CO	Colombia
CR	Costa Rica
CS	Checoslovaquia
CU	Cuba
CY	Chipre
CZ	Rep. Checa
CH	Suiza
DD	Rep. Dem. Alemana
DE	Alemania
DK	Dinamarca
DM	Dominica

ABREVIATURA	PAÍS
LC	Santa Lucía
LI	Liechtenstein
LK	Sri Lanka
LR	Liberia
LS	Lesoto
LT	Lituania
LU	Luxemburgo
LV	Letonia
LY	Libia
MA	Marruecos
MC	Mónaco
MD	Rep. Moldavia
ME	Montenegro
MG	Madagascar
MK	Rep. Macedonia
ML	Mali
MN	Mongolia
MR	Mauritania
MT	Malta
MW	Malauí
MX	México
MY	Malasia
MZ	Mozambique
NA	Namibia
NE	Níger
NG	Nigeria
NI	Nicaragua
NL	Países Bajos
NO	Noruega
NZ	Nueva Zelanda
OM	Oman
PA	Panamá
PE	Perú
PG	Papua Nueva Guinea
PH	Filipinas
PL	Polonia
PT	Portugal
QA	Qatar
RO	Rumania
RU	Federación Rusa


ABREVIATURA	PAÍS
DO	República Dominicana
DZ	Argelia
EC	Ecuador
EE	Estonia
EG	Egipto
ES	España
FI	Finlandia
FR	Francia
GA	Gabón
GB	Reino Unido
GD	Granada
GE	Georgia
GH	Ghana
GM	Gambia
GN	Guinea
GQ	Guinea Ecuatorial
GR	Grecia
GT	Guatemala
GW	Guinea-Bissau
HN	Honduras
HR	Croacia
HU	Hungría
ID	Indonesia
IE	Irlanda
IL	Israel
IN	India
IS	Islandia
IT	Italia
JP	Japón
KE	Kenia
KG	Kirguizistán
KM	Comoros
KN	San Kits y Nevis
KP	Rep. Pop. Dem. Corea
KR	Rep. Corea
KZ	Kazajstán
LA	República Democrática PopoluarLao

ABREVIATURA	PAÍS
RW	Rwanda
SC	Seychelles
SD	Sudán
SE	Suecia
SG	Singapur
SI	Eslovenia
SK	Eslovaquia
SL	Sierra Leona
SM	San Marino
SN	Senegal
ST	Santo Tomé y Príncipe
SU	Unión Soviética
SV	El Salvador
SY	Rep. Árabe Siria
SZ	Suazilandia
TD	Chad
TG	Togo
TH	Tailandia
TJ	Tayikistán
TM	Turkmenistán
TN	Túnez
TR	Turquía
TT	Trinidad y Tobago
TW	Taiwán
TZ	Rep. Unida de Tanzania
UA	Ucrania
UG	Uganda
US	Estados Unidos
UZ	Uzbekistán
VC	San Vicente y las Granadinas
VE	Venezuela
VN	Vietnam
YU	Yugoslavia / Serbia y Montenegro
ZA	Sudáfrica
ZM	Zambia
ZW	Zimbabue


8 Anexo II. Fichas de proyectos

Proyecto:	FLOATGEN
Programa:	FP7-ENERGY
Participantes:	Gamesa Innovation and Technology S.L., Ideol, Universitaet Stuttgart, Acciona Windpower S.A., Navantia S.A., Dr Techn Olav Olsen AS, Fraunhofer gesellschaft zur foerderung der angewandten forschung e.v., RSK environment limited, Greenovate! Europe, Acciona Energía S.A.
Objetivo:	Demostración de la operación de prototipos de escala real de eólica flotante marina, en condiciones reales, y comparación de su comportamiento
Calendario:	Del 01/01/2013 al 31/12/2016
Descripción del proyecto:	 <p>Construcción de dos aerogeneradores multimegavatio diferentes integrados en estructuras flotantes en aguas profundas. Este proyecto pretende demostrar la viabilidad técnica y económica de las turbinas eólicas flotantes e impulsar el desarrollo de esta tecnología en zonas de vientos intensos y gran profundidad donde los sistemas actuales no resultan rentables. FLOATGEN ofrece una experiencia y conocimientos técnicos valiosos y permite definir métodos y procesos de construcción, instalación y operación del sistema flotante, y de este modo otorga la capacidad de dar con factores que reduzcan costes.</p>


Proyecto:	TELWIND
Programa:	H2020-EU.3.3.2.4.
Participantes:	Esteyco Sap, Ale Heavylift (R&D) BV, Mecal Wind Turbine Design BV, Universidad de Cantabria, Centro de Estudios y Experimentacion de Obras Publicas - CEDEX, COBRA instalaciones y servicios S.A., Dywidag Systems International GMGH, Technische Universitaet Muenchen
Objetivo:	Desarrollo de una torre telescópica integrada y subestructura flotante para aerogeneradores de más de 10 MW offshore
Calendario:	Del 01/12/2015 al 31/05/2018
Descripción del proyecto:	 <p>https://sectormaritimo.es</p> <p>El proyecto TELWIND tiene por objetivo el desarrollo de una revolucionaria plataforma flotante para aerogeneradores marinos que permita un salto cualitativo en la reducción de costes gracias a su innovador sistema de torre telescópica y geometría multicuerpo de la subestructura flotante donde uno de los cuerpos es sumergido a modo de lastre mejorando la respuesta dinámica y la estabilidad del conjunto. Éstos son elementos claves para la reducción de costes efectivos requeridos por el sector.</p> <p>El diseño presenta diversas innovaciones, entre las que destacan: torre telescópica, SPAR formada por dos cuerpos unidos mediante tendones de acero, material empleado para fabricación y proceso constructivo e instalación eliminando la dependencia de la disponibilidad de los escasos y costosos buques grúa.</p> <p>Dentro del marco del proyecto se están desarrollando diferentes metodologías y estudios por parte de los socios desde la fase de diseño hasta la de explotación, entre los que se destacan el comportamiento en la mar de la estructura acoplada al sistema de fondeo y a la turbina, diseño de una turbina, procesos constructivos y de instalación, estudio de costes, etc.</p> <p>Las metodologías relacionadas con el comportamiento hidrodinámico de la estructura y las operaciones de instalación se verificarán mediante ensayos en diferentes ICTS, como el IHCANTABRIA.</p>


Proyecto:	FLOW
Programa:	H2020-EU.3.3.
Participantes:	Nautilus Floating Solutions S.L.
Objetivo:	Nueva plataforma flotante para el offshore en aguas profundas.
Calendario:	Del 01/03/2016 al 31/08/2016
Descripción del proyecto:	 <p>Este proyecto pretende reducir los costes de la tecnología offshore flotante. El objetivo es que mediante el funcionamiento en condiciones reales de este tipo de tecnología se consiga reducir el LCOE (Levelized Cost Of Energy). Para conseguir este objetivo primero se validará y estudiará un prototipo, no sólo desde el punto de vista técnico sino también desde el punto de vista económico y de la logística necesaria.</p> <p>El diseño se ha focalizado en una máquina de 5MW con el propósito de llegar a máquinas de 8-10 MW en el futuro. Los prototipos que ya están instalados son de unos 2MW, su funcionamiento es bueno pero el coste por MW está por encima de los valores aceptables del mercado.</p> <p>Desde el punto de vista de la logística se opta por una solución semisumergible que puede ser instalada en un amplio rango de profundidades y usando métodos más convencionales.</p> <p>http://www.nautilusfs.com/</p>

Proyecto:	Windfloat
Programa:	NER300 first call
Participantes:	EDP, Repsol, A. Silva Matos, Principle Power, Portugal ventures, Vestas Wind Systems A/S.
Objetivo:	Proyecto de aerogeneradores flotantes en la costa de Portugal.
Calendario:	Desde septiembre 2009 hasta 2018. La ayuda fue concedida en diciembre 2012.
Descripción del proyecto:	 <p>Este proyecto consta de dos fases, una primera fase con la construcción de un prototipo de 2 MW a 5km de Aguçadoura, Portugal, en octubre de 2011, y otra segunda fase en el océano Atlántico en condiciones más extremas a 20 km de la costa de Viana do Castelo a 85-100 metros de profundidad, donde las olas pueden llegar a más de 17 metros de altura y el viento puede ser mucho mayor. Esta segunda fase constará de 3 o 4 aerogeneradores de entre 8-6 MW, unos 25 MW de potencia</p> <p>La plataforma flotante es semisumergible y está anclada al fondo marino. Consigue su estabilidad gracias al uso de "placas de atrapamiento de agua" situadas en la parte inferior de los tres pilares, asociados a un sistema de lastres estáticos y dinámicos. WindFloat se adapta a cualquier tipo de turbina eólica offshore. Al estar completamente construida en tierra, incluida la instalación de la turbina, se evita el uso de los escasos recursos disponibles para trabajos de este tipo en el mar.</p> <p>Durante la primera fase del proyecto se instaló por primera vez una turbina eólica offshore que no precisó del uso de equipos de elevación de cargas pesadas en el mar.</p>

Proyecto:	FloCan5
Programa:	NER300 second call
Participantes:	Cobra - ACS, Gobierno de Canarias
Objetivo:	Proyecto de unos 25 MW offshore con plataformas flotantes frente a la isla de Gran Canaria
Calendario:	Desde 2016 hasta 2020. La ayuda fue concedida en julio 2014.
Descripción del proyecto:	 <p>http://www.grupocobra.co</p> <p>Proyecto de 4 o 5 aerogeneradores offshore de entre 5-8 MW con plataformas flotantes, red interna y conexión a la red a una subestación onshore. Las cimentación son semi-sumergibles de hormigón. La localización será entre 1,5 y 3,7 km al sur este de la costas de la isla de Gran Canaria, a profundidades entre 30 y 300 m.</p> <p>La plataforma consiste en un cilindro central que proporciona continuidad estructural a la torre y tres cilindros alrededor que proporcionan estabilidad y flotabilidad para el transporte y la operación.</p> <p>Es un concepto híbrido de semi-spar, donde se combinan las ventajas de ser semi sumergible durante la construcción y las ventajas del Spar durante la operación.</p> <p>El proceso constructivo será flexible, maximiza las operaciones en puerto (la instalación del aerogenerador sobre la plataforma se realiza en el puerto) y permite realizar el transporte y la instalación del conjunto plataforma aerogenerador mediante sencillos medios marinos</p>

Proyecto:	Nuevo sistema anticorrosivo para torres eólicas en ambientes marinos. OFFCOAT
Programa:	RETOS COLABORACIÓN 2016 (FEDER)
Participantes:	MUGAPE S.L., CPT (centro de investigación de la Universidad de Barcelona gestionado a través de la Fundació Bosch i Gimpera), Centro Tecnológico de Miranda de Ebro (CTME)
Objetivo:	Desarrollo de solución anticorrosiva para torres eólicas offshore con el fin de mejorar la eficiencia de las instalaciones y reducir el impacto ambiental.
Calendario:	Desde 2016 hasta 2018
Descripción del proyecto:	 <p>Desarrollo de una solución para las torres eólicas offshore con propiedades anticorrosivas mejoradas, buena adherencia y mayor durabilidad que los sistemas de protección actuales. Con ello, se pretende alargar la vida útil de los sistemas Offshore, minimizando tareas de mantenimiento, y reducir la cantidad de producto aplicado consiguiendo mejoras en su transporte y manipulación. Esto hará que mejore la eficiencia de las instalaciones y reduzca el impacto ambiental.</p> <p>Esta iniciativa está liderada por la empresa MUGAPE, PYME industrial que desarrolla su actividad en el ámbito de los tratamientos superficiales y que trabaja para un amplio abanico de sectores, entre los que se encuentra el eólico, con el que se lleva colaborando durante más de 10 años. Los socios que llevarán a cabo la investigación son el CPT (centro de investigación de la Universidad de Barcelona gestionado a través de la Fundació Bosch i Gimpera), con amplia experiencia en temáticas de corrosión y la Fundación Centro Tecnológico de Miranda de Ebro (CTME) con un amplio recorrido en la investigación de materiales más ligeros, recubrimientos y eco diseño.</p>

Proyecto:	Optimización de la Rentabilidad de Plataformas Híbridas de energía Eólica y de las Olas (ORPHEO)
Programa:	RETOS COLABORACIÓN 2016 (FEDER)
Participantes:	INGETEAM SERVICE SA, ENEROCEAN S.L, PLOCAN, UCA (Universidad de Cádiz), UMA (Universidad de Málaga)
Objetivo:	Estudio de las técnicas para optimizar el control avanzado e inteligente de una Plataforma híbrida flotante, que incluye energía eólica y undimotriz.
Calendario:	Del 01/07/2016 al 31/12/2018
Descripción del proyecto:	 <p>El proyecto ORPHEO estudia técnicas que permitan la optimización mediante control avanzado e inteligente de la rentabilidad económica que se puede obtener de una Plataforma Híbrida flotante integrada que incluye generación a partir de energía eólica y energía undimotriz (de las olas) y se encuentra conectada a la red eléctrica formando parte de un parque de energía renovable en el mar.</p> <p>La plataforma W2Power (en sus distintas variantes eólica, híbrida eólicaundimotriz y combinada con otros usos como acuicultura), que será objeto de estudio para esta optimización, es un desarrollo conjunto de varias empresas, a partir de la patente de la empresa noruega Pelagic Power, participada por ENEROCEAN. El proyecto parte de los resultados teóricos y experimentales obtenidos en el desarrollo de convertidores de olas y su integración en plataformas flotantes en el proyecto Offshore2Grid y las pruebas en tanque desarrolladas sobre los convertidores de olas y la plataforma completa en Cork y Edimburgo gracias al acceso a tanques de ensayo provisto por FP7 MARINET hasta alcanzar TRL5 para la tecnología de la plataforma híbrida W2Power.</p> <p>El proyecto ORPHEO, incluye los socios industriales activos en el desarrollo del control de la plataforma W2Power, INGETEAM SERVICE SA, que gestiona los aspectos relacionados con el control y vida operativa de los generadores eólicos y coordinará el proyecto ORPHEO y ENEROCEAN SL que ha desarrollado los convertidores de energía de las olas Wave2Power que se integrarían en la plataforma y el sistema de control global de la plataforma. Estas dos empresas serán complementadas por los siguientes centros de investigación: PLOCAN, Universidad de Cádiz y Universidad de Málaga.</p>

Proyecto:	Plataforma para la Optimización, Simulación y Evaluación Inteligente De Operaciones Marinas (POSEIDOM)
Programa:	RETOS COLABORACIÓN 2016 (FEDER)
Participantes:	Ingeteam Service SA, IHCantabria, EnerOcean
Objetivo:	Desarrollo de una herramienta que permita el cálculo de las estrategias óptimas de O&M y reduzca la incertidumbre relacionada con los costes durante la operación de los parques eólicos offshore , de manera que abra nuevas oportunidades de mercado
Calendario:	
Descripción del proyecto:	 <p>El principal reto de la tecnología offshore es superar las incertidumbres de forma eficiente y rentable de la operación, donde el acceso al aerogenerador para el mantenimiento o reparación requiere de una planificación previa que se sincronice perfectamente con la disponibilidad del transporte, expertos y equipos con unas condiciones meteorológicas de viento y olas aceptables. De hecho se estima que los costes actuales de operación y mantenimiento suponen el 25% de los costes totales del parque.</p> <p>Poseidom busca combinar la experiencia y las capacidades de las tres entidades participantes para reducir los riesgos operacionales y financieros asociados a la explotación del offshore. Para esto, Poseidom desarrollará una herramienta para ayudar en las siguientes competencias:</p> <ul style="list-style-type: none">• Análisis de las condiciones meteo-oceánicas de los parques eólicos offshore.• Análisis de la facilidad del transporte al parque eólico a través de medios marinos.• Análisis del traslado seguro entre el buque y la plataforma.• Comparación de la accesibilidad a los parques offshore y el traslado del personal técnico entre los diferentes tipos de plataformas fijas y flotantes.• Identificación de nichos de mercado a través de un atlas de operación y mantenimiento.

Proyecto:	WIP 10+
Programa:	ERA-NET COFUND H2020
Participantes:	EnerOcean, Ingeteam Service SA , Ghenova Ingeniería S.L., Tension Tech International LTD
Objetivo:	Demostración en el mar y a escala significativa de una plataforma flotante de energía eólica totalmente integrada, Wind2Power, con dos turbinas eólicas de hasta 6 MW cada una y que además es capaz de albergar funciones adicionales debido a su tamaño.
Calendario:	Del 27/01/2016 al 31/12/2018
Descripción del proyecto:	 <p>http://www.plocan.e</p> <p>Este proyecto pretende demostrar el funcionamiento de una plataforma flotante de energía eólica totalmente integrada, compuesta por dos aerogeneradores de hasta 6 MW, cuyos objetivos son:</p> <ul style="list-style-type: none">- Proporcionar una base flotante para una capacidad eólica elevada.- Optimizar los procedimientos de operación y mantenimiento (O&M).- Demostrar que es posible la reducción de costes actuando tanto en el capital como en la O&M.- Mejorar la gestión del espacio marino. <p>El proyecto aborda la necesidad de reducción de costes en energía eólica offshore proporcionando una plataforma semisumergible ligera pero grande con capacidad de albergar dos turbinas de viento de 5-6 MW para un total de 10-12 MW por plataforma.</p> <p>Los resultados específicos esperados son: validación de estimaciones numéricas y de laboratorio de las fuerzas y movimientos, prueba de diseño de ingeniería incluyendo amarres y plataforma eólica. En sentido más amplio, los resultados esperados son: supervivencia de la plataforma en condiciones invernales en un ambiente marino real, cuantificación de la reducción de costes en comparación con dos turbinas de viento flotantes, y optimización y validación de procedimientos específicos de instalación, operación y mantenimiento.</p>